

Mensuración de ruido en unidades neonatales e incubadoras con recién nacidos: revisión sistemática de literatura

Maria de Fátima Hasek Nogueira¹

Karina Chamma Di Piero²

Eloane Gonçalves Ramos³

Márcio Nogueira de Souza⁴

Maria Virgínia P. Dutra⁵

Se trata de una revisión sistemática de la literatura para evaluar la calidad metodológica de los estudios que midieron el ruido en las unidades neonatales. Después de buscar en las bases electrónicas Medline, Scielo, Lilacs, BDNF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI y Scirus, y de busca manual, fueron incluidos 40 estudios que atendieron el criterio "mensurar ruido en unidades neonatales y/o incubadoras". El instrumento de análisis crítico fue validado por expertos en neonatología y acústica – nota media 7,9 (DE = 1,3) – y la confiabilidad inter-observador en 18 artículos resultó en un ICC de 0,89 (IC95% 0,75-0,95). Los indicadores de calidad fueron 50% mejores para los estudios que midieron solamente en el ambiente de la unidad, asociando las estrategias de mensuración al área física. Los resultados revelaron gran variabilidad metodológica, lo que dificulta la comparación y algunas veces representa alta probabilidad de sesgo. El rigor necesario para garantizar la validez interna y externa fue observado en pocos estudios.

Descriptores: Medición del Ruido; Unidades de Terapia Intensiva Neonatal; Literatura de Revisión como Asunto.

¹ Estudiante de doctorado, Instituto Fernandes Figueira, FIOCRUZ, RJ, Brasil. Profesor Asistente, Faculdade de Enfermagem, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: fatimahasek@gmail.com.

² Enfermera, Maestría en Salud Colectiva, Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: kadi piero@gmail.com.

³ Doctor en Ingeniería Biomédica, Investigador Asistente, Profesor, Instituto Fernandes Figueira, FIOCRUZ, RJ, Brasil. E-mail: eloane@iff.fiocruz.br.

⁴ Doctor en Ingeniería Eléctrica, Profesor Adjunto, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: souza@peb.ufrj.br.

⁵ Doctor en Ingeniería Biomédica, Profesor, Instituto Fernandes Figueira, FIOCRUZ, RJ, Brasil. E-mail: virginia@iff.fiocruz.br.

Correspondencia:

Maria de Fátima Hasek Nogueira
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem.
Departamento de Enfermagem Materno-Infantil.
Rua Boulevard 28 de setembro, 157 - 7º andar
Vila Isabel
CEP: 20551-030 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: fatimahasek@gmail.com

Mensuração de ruído sonoro em unidades neonatais e incubadoras com recém-nascidos: revisão sistemática de literatura

Trata-se de revisão sistemática de literatura para avaliar a qualidade metodológica dos estudos que mediram ruído nas unidades neonatais. Após busca nas bases eletrônicas MEDLINE, SciELO, LILACS, BDNF, WHOLIS, BDTD, ScienceDirect, NCBI e Scirus, e busca manual, foram incluídos 40 estudos que atenderam o critério "mensurar ruído em unidades neonatais e/ou incubadoras". O instrumento de análise crítica foi validado por especialistas em neonatologia e acústica – nota média 7,9 (dp=1,3) – e a confiabilidade interobservador, em 18 artigos, resultou num coeficiente de correlação intraclassa (ICC) de 0,89 (IC95% 0,75-0,95). Os indicadores de qualidade foram 50% melhores para os estudos que mediram somente no ambiente da unidade ao associar as estratégias de mensuração à área física. Os resultados revelaram grande variabilidade metodológica, o que dificulta a comparabilidade e, algumas vezes, representa alta probabilidade de viés. O rigor necessário para garantir a validade interna e externa foi observado em poucos estudos.

Descritores: Medição de Ruído; Unidade de Terapia Intensiva Neonatal; Literatura de Revisão como Assunto.

