

EVALUACIÓN DEL RUIDO EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL

A.M. Velez-Pereira, M. Gázquez, J.C. Fortes-Garrido, and J.P. Bolívar

Grupo de Investigación “Física de Radiaciones y Medio Ambiente” (FRYMA), Universidad de Huelva, España.
{ ing.andresvelez@gmail.com; manuel.gazquez@dfa.uhu.es; jcfortes@uhu.es; bolivar@uhu.es }

Resumen

Teniendo en cuenta la acción negativa que los ruidos ejercen sobre los recién nacidos prematuros, el objetivo general de este trabajo es identificar y evaluar el ruido presente en la unidad de cuidados intensivos neonatal (UCIN), crítica y de cuidado intermedio, de un hospital de tamaño medio en el sur de España.

En la UCIN crítica se registraron valores máximos en torno a 97 dBA, con mínimos de unos 42 dBA, y un nivel continuo equivalente diario 24 h de 63.7 dBA, mientras que en la sala de cuidados intermedios se obtuvieron máximos de 92 dBA, con un mínimo de 55 dBA y un nivel equivalente 24 h de 59.7 dBA. En este sentido podemos asegurar que el nivel de ruido está directamente relacionado con las actividades que se realizan en la UCI para cada momento, superándose las recomendaciones de organismos internacionales. Por último, como conclusión es imprescindible cambiar los protocolos de trabajo con objeto de reducir el nivel de ruido por debajo de los valores de referencia recomendados.

Palabras-clave: Nivel de ruido, fuentes de ruido, neonato, UCIN.

Abstract

Taking into account that the effects of noise are particularly felt by newborns, the main objective of this work is to evaluate and assess the noise in the neonatal intensive care unit (NICU), critical and intermediate care unit, of a typical medium-sized hospital in the south of Spain.

The critical care ward registered a maximum of 97 dBA, a minimum of 42.3 dBA, with an equivalent noise level (24h) of 63.7 dBA. The intermediate care ward had a maximum of 92.4 dBA, a minimum of 55.3 dBA and a equivalent noise level (24h) of 59.7 dBA. In this sense, we can affirm that the noise level is directly related to the activities carried out in the NICU, being surpassed the values recommended by international agencies. Finally, as conclusion is essential to change some protocols work in order to reduce the noise level below the reference values recommended.

Keywords: : noise level, noise sources, newborn, NICU.

PACS no. 43.50.Cb, 43.50.Rq, 43.50.Lj.

1 Introducción

Dentro de las diversas especialidades o tipos de unidades médicas de un hospital, merece especial atención las unidades de cuidado intensivo neonatales (UCIN). Estas unidades deben cumplir con unos mínimos criterios de calidad ambiental para que el neonato tenga unas condiciones óptimas para el desarrollo de sus primeros meses de vida.

Dentro de estas condiciones especiales de calidad ambiental, cabe destacar algunas como el nivel de luz, temperatura, humedad, ausencia de niveles de ruido, etc. Respecto a los niveles de ruido en las UCIN, está demostrada una clara relación entre éstos y el desarrollo fisiológico, neurológico y motriz del neonato [1-3], generando efectos adversos como trastornos del sueño, mal desarrollo de las respuestas a estímulos, deterioro del sistema nervioso, retrasos de crecimiento en los recién nacidos prematuros e incluso una disminución en la capacidad auditiva. Cuando los neonatos son expuestos al ruido intenso sus repuestas fisiológicas y de conductas cambian significativamente, haciendo que su desarrollo general sea menor, con una mayor duración del tiempo de hospitalización y una disminución de su peso [4-8].

Además podemos asegurar que el ruido presente en las UCIN está directamente relacionado con procesos de monitorización y seguimiento de las condiciones de salud del neonato, como por ejemplo los sistemas de alarmas que controlan el estado del paciente (alarmas médicas, motores de las incubadoras, etc), además de factores humanos, ruido ambiental general y reverberaciones [9]. No obstante, la falta de información que se tiene en cuanto a los efectos negativos provocados por los niveles de ruido en el desarrollo del neonato, junto con una inadecuada gestión de los procesos a nivel sonoro por parte del personal sanitario en sus hábitos rutinarios, generan niveles de ruidos elevados [10].

En general, los primeros estudios mostraron que los niveles de ruido promedio presentes en algunas UCIs alcanzaban hasta los 83 dBA, siendo estos valores lo suficientemente altos como para estimular los sistemas cardiovascular y endocrino, dando como resultado una significativa alteración del sueño [11-13]. Diversos estudios concluyen que el promedio de ruido en las UCIN se ha elevado en los últimos 45 años a una razón de 0,40 dBA por año [15], debido al aumento de alarmas audibles, implantación de sistemas de aire acondicionado, maquinaria de vigilancia y control, etc.

En lo referente al marco normativo, tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como The American Academy of Pediatrics (AAP), plantean como recomendación que los niveles de ruido a los que está expuesto el neonato dentro de una incubadora no excedan los 35 dBA durante la noche y 40 dBA durante el día [16, 17]. En España, el Comité de Estándares de la Sociedad Española de Neonatología de la Asociación Española de Pediatría, en su documento Revisión de los Estándares y Recomendaciones para el diseño de una unidad de neonatología, sugiere que el nivel de ruido de fondo total en UCIN debe mantenerse por debajo de 55 dBA, recomendándose no exceder en ningún caso los 70 dBA [19]. No obstante, y contrariamente a las sugerencias planteadas por los diferentes organismos mencionados, en la realidad se superan estos valores oscilando el nivel de ruido de las UCINs en un rango de 65 dBA a 85 dBA, siendo éste normalmente de baja frecuencia [14].