Noise Measurement in NICUs and Incubators with Newborns: A Systematic Literature Review

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura para avaliar a qualidade metodológica dos estudos que mediram ruído nas unidades neonatais. Após busca nas bases eletrônicas Medline, Scielo, Lilacs, BDNF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI e Scirus, e busca manual, foram incluídos 40 estudos que atenderam ao critério "mensurar ruído em unidades neonatais e/ou incubadoras". O instrumento de análise crítica foi validado por especialistas em neonatologia e acústica – nota média 7,9 (DP = 1,3) – e a confiabilidade inter-observador em 18 artigos resultou num ICC de 0,89 (IC95% 0,75-0,95). Os indicadores de qualidade foram 50% melhores para os estudos que mediram somente no ambiente da unidade ao associar as estratégias de mensuração a área física. Os resultados revelaram grande variabilidade metodológica, o que dificulta a comparabilidade e algumas vezes representa alta probabilidade de viés. O rigor necessário para garantir a validade interna e externa foi observado em poucos estudos.

Descriptors: Noise Measurement; Intensive Care Unit Neonatal; Review Literature as Topic.

Introducción

La incorporación de tecnologías para el cuidado de los recién nacidos(RN) contribuyó para el aumento de la sobrevivencia, sin embargo transformó las unidades neonatales (UN) en locales muy ruidosos⁽¹⁻²⁾. Los ruidos presentes en esos ambientes pueden afectar a los RN desencadenando: aumento en las frecuencias cardíaca, respiratoria y caída en la saturación periférica de oxígeno; menor tiempo de permanencia en los estados de sueño y

dificultad para mantener el estado de sueño profundo; y, alteraciones en la actividad motora⁽³⁻⁴⁾.

Organizaciones de salud y de expertos han tratado de establecer recomendaciones en cuanto a los niveles de ruido en las UN. La OMS recomienda que en los ambientes hospitalarios estos no deben superar 30 dB(A)⁽⁵⁾. El comité interdisciplinario norteamericano indica tratamiento acústico a fin de que el ruido habitual no exceda los

parámetros recomendados: Leq (Equivalent Continuous Sound Level) horario de 45 dB(A), L10 también horario de 50 dB(A) y Lmax de 65 dB(A)⁽⁶⁾. En Brasil la NBR 10152 apunta como aceptables para salas cuna niveles de hasta 45 dB(A), pero no especifica límites para las UN⁽⁷⁾.

A pesar de que sea preciso ampliar el conocimiento sobre los daños provocados por la exposición precoz a niveles elevados de ruido, la permanencia en la UN por un período mayor de 48 horas es considerado factor de riesgo para déficit auditivo⁽⁸⁻⁹⁾. Además de eso, alteraciones observadas en el desarrollo de los prematuros ha estimulado la implantación de nuevos abordajes de cuidado que incluyen modificaciones en el ambiente físico de las UN, con especial atención para la monitorización y control de los niveles de ruido, cuestión en la cual los profesionales de enfermería han desempeñado un papel fundamental tanto internacional^(1,4) como nacionalmente⁽¹⁰⁾.

Por el riesgo potencial que el ruido representa para la clientela asistida en las UN es preciso que los niveles sonoros presentes en esos locales sean conocidos, ya que ese conocimiento es fundamental para la implantación de cambios que posibiliten su control y reducción. Debido a las características físicas, cantidad de equipamientos y movimientos de personal, la medición del ruido en UN es una tarea compleja y un gran desafío. Algunos autores⁽¹¹⁻¹²⁾ y organizaciones⁽¹³⁾ han estudiado los conceptos teóricos de la acústica y las preguntas metodológicas que atienden la especificidad de esta mensuración. Además de eso, desde la década del 70, diversos investigadores se han dedicado a evaluar los niveles sonoros en el ambiente y en las incubadoras de diferentes UN. Conocer como la mensuración fue hecha por ellos puede proporcionar una base más sólida para el desarrollo de nuevas investigaciones. De esa forma el presente trabajo presenta una revisión sistemática de literatura (RSL) para evaluar la calidad metodológica de los estudios que midieron ruido sonoro en el ambiente y en las incubadoras de las unidades neonatales.