Teniendo presente las consideraciones anteriores, el objetivo de este trabajo ha sido la identificación y evaluación de los niveles de ruido presentes en la UCIN de un Hospital de tamaño medio, y que puede considerarse representativo de los hospitales españoles, con el fin de establecer las medidas de protección oportunas para su reducción o eliminación.

2 Materiales y métodos

El área de estudio corresponde a la UCIN del complejo hospitalario público HJRJ (Hospital Juan Ramón Jimenez), ubicado en la ciudad de Huelva (suroeste de España). Se trata de un hospital general y de especialidades con dos centros asociados, acreditado además para docencia, dando asistencia especializada a unos 280.000 habitantes. Las NICUs tienen una capacidad de 31 unidades de asistencia a neonatos establecidos en 3 niveles de atención, el primer nivel presenta 9 incubadoras para pacientes en estado crítico, recibiendo la sala donde se ubican UCIN Crítica (UCIN-C). El segundo nivel es la sala de cuidado intermedio (UCIN-I), con capacidad de 10 camas o cunas de atención, y por último, la UCIN de cuidado mínimo (UCIN-M), con un total de 12 unidades de atención.

La recogida de datos se realizó en la UCIN-C crítica (Figura 1) y en la UCIN-I de cuidados intermedios (Figura 2) del HJRJ, ya que son los pacientes más sensibles al ruido.

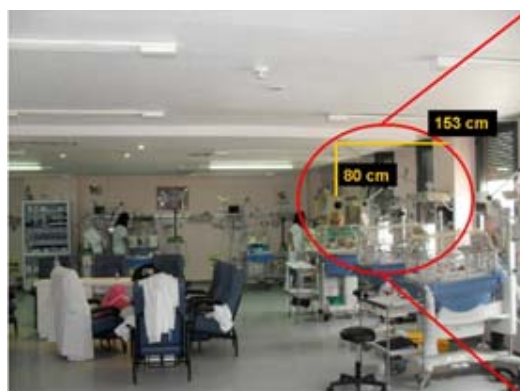


Figura 1. Ubicación de los sonómetros en la UCI neonatal de cuidado crítico.

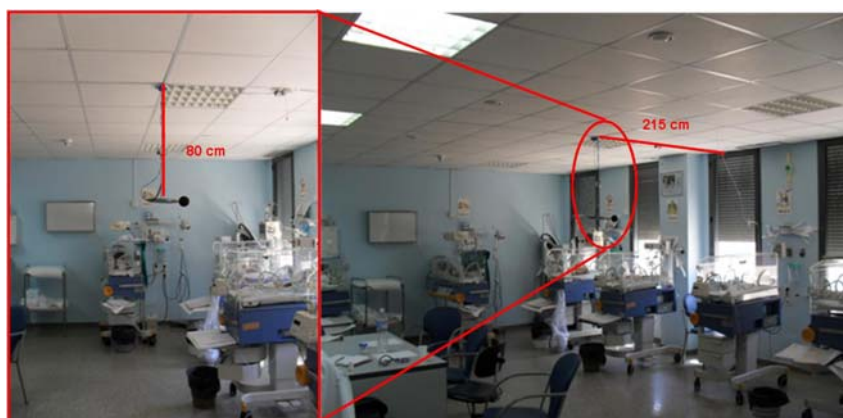


Figura 2. Ubicación de los sonómetros en la UCI neonatal de cuidado intermedio.

Un primer sonómetro se ubicó en un punto representativo de la sala UCIN-C, a 80 cm del techo y 153 cm de la pared. Un segundo sonómetro se localizó en la UCIN-I el sonómetro se ubicó en el eje central de la unidad a 80 cm del techo y 215 cm de la pared. Tal y como recomienda la norma UNE-EN ISO 1996-1:2005, la medida del nivel de ruido continuo equivalente se realizó en ponderación A y a intervalos de tiempo de 100 ms.

Se emplearon 2 sonómetros tipo I, marca Brüel&Kjær y modelo 2270, previamente calibrados y verificados, y se midió el Leq,T cada 0.1 s. El periodo de muestreo fue de 15 días con objeto de asegurar la representatividad de las medias y evitar el efecto Hawthorne [20]¹.

3 Resultados

En la Figura 3 se presentan el $L_{Aeq,1h}$ para los 15 días de muestreo en las dos unidades UCIN estudiadas. Se observa que los valores obtenidos en la de cuidados intermedios (I) son en general inferiores a los de de cuidados críticos. Los valores máximos y mínimos horarios fluctúan en un rango entre 49 dBA - 52 dBA para los valores mínimos, y 67 dBA – 72 dBA para los máximos. El máximo nivel sonoro se presenta en torno a las 14:00 h del 29/06/2010 para la UCIN-C (unos 72 dBA). El periodo no representado para la UCIN-C corresponde a problemas con la grabación de los datos en el sonómetro. También se observa en esta figura que el nivel continuo equivalente horario sobrepasa los 70 dBA en múltiples ocasiones (unas 12 veces), lo cual hace que se incumplan las recomendaciones de la OMS.

Al analizar el $L_{Aeq,1h}$ representado en la figura 3, se puede advertir que no se pone de manifiesto el posible efecto “Hawthorne”, ya que en los primeros días se observan valores similares a los obtenidos para los días siguientes. Además, de forma general podemos observar que durante el horario de tarde los valores del $Leq,1h$ son significativamente superiores respecto a los obtenidos en la jornada de la mañana, lo cual se debe a que esta franja horaria coincide con el horario de visitas de los familiares. Por otra parte observamos que el 50% de los ruidos durante la noche, entre la 1 y las 7 am, se sitúan por debajo de los 53 dBA para la UCIN-I y por debajo de los 52 dBA en la UCIN-C. También se evidencia un aumento de los niveles de ruido con el inicio del día, estableciendo un nivel máximo de ruido con las horas de mayor actividad sanitaria y cambios de turno en las horas del mediodía (aproximadamente ente las 12 y 14 h) y culminando con un descenso en las horas de la noche.

Con el fin de establecer si existe presencia de eventos picos asociados a ciertas horas del día, se procedió a representar las medias horarias de los percentiles del nivel continuo equivalente correspondientes a la UCIN-I y la UCIN-C, figuras 4a y 4b, respectivamente.

¹ cambio de rutina por el que los participantes de un estudio pueden alterar su comportamiento cuando saben que están siendo observados, o interferencias que pueda causar la influencia de otra variable no prevista

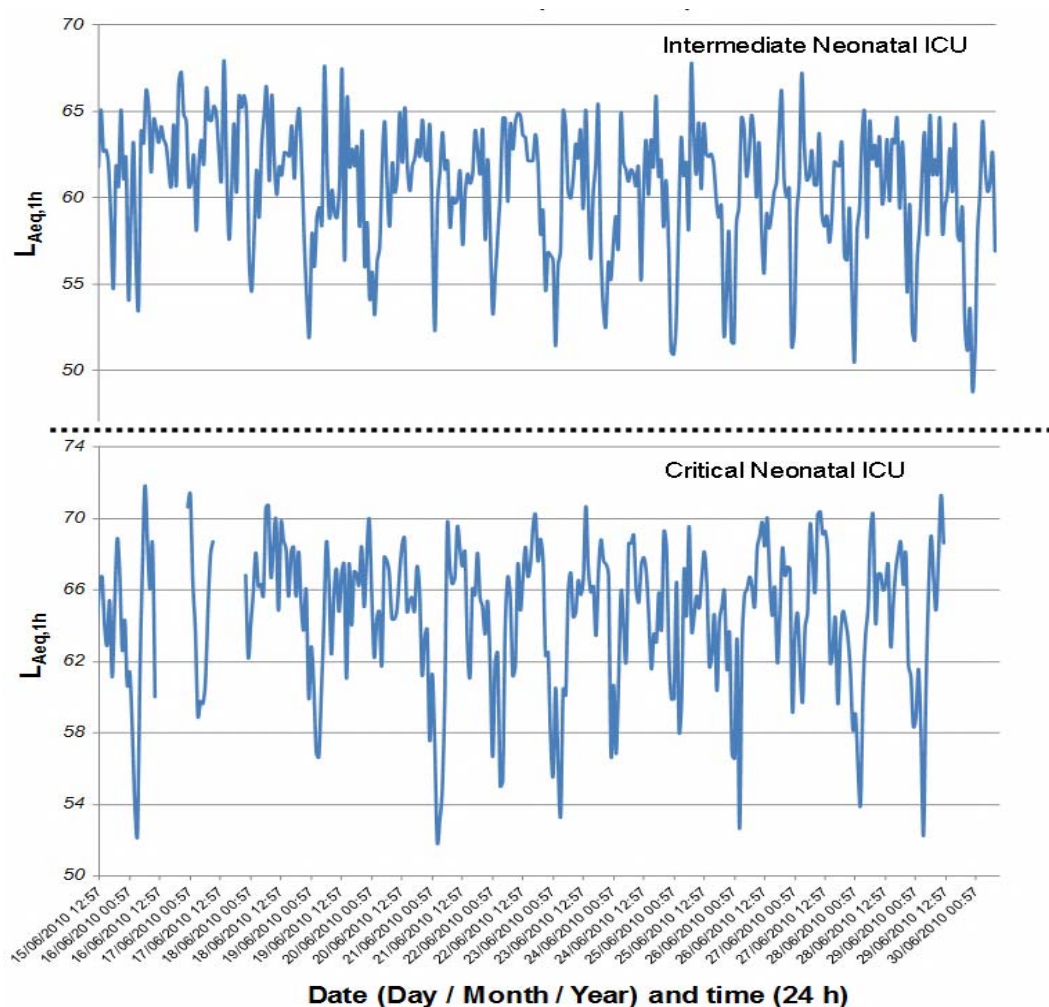


Figura 3. Comparativa de Nivel continuo equivalente de ruido en las UCIN-I y UCIN-C del HJRJ. (1 h de integración)

En esta figura se puede establecer por medio de los gráficos que el nivel de ruido de fondo (cuantificado por el L_{90}) varía entre 46 dBA y 51 dBA para el caso de la UNIN-C, y entre 49 y 52 dBA para la UCIN-I, siendo estos valores muy superiores a los recomendados por la OMS. Además se pueden observar como para el caso de L_{99} , existe un nivel de ruidos mínimo aproximado de 50 dBA en UCIN-I y 46 dBA en UCIN-C, lo cual es esperable ya que este nivel estaría relacionado con el fondo aportado por ruidos del exterior del hospital, tales como el tráfico rodado de las calles del entorno.