Metodología

Se realizó una RSL con busca bibliográfica en las bases electrónicas Medline, Scielo, Lilacs, BDNF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI y Scirus, sin limitación temporal, a través de múltiples combinaciones de las palabras clave en portugués, castellano e inglés: ruido, neonatal, ambiente, unidad de cuidados intensivos neonatales, incubadora, recién nacidos, mensuración, nivel sonoro, nivel de presión sonora, metrología, polución sonora. Se realizó también levantamiento de tesis y disertaciones además

de las referencias citadas en los artículos seleccionados, búsqueda manual y consulta a expertos.

Sobre los estudios recuperados a través de las estrategias de búsqueda, una primera selección fue realizada por medio de lectura de sus títulos, formándose el conjunto de estudios identificados. A partir de la lectura de los resúmenes de los estudios identificados se aplicó el criterio de inclusión "mensurar ruido en el ambiente de las unidades neonatales y/o incubadoras", resultando en los estudios seleccionados que fueron leídos totalmente, siendo incluidos aquellos en que se confirmó el criterio establecido. Además de los estudios que no atendieron al criterio, fueron excluidos artículos de revisión de literatura, notas de investigación, notas editoriales y cartas al lector.

Fue elaborado un instrumento para evaluar la calidad metodológica⁽¹⁴⁾ de los estudios el cual tuvo como base la revisión de literatura sobre acústica, en las normas brasileñas y citas de las normas internacionales pertinentes y en discusiones con expertos en neonatología, epidemiología e ingeniería acústica.

La validación de contenido, hecha por tres expertos en neonatología y tres en acústica a través de un cuestionario, evaluó los ítems del instrumento en cuanto su aplicabilidad, claridad en la formulación, especificidad de las instrucciones, potencialidad de sesgo, redundancia y estado de incompleto. Cada uno de esos conceptos fue relacionado a una escala numérica - tipo Likert - donde la selección de la mayor puntuación correspondía al mejor juzgamiento⁽¹⁴⁾. Fueron obtenidas las siguientes medidas como resumen de las puntuaciones finales de la validación: amplitud, mediana, media y desviaciones estándar.

La confiabilidad interobservador del instrumento fue evaluada por tres investigadores en una muestra aleatoria de 43% de los artículos incluidos enmascarados. Para su análisis fue utilizado el coeficiente de correlación intraclases (ICC) con límite de confianza de 95%.

Cada ítem del instrumento fue considerado un criterio de calidad de mensuración de ruido en ambiente neonatal, siendo calculado el porcentaje de estudios que atendió a cada criterio.

Resultados

La busca bibliográfica para esta RSL ocurrió entre Julio de 2005 y Agosto de 2006 y entre Diciembre de 2007 y Marzo de 2008. El proceso de búsqueda y el número de artículos en las fases de recuperación, identificación y selección pueden ser visualizados en la Figura 1.

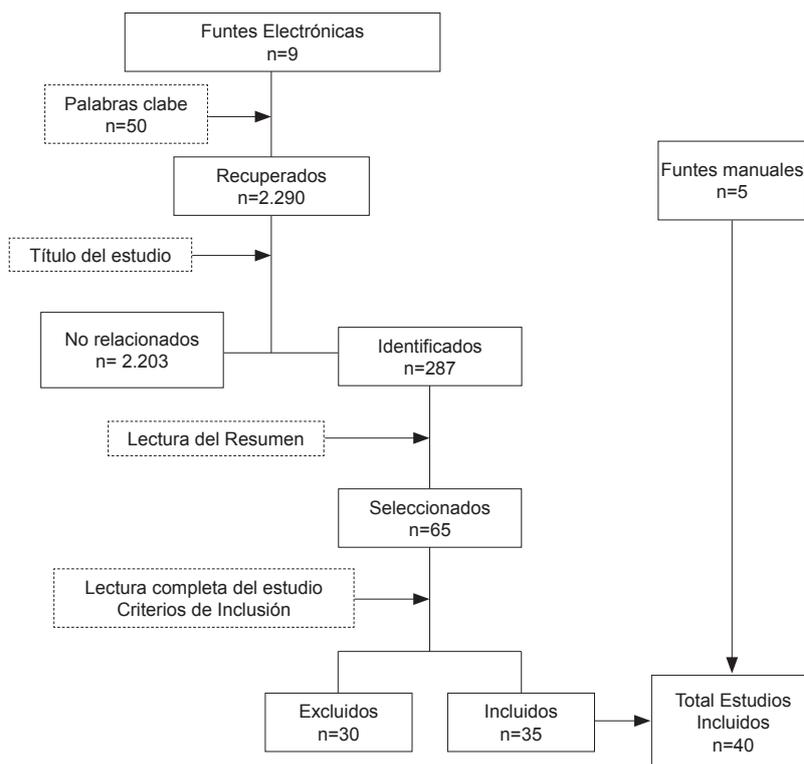


Figura 1 - Proceso de busca bibliográfica y número de artículos recuperados.

La versión final del instrumento de evaluación de los artículos se compone de 5 módulos: Módulo I - identificación del estudio; Módulo II - caracterización de los ambientes neonatales; Módulo III - metodología de mensuración; Módulo IV - mensuración en el interior de las incubadoras con RN; Módulo V - diseño del estudio. Las notas finales de la validación de contenido variaron de 6,3 a 9,9, con mediana de 7,6 y media 7,9 (DE=1,3). Los promedios de las evaluaciones por módulo variaron de 7,6 (DE=1,2) a 8,1 (DE=1,6), y fueron muy próximas de las medianas. El módulo II obtuvo el concepto promedio más elevado (8,1), seguido de los módulos III con 7,9, IV con 7,8 y V con 7,6. La nota promedio obtenida por cada pregunta del cuestionario de validación presentó mayor variabilidad: entre 6,0 a 9,6. Entre las contribuciones significativas de los expertos se resalta la inclusión de

ítem sobre calibración de los instrumentos y la retirada de algunos ítems pertinentes al área arquitectónica.

La evaluación de la confiabilidad interobservador en 18 artículos resultó en un ICC global de 0,89 (intervalo de confianza 0,75 - 0,95). Para el módulo II fue 0,28 (-0,58 - 0,71), para el módulo III fue 0,89 (0,76 - 0,96), para el módulo IV fue 0,65 (0,22 - 0,86) y para el módulo V fue 0,83 (0,63 - 0,93).

Los 40 estudios incluidos fueron divididos en Grupo A, con 24 estudios⁽¹⁵⁻³⁸⁾ que realizaron medidas solamente en el ambiente de la unidad neonatal y Grupo B, con 16 estudios⁽³⁹⁻⁵⁴⁾ que realizaron medidas tanto en el ambiente como en la incubadora. Los porcentajes de adhesión a los criterios de calidad evaluados por el instrumento están en la Tabla 1.

Tabla 1 - Porcentaje de estudios que atendió a los criterios de calidad de análisis crítica: Grupo A (n=24) midieron ruido sonoro en el ambiente neonatal y Grupo B (n=16) midieron en el ambiente y en el interior de la incubadora con recién nacido presente

Criterios de calidad por módulo	A %	B %
Módulo II – Caracterización de los ambientes neonatales		
II.1. Refirió el nivel de ruido en el área externa	13	6
II.2. Describió las medidas del área física/planta	88	38
II.3. Relacionó las estrategias de mensuración a el área física	83	44
II.4. Describió la presencia/ausencia de tratamiento acústico	33	33
II.5. Describió la cantidad de camas	67	44
II.6. Informó el número de camas ocupadas	25	6
II.7. Consideró los aparatos en funcionamiento	58	56

(continúa...)