Por otro lado L_{10} , que representa el promedio de los niveles de pico durante un período de tiempo determinado, son muy similares para los dos recintos estudiados; 55 – 65 dBA para la UCIN-C y entre 53 y 67 dBA aproximadamente para la UCIN-I. Además se puede ver que permanece muy uniforme durante el periodo de día (8:00 h a 22:00 h), con oscilaciones inferiores a los 5 dBA, alcanzando un mínimo en torno a las 5:00 h, siendo ésta la hora con menor actividad en ambas salas de cuidados intensivos. También es resaltable que el período de máxima actividad laboral del Hospital (8:00 – 15:00 h) coincide con el de máximo ruido, lo

cual demuestra que la mayor fuente de ruido en las UCIN son las actividades humanas y lo que ellas acarrearán, como es el mayor uso de instrumentos de monitorización de enfermos.

Y en relación a la UCIN-C, se constata que en general los índices acústicos son más uniformes que en la UCIN-I (ver figuras 4^a y 4b).

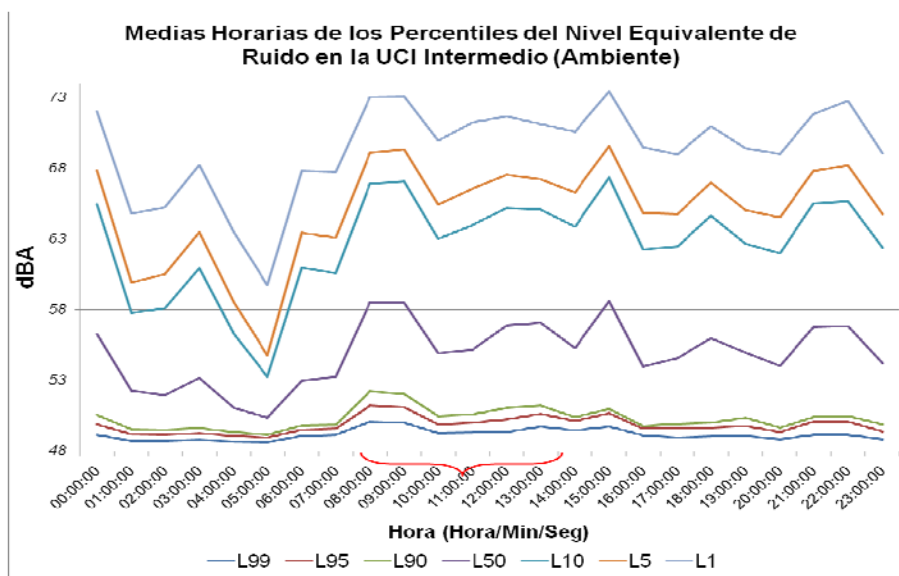


Figura 4. a) Medias horarias de los percentiles del nivel equivalente de ruido en la UCIN- I

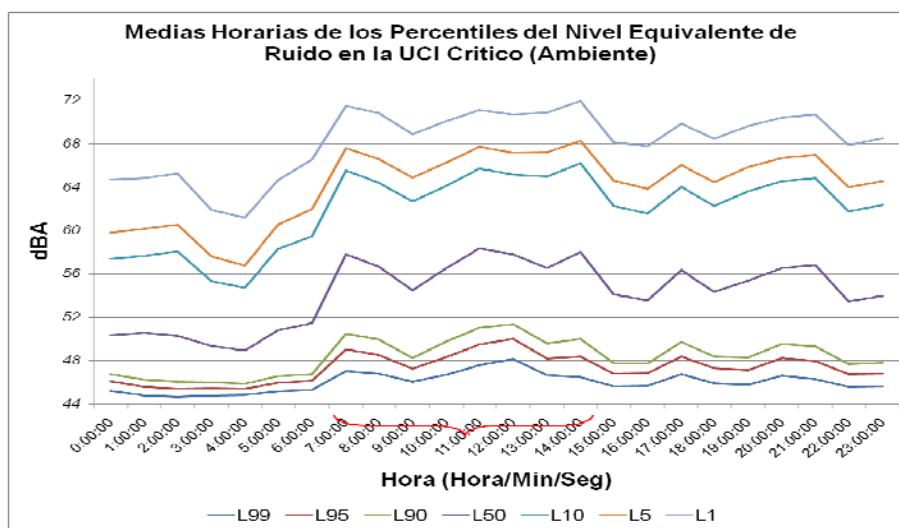


Figura 4. b) Medias horarias de los percentiles del nivel equivalente de ruido en la UCIN C

Durante el turno de madrugada (figura 4b), 0:00 a 7:00 h, hay una alta uniformidad en L50 (en torno a los 53 dBA) debido a que las fuentes de ruido durante ese período de tiempo es básicamente de instrumentación, pero se incrementa hasta 56-58 dBA entre las 07:00 h y las 14:00 h, que es el periodo de tiempo durante el que se realiza la mayoría de las actividades de monitoreo y seguimiento de los neonatos bajo exámenes y procedimientos clínicos no

incluidos en la rutina de atención del paciente. Por último, se observa en la grafica 4 b) que el ruido va disminuyendo, incluso por debajo de los 56 dBA, a lo largo de la tarde-noche. Un comportamiento similar se observa para el caso de la UCIN- I, pudiéndose advertir que los máximos relativos de ruido coinciden con los cambios de turno de personal (8:00 h, 15:00 h y 22:00 h). En la UCI-C, estos picos máximos también parecen coincidir con los cambios de turno, aunque se percibe un adelanto en el tiempo, probablemente con el intercambio de información sobre el estado de los neonatos.