Tabla 1 - *continuación*

Criterios de calidad por módulo	A %	B %
Módulo III - Metodología de mensuración		
III.1. Informó la unidad de referencia	100	100
III.2. Describió el equipamiento de medida	100	100
III.3. Citó la utilización de normas	29	13
III.4. Describió el tiempo de adquisición de la señal sonora	100	63
III.5. Informó la utilización de filtro de compensación (A, B o C)	88	88
III.6. Informó la forma de adquisición (intermitente o continua)	79	69
III.7. Informó la escala temporal utilizada	63	56
III.8. Informó la posición del micrófono	75	63
III.9. Describió el n° de eventos sonoros registrados	29	31
III.10. Describió la posición del equipamiento en relación a las fuentes	13	0
III.11. Realizó la medida en Leq	71	44
a. Lmin	8	13
b. Lpeak	25	13
c. Lmax	38	19
III.12. Asoció la medida en Leq a las fuentes	46	31
a. Asoció la medida en Leq a diferentes períodos	54	13
b. Asoció la medida en Leq a diferentes eventos	33	0
III.13. Asoció los valores de Lpeak con las fuentes	25	13
III.14. Discriminó las fuentes de ruido	75	75
III.15. Utilizó diario de campo para identificar las fuentes	33	44
III.16. Asoció picos de ruido a las fuentes	46	38
Módulo IV - Mensuración en las incubadoras con RN		
IV.1. Informó posición del micrófono en la incubadora	-	81
IV.2. Describió dispositivos de soporte vital en funcionamiento	-	69
IV.3. Describió exposición al ruido ambiente de la unidad	-	69
IV.4. Asoció picos de ruido con momentos de manoseo de la incubadora	-	31
Módulo V - Diseño del estudio		
V.1. Realizó análisis de confiabilidad	13	25
V.2. Describió la calibración del equipamiento	67	56
V.3. Enmascaró el momento real de la medida	17	13
V.4. Informó la especialidad de quien manipulaba el equipamiento	13	13
V.5. Informó sobre entrenamiento	29	13
V.6. Utilizó muestra de ruido representativa de diferentes períodos	42	31
V.7. Utilizó muestra representativa de diferentes tipos de ruido	46	31
V.8. Describió la cantidad promedio de personas presentes	25	19

Grupo A⁽¹⁵⁻³⁸⁾Grupo B⁽³⁹⁻⁵⁴⁾

Discusión

El instrumento de evaluación de los estudios incluidos alcanzó un grado de validez⁽¹⁴⁾ de faz satisfactorio (79%). También se reveló confiable en lo que se refiere a la variabilidad interobservador, conforme los valores de ICC, excepto en el módulo II, donde fueron observadas dificultades en la caracterización del ambiente neonatal.

Los criterios de calidad evaluados fueron más atendidos en los estudios que mensuraron el ruido sonoro solamente en el ambiente de la UN (Grupo A) que en aquellos que realizaron la medida también en la incubadora (Grupo B). Tal hecho demuestra la complejidad de esa tarea, que exige proyectos específicos y detallados.

Caracterización de los ambientes neonatales

Debido a la forma de propagación de las ondas sonoras, la comprobación de las dimensiones físicas y

la evaluación detallada de la arquitectura de los locales donde el ruido es medido son etapas que posibilitan una planificación adecuada de las estrategias de mensuración⁽¹³⁾. En esta revisión la mayoría de los estudios del Grupo A⁽¹⁵⁻³⁴⁾ tuvo mayor rigor en relación a esos aspectos que los del Grupo B⁽³⁹⁻⁴²⁾.

El número de camas ocupadas en los momentos de la medida es otro aspecto que precisa ser considerado, ya que circunstancias que interfieren en los niveles sonoros tales como el nivel de actividad, el número de personas circulando y de equipamientos de soporte vital en funcionamiento, son directamente proporcionales a la tasa de ocupación⁽¹²⁾. Esa información fue localizada en apenas 25% de los estudios del Grupo A^(28-29,31-34) y en 6% de los estudios del Grupo B⁽⁴³⁾.

Los equipamientos de soporte vital en uso constituyen una de las principales fuentes de ruido en las UN⁽¹²⁾. Una proporción de 57% de los estudios consideró la presencia

de esos equipamientos en las estrategias de mensuración. Los que más detalladamente abordaron esta cuestión fueron aquellos cuyo objetivo estaba relacionado a la identificación de las fuentes^(19,24,28-30,33-34,35-36), asociada a la adopción de intervenciones para la reducción del ruido ambiental^(20,23,41,44).

La utilización en las UN de materiales con capacidad de absorción sonora surge y se consolida recientemente^(6,12). Anteriormente, se utilizaban revestimientos y pisos de fácil limpieza, debido a la necesidad de prevención y control de infecciones, sin embargo con alto grado de reflexión de las ondas sonoras⁽¹²⁾. Tal hecho puede explicar que la descripción de tratamiento acústico hubiese sido encontrada apenas en 33% de los estudios de ambos grupos^(23-25,27,31,41,44-45), realizados a partir del año 2000, en unidades que efectuaron cambios estructurales para disminuir los niveles de ruido.

La NBR 10.151⁽¹³⁾ establece que en el levantamiento de niveles de ruido se debe medir también externamente los límites del local que contienen las fuentes. Un número mínimo de estudios (10% del total) hace referencia al nivel de ruido en el área externa próxima al ambiente neonatal, siendo mayor en el Grupo A^(15,20,33) que en el Grupo B⁽⁴⁰⁾.

Metodología de mensuración

La descripción del equipamiento de medida fue encontrada en la totalidad de los estudios, habiendo sido observada la utilización principalmente de medidores de NPS (nivel de presión sonora), como recomendado por la NBR 10.151⁽¹³⁾. Se destaca en estudios más recientes^(23,27,31,33,37,44) el uso de sistemas computacionales, con programas de captación y de procesamiento de la señal sonora, que permiten mayor tiempo de captación y mayor flexibilidad en el análisis de la señal. El análisis de diferentes frecuencias sonoras motivó el uso de bandas de octava⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾.

Todos los estudios evaluados realizaron la medida en dB mostrando el seguimiento de las recomendaciones encontradas en las normas y en la literatura específica^(11,13). Sin embargo, las citas de las normas utilizadas fue encontrada en un número reducido de estudios tanto del Grupo A^(20,22-24,29,33-34) como del Grupo B⁽⁴⁵⁻⁴⁶⁾. Es importante resaltar que esas recomendaciones son muchas veces genéricas y pueden no atender a toda la complejidad específica de la mensuración de ruidos en los ambientes neonatales, debido a la diversidad de las características físicas de las unidades, de las fuentes emisoras y del tipo de asistencia necesaria. Un ejemplo es la recomendación⁽¹³⁾ de medir en por lo menos tres posiciones distintas, siempre que posible, con alejamiento de por lo menos 0,5 m entre ellas y distancia mínima de 1 metro entre el micrófono

y cualquier tipo de superficie como pared, techo, piso y muebles para evitar interferencias y reflexiones. A pesar de que el local de colocación del micrófono hubiese sido informado en 75% de los estudios del Grupo A el detalle no fue hecho.

La ausencia de descripción del tipo de filtro de compensación y del tipo de escala temporal utilizados impide la comparación de los resultados y su inadecuación lleva a sesgo de medida. Una alta proporción de los estudios (88%) informó el tipo de filtro de compensación. El filtro A, más indicado para mensuración en ambiente con RN⁽¹¹⁾, fue el más utilizado. Para la medida de ruidos intensos de corta duración es indicado el uso del filtro C o L⁽¹¹⁾. De los ocho estudios que tenían como objetivo medir ruidos con esas características, tres utilizaron el filtro C^(19,25,34) y dos el L^(27,49). Un poco más de la mitad de los estudios de los Grupos A^(16-17,21-25,27-28,30-34,36) y B^(40-42,44,46,49-51) informaron el tipo de escala temporal utilizada. Para evaluar el ruido en las UN la escala más recomendada es la *slow*, pero determinadas situaciones de mensuración como la medida de picos de ruido demandan la utilización de la escala *fast* o *impulse*⁽¹¹⁾.

La medida en Leq^(11,13), fuertemente recomendada, fue utilizada en 71% de los estudios en el Grupo A^(16,20-21,23-25,27,29-34,36-38) y en 44% en el Grupo B^(41-42,44,46,49-51). Vale resaltar que una mayor frecuencia de este tipo de medida fue observada a partir de la década de 90, tal vez por el desarrollo tecnológico de los equipamientos de mensuración y posterior disponibilidad de microcomputadores personales y programas computacionales.