En la Figura 5 se representan los valores horarios integrados del nivel continuo equivalente para los 15 días (Figura 5); o sea, cada valor horario ($Leq,1h$) representa el nivel continuo equivalente obtenido para una determinada hora del día durante los 15 días de muestreo. El primer hecho resaltable es la no existencia de similitud entre las dos UCIs estudiadas, lo cual es atribuible a que son unidades independientes en espacio y con actividades muy diferentes ya que los sistemas de atención entre ellas son muy distintos. Obviamente hay una mayor intervención, seguimiento y monitoreo del neonato en la UCIN-C ya que es la sala donde se encuentran los neonatos con complicaciones mayores, y por tanto es donde existe un mayor ruido a lo largo de todos los períodos del día. Se observa que en la UCIN-C se alcanza un $Leq,1h$ de 69 dBA a las 7:00 h, que es cuando entra el turno con un mayor número de trabajadores, demostrándose que este elevado nivel es atribuible directamente a las conversaciones del personal sanitario, lo cual se ratifica con el siguiente pico de las 14 h de cuando sale dicho turno.

En dicha figura se observa una estrecha relación entre las actividades desarrolladas por los trabajadores en las UCIN y el nivel de ruido existente en las mismas. Estas actividades tienen un marcado carácter periódico, lo cual se ha ratificado mediante un análisis espectral de las series de ruido, obteniéndose que los periodos de mayor peso son: 7 días, 24 h, 12 h y 3 h. El primer periodo se corresponde con el efecto fin de semana, lo cual indica que durante los fines de semana (periodo de 7 días) las actividades laborales decrecen de forma significativa. Es también resaltable el periodo de 3 h, y que se corresponde con la frecuencia de alimentación de los neonatos. En la UCIN-C la relación existente entre los horarios de alimentación y los niveles de ruido es más baja, debido a que la mayoría de los pacientes son alimentados por sonda naso gástrica. Para el caso de los horarios de visita, a las 13:00h y a las 19:00h, se observa un aumento en el nivel promedio horario de ruido en la UCIN-C, mientras que el nivel medio horario de la UCIN-I permanece estable o desciende. Se advierte una relación entre el nivel de ruido y los cambios de turno, siendo éstos mayores en la UCI-I en las horas coincidentes con los mismos, mientras que en la UCI-C este incremento se evidencia previo al cambio de turno, debido fundamentalmente al intercambio de información entre los facultativos.

Con objeto de poder comparar los niveles de ruido horarios en ambas salas se ha realizado el gráfico lineal mostrado en la figura 5b. Se observa que el nivel de ruido presenta un mínimo absoluto a las 4:00 h en la unidad crítica, pero en la intermedia se presenta con dos horas de adelanto. A partir de esta hora, el nivel de ruido aumenta a lo largo de las primeras horas de la mañana hasta alcanzar un máximo en torno a las 7:00 h, que es cuando comienza su actividad laboral el turno de personal más numeroso.

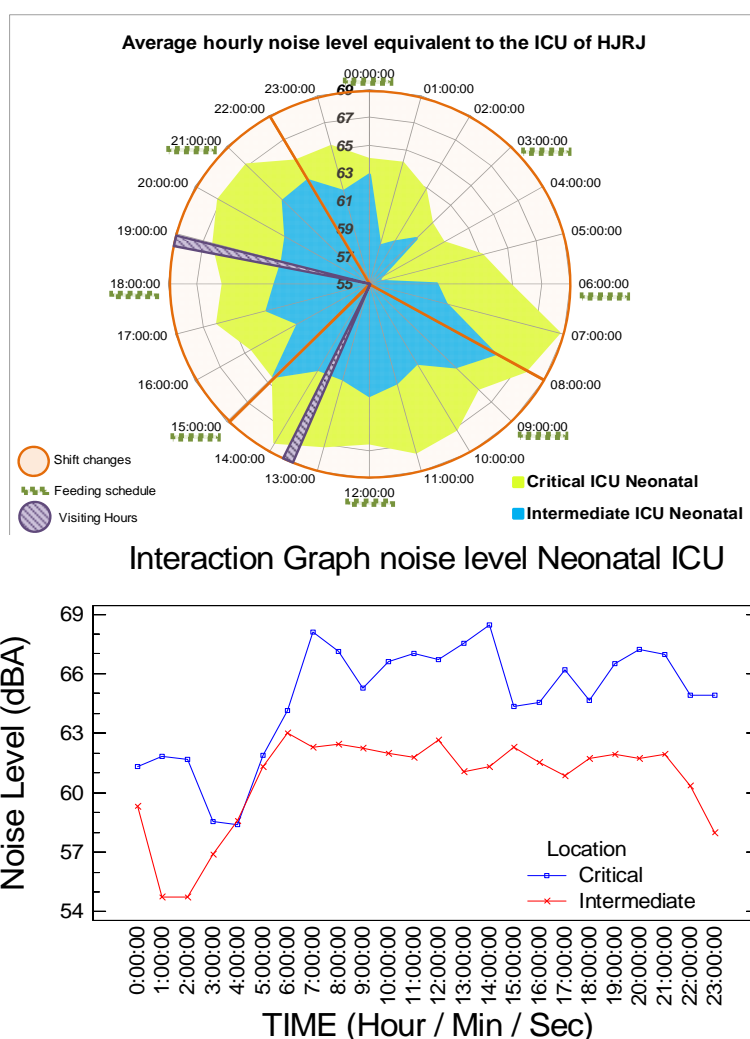


Figura 5. LAeq,1h horario (24 h) en las UCINs del HJRJ de Huelva. a) Gráfico circular; b) Gráfico lineal