Identificar fuentes de ruido de impulso es un aspecto fundamental en la decisión de cuales intervenciones serán necesarias para reducir los niveles sonoros. En 75% de los estudios de ambos grupos hubo discriminación de ese tipo de fuente. En el Grupo A fueron identificados: alarmas de los aparatos de soporte vital^(17,22,24,27-30,32,34-35); conversación del equipo^(19,21-22,24-25,28,30,32,34,37); manoseo de armarios, gavetas, latas de basura y puertas^(24,26-27,30,32); caídas de objetos^(24,30); movimiento de muebles y aparatos^(17,22,30); campanillas de teléfono^(28,30); manoseo de lavatorios⁽²⁷⁾ y tránsito de profesionales⁽¹⁷⁾. En el Grupo B, además de las alarmas de los aparatos^(40-42,44,48,51-52) y de la conversación^(41,43-44,49-51), también fueron identificadas las actividades del equipo en las proximidades de la incubadora^(41,50-51), la abertura y cierre de las puertas de la incubadora⁽⁴⁹⁻⁵⁰⁾, los contactos voluntarios o involuntarios con la cúpula⁽⁵⁰⁾ y el manoseo de puertas y gavetas⁽⁴⁹⁾. Para esas identificaciones la estrategia más empleada fue el registro, en instrumentos específicos, de los momentos de emisión del ruido de impulso y de sus respectivas fuentes, con posterior asociación a los

niveles sonoros medidos^(17,24,28,30,32-34,37,40-41,43-44,49-50,52).

Otro aspecto importante consiste en la asociación de los niveles de ruido medidos con los días de la semana y períodos del día debido a las oscilaciones de la rutina asistencial en las UN. Eventos frecuentes que ocurren en momentos aleatorios como discusiones de casos, situaciones de urgencia y admisiones también deben ser considerados. Tal asociación fue observada predominantemente en los estudios del Grupo A, entre niveles medidos y días de la semana o períodos del día^(16,19-21,23-24,27,30,32-34,37-38) y entre niveles medidos y diferentes eventos^(16,19-21,24,32-34,37-38). En el Grupo B apenas dos estudios⁽⁵⁰⁻⁵¹⁾ asociaron los niveles medidos a días de la semana o períodos del día.

La mayor dificultad de esta revisión fue conferir el tiempo de adquisición de la señal sonora y evaluar su representatividad, expuesta con claridad y concretamente en apenas un estudio⁽²⁷⁾. La variabilidad relacionada a los diferentes períodos del día, días de la semana y turnos de trabajo precisa ser considerada⁽¹⁹⁾, como también la frecuencia de los diferentes eventos que hacen parte de la rutina asistencial de las UN.

Aspectos específicos de la mensuración en el interior de las incubadoras con RN

Debido al espacio reducido, el local de colocación del micrófono en las incubadoras es una cuestión todavía más crítica que en el ambiente y no hay ningún reglamento específico. La mayor parte de los estudios del Grupo B^(39,41-42,44-46,49-50,52-54) informó haber colocado el micrófono próximo a uno de los oídos del recién nacido sin describir exactamente la posición. Para evitar interferencia de la vibración producida por la incubadora, se sugiere mantener el micrófono suspenso sin contacto con cualquier superficie^(11,47).

Dos tercios de los estudios^(39,41-42,44-45,47,49,52-54) consideraron las situaciones que interfieren directamente en los niveles de ruidos captados en el interior de las incubadoras: utilización de dispositivos de soporte vital para el neonato y exposición al ruido de la unidad a través de la posición de la porta central y de las puertas de la incubadora. Sin embargo, apenas un porcentaje pequeño^(40-41,49-50,54) describió asociación entre el manoseo de la incubadora y la ocurrencia de picos de ruido en su interior. Situaciones como abrir y cerrar de las puertas (de la incubadora u otras) de cuidados intensivos, movimientos de la bandeja del colchón y colocación de objetos sobre la cúpula pueden provocar ruidos que varían de 78 a 93 dB⁽¹⁰⁾.

Toda y cualquier exposición sonora continua de baja frecuencia, como el motor de la incubadora, de media

frecuencia (voces humanas), de alta frecuencia (alarmas