A partir de este momento permanece muy uniforme hasta las 14:00 h, que es cuando sale dicho turno de personal. Por la tarde hay un menor ruido con un máximo en torno a las 19:00 h, que coincide con la hora de visita de los familiares. A partir de las 21 h (finalización de las visitas y cambio de turno), el ruido decrece de forma significativa hasta el mínimo, obtenido entre las 2:00-4:00 h. También se observa que el ruido en ambas salas sigue un patrón temporal muy similar.

Por otro lado, se ha realizado un test de normalidad de la distribución de datos de Leq,10 min, encontrándose que no sigue una distribución normal el ruido de cada una de las salas estudiadas, como era de esperar, ya que hay grandes correlaciones internas en el ruido medido para cada hora del día (ver figura 6). En cambio, se le aplicamos un test de normalidad al Leq,10 min de una determinada hora del día para los 15 días de muestreo, sí se encuentra que dichos datos presentan una elevada normalidad. En la figura 6 se muestra la distribución en frecuencias obtenida para la UCIN-C para nivel de presión sonora equivalente (LAeq,10 min), observándose claramente que no sigue tiene la forma de la distribución normal que se

obtendría para el valor medio y desviación estándar medidos experimentalmente ($N = 326$ valores, $\mu = \text{average} = 64.65$ dBA, $S_x = \text{Standard Deviation} = 3.98$ dBA, $U = \text{Standard Uncertainty of the Average} = 0.22$ dBA). Los valores obtenidos para la UCIN-I fueron: $N = 358$ valores, $\mu = 60.60$ dBA, $S_x = 3.66$ dBA, $U = 0.19$ dBA. Se puede demostrar aplicando la t-Student que los valores medios del ruido en ambas salas son significativamente diferentes, tal y como se obtiene de sus intervalos de confianza al 95% de confianza ($\mu_C = 64.6 \pm 0.4$ dBA; $\mu_I = 60.6 \pm 0.4$ dBA), lo que nos lleva a afirmar que en la sala de neonatos críticos hay un nivel de ruido de 4.0 dBA superior al existente en la sala intermedia, siendo estos valores además muy superiores a los recomendados por la OMS, y que están en torno a los 45 dBA.

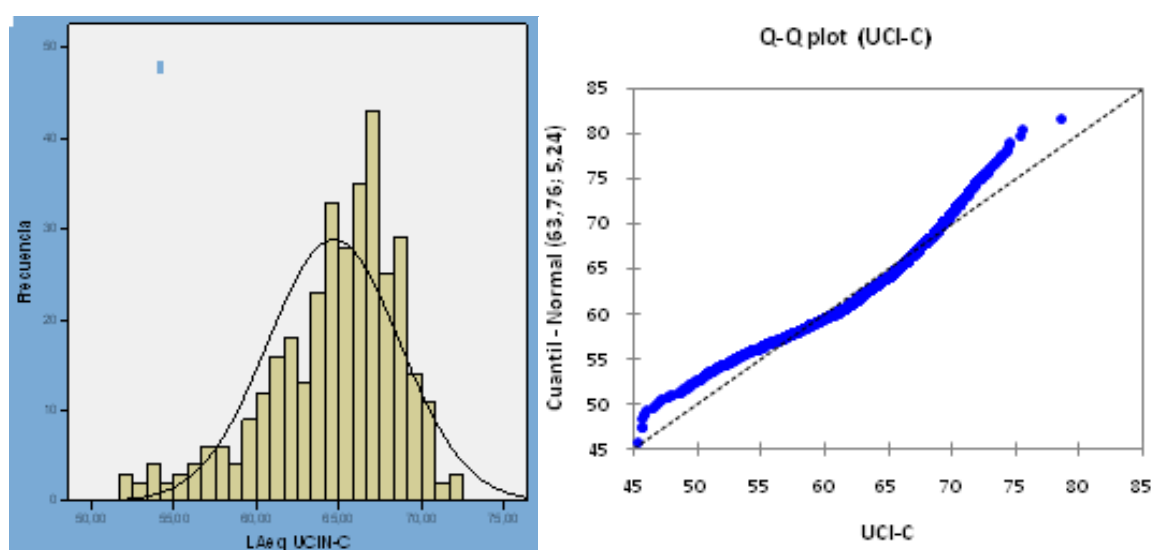


Figura 6. a) Distribución de frecuencias experimental y distribución normal teórica para el valor medio y desviación estándar obtenidos. de LAeq de UCIN-C

Por el contrario, si consideramos un determinado periodo horario, como por ejemplo es el de 00:00-1:00 h de la UCIN-I, se obtiene que este conjunto de datos ($N = 6 \cdot 15 = 90$ datos) sigue una distribución normal con un 95% de confianza. Así, si aplicamos el test de Shapiro-Wilkinson obtenemos $W = 0.838$ ($p\text{-value} = 0.159$), por lo que la hipótesis nula se puede aceptar a un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$) ya que el $p\text{-value}$ obtenido (0.159) es mayor que el α considerado (0.05). Este resultado ratifica nuestra hipótesis de que el ruido sigue una distribución normal si el periodo de muestreo lo restringimos a un tiempo de 1 h, que es inferior al menor de los periodos característicos de la serie de datos.

4 Discusión

Los resultados obtenidos son consistentes con los presentados por otros autores [22]. Las horas donde se presentan los máximos niveles de ruido son entre las 7:00 h y las 14:00 h, cuando se desarrollan en las UCIs una mayor actividad de atención al paciente. En cuanto a los valores máximos, mínimos y promedio de ruido registrado, se han establecido en salas de cirugía y UCIs valores entre 36 – 80 dBA [22, 23, 25-28], que contrastado con los resultados mostrados, puede verse que los niveles de ruido en las UCIN del HJRJ se encuentran dentro

de los rangos establecidos por los otros autores. No obstante, aquí se registran valores máximos que superan el establecido por ellos, de 80 dBA en medias del Leq,10 min. En cuanto a nivel sonoro equivalente, en otros estudios se evidencia un rango más amplio, comprendido entre los 40 y 90 dBA [29-31], siendo más pequeño los obtenidos en este estudio (48.8 y 72.2dBA), y con un promedio integrado horario de ruido Leq,24h = 64.5 dBA, el cual supera ampliamente los estándares y recomendaciones establecidos para las UCI neonatales por los organismos internacionales [16,17]; Leq,1h = 45 dBA, L10 (horario) = 50 dBA y Lmáx = 65 dBA.

Por otro lado, el comportamiento horario del nivel de ruido es consistente con el estudio desarrollado por Mackenzie [31], quien establece el aumento del ruido a medida que la jornada laboral progresa, y disminuye en las horas de la tarde. Este hecho está de acuerdo con lo expresado por Argote et al. [25] y Brandán et al. [23], donde afirman que los niveles de ruido aumentan en los momentos asociados al cuidado, la higiene y confort de la unidad, durante la mañana y con la visita de los familiares en la jornada de tarde. Otra característica que incide en el nivel de ruido está relacionada con la actividad sanitaria en los diferentes turnos del personal sanitario, pudiendo establecer que el turno de noche (22:00 – 8:00h) muestra los niveles más bajos, mientras que los turnos de mañana y tarde presentan valores más elevados [22-26].

En cuanto a los valores promedios integrados del nivel de ruido obtenidos, se puede deducir que los niveles más bajos se obtienen en la UCIN-I (rango 55 – 65 dBA) frente a la UCIN-C (rango 60 – 68dBA), lo cual es contrario a los objetivos de calidad acústica que deberían poseer estas salas. Este hecho es esperable (pero no es lo deseable), si tenemos en cuenta que el nivel de atención y monitorización del neonato en la UCIN crítica (C) es muy superior al existente en la sala intermedia (I), presentado mayores niveles de ruido aquellas que contienen un mayor equipamiento médico y actividad asistencial [23].

5 Conclusiones

Como conclusión fundamental de este estudio podemos señalar los elevados niveles de contaminación acústica a los que tanto los profesionales de la salud como fundamentalmente los recién nacidos están expuestos en la UCIN. El ruido varía de forma clara con los cambios de turnos, obteniéndose los valores más altos durante la mañana, disminuyendo sustancialmente por la noche, registrándose los niveles de ruido más altos en la unidad de cuidados intensivos críticos. En este sentido, se podrían tomar algunas medidas para reducir estos altos niveles de ruido en la UCIN, que incluyen el aislamiento acústico (mobiliario, paredes, puertas), elaboración de un programa de mantenimiento de los equipos de prevención, así como la colocación del recién nacido lo más lejos posible de las máquinas que queden dentro de la habitación. Además y de forma complementaria, sería conveniente aumentar la conciencia entre el personal de el ruido que producen durante el trabajo, y lograr una disminución gradual del mismo colocando por ejemplo las alarmas a niveles más bajos. También es necesaria una reducción en el ruido de la conversación entre el personal y los familiares visitantes de las salas, lo que podría lograrse con señales de advertencia adecuadas en estas áreas

Agradecimientos

A los Doctores Ricardo Hernández, de la Universidad de Cádiz por su respaldo en la consecución de los equipos del estudio y sus aportes técnicos. Al Dr. José Ceballos, Director del Departamento de Pediatría del HJRJ, por brindarnos sus instalaciones como escenario de este proyecto de investigación.

Referencias

- [1]. Brandon DH, Ryan DJ, Barnes AH. (2008). Effect of environmental changes on noise in the NICU. *Adv Neonatal Care*; 8(5):S5-10
- [2]. Pinheiro EM, Guinsburg R, Nabuco MA, Kakehashi TY. (2011). Noise at the neonatal intensive care unit and inside the incubator.. *Rev Lat Am Enfermagem*. Sep-Oct; 19(5):1214-21.
- [3]. Bahadori RS, & Bohne BA. (1993). Adverse effects of noise on hearing. *American Family Physician*, 47(5), 1219–1230.
- [4]. Bremmer P, Byers JF, & Kiehl E. (2003). Noise and the premature infant: Physiological effects and practice implications. *Journal of Obstetric, Gynecologic and Neonatal Nursing*, 32, 447–454.
- [5]. Miller JD. (1974). Effects of noise on people. *Journal of the Acoustical Society of America*, 56, 729–769.
- [6]. Miller RW, Brendel WB, Brent RL, Chisholm Jr JJ, Doyle JL, Ebbin A J, Knutti SH. (1974). Noise pollution. Neonatal aspects. *Pediatrics*, 54, 476–479.
- [7]. Morris BH, Philbin MK, & Bose C. (2000). The full-term and premature newborn: Physiological effects of sound on the newborn. *Journal of Perinatology*, 20, S54–S59.
- [8]. Slevin M, Farrington N, Duffy G, Daly L, & Murphy JF. (2000). Altering the NICU and measuring infants' responses. *Acta Paediatrica*, 89, 577–581.
- [9]. Passchier-Vermeer W. (2000). Noise and health of children. Leiden: TNO Prevention and Health, 17–19
- [10]. Nair MN, Gupta G, & Jatana SK (2003). NICU environment: Can we be ignorant? *Medical Journal Armed Forces India*, 59(2), 93–95.
- [11]. Falk SA, Woods N (1973) Hospital noise: levels and potential health hazards. *N Engl J Med* 289:774–781.
- [12]. Bentley S, Murphy F, Dudley H (1977) Perceived noise in a surgical ward and an intensive care unit: an objective analysis. *Br Med J* 2:1503–1506. doi: 10.1136/bmj.2.6101.1503
- [13]. Hilton BA, (1985) Noise in acute patient care areas. *Research in Nursing and Health*; 8:283–291. doi: 10.1002/nur.4770080311
- [14]. Fernández P, Cruz N (2006) Efectos del Ruido en Ambiente Hospitalario Neonatal. *Ciencia&Trabajo* 20:65-73.
- [15]. Busch-Vishniac I, West JE, Barnhill C, Hunter T, Orellana D, Chivukula R (2005) Noise levels in John Hopkins Hospital. *Acoustical Society of America Journal* 118:3629-3645. doi: 10.1121/1.2118327.
- [16]. World Health Organisation WHO (2002) Community Noise- Environmental Health Criteria Document, External Review Draft. Geneva: WHO Publishing.

- [17]. American Academy of Pediatrics AAP Committee on Environmental Health (1997). Noise: A hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics* 100:724-727. DOI: 10.1542/peds.100.4.724
- [18]. Raman R, (1997). NICU Environment, a need for change. *Indian Pediatr* 34:414-419
- [19]. García del Río M, Sánchez Luna M, Doménech Martínez E, Izquierdo Macián I, López Herrera MC, Losada Martínez A, Perapoch López J (2007). Revisión de los estándares y recomendaciones para el diseño de una unidad de neonatología. *AnPediatr (Barc)* 67:594-602. doi:10.1016/S1695-4033(07)70810-X
- [20]. Wickström G, Bendix T (2000). The “Hawthorne effect” – what did the original Hawthorne studies actually show?. *Scand J Work Environ Health* 26:363–367.
- [21]. Blomkvist V, Eriksen C, Theorell T, Ulrich R, Rasmanis G (2005). Acoustics and psychosocial environment in intensive coronary care. *Occup Environ Med* 62:318-323. doi:10.1136/oem.2004.017632
- [22]. Christensen M, (2007). Noise levels in a general intensive care unit: a descriptive study. *NursCrit Care* 12:188–197. doi: 10.1111/j.1478-5153.2007.00229.x
- [23]. Brandán R, Halloy N, Sanchez M, Sappia L, Sueldo J, Rocha L, Herrera M, Rotget V, Olivera J, (2009). “Contaminación Acústica en salas de neonatología” XVII Congreso argentino de bioingeniería web.<http://rosario2009.sabi.org.ar/uploadsarchivos/p100.pdf> Accessed januari 25, 2012
- [24]. Lasky R, William A (2009). Noise an light exposures for extremely low birth weight newborns during their stay in the neonatal intensive care unit. *Pediatrics* 123:540 – 546. doi:10.1542/peds.2007-3418
- [25]. Argote LA, Fajardo DL, Gallego SY (2007). Niveles de ruido en la unidad de cuidados intensivos neonatal «CIRENA» del Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia. *Colombia medica* 38:64-71
- [26]. Centeno D, Apac A, Sánchez J, Raffo M, Centeno C (2005). Niveles de ruido y fuentes asociadas en una unidad de cuidados intensivos neonatal. *Revista peruana de pediatría* 58:12-14
- [27]. Christensen M, (2005). Noise levels in a general surgical ward: a descriptive study. *Journal of Clinical Nursing* 14:156–164. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2004.01040.x
- [28]. Maxwell-Armstrong C, McLaren E (2008). Noise pollution on an acute surgical ward. *Ann R CollSurgEngl* 90:136–139. doi: 10.1308/003588408X261582.
- [29]. Álvarez AA, Terrón A, Boschi C, Gómez M (2007). Review of noise in neonatal intensive care units- regional analysis. *Journal of Physics: Conference Series* 90:1-6. doi: 10.1088/1742-6596/90/1/012038
- [30]. Berg AL, Chavez CT, Serpanos YC (2010). Monitoring Noise Levels in a Tertiary Neonatal Intensive Care Unit. *Contemporary Issues in Communication Science And Disorders* 37:69–72
- [31]. MacKenzie DJ, Galbrun DL (2007). Noise levels and noise sources in acute care hospital wards. *Building Serv Eng Res Technol* 28:117–131. doi: 10.1177/0143624406074468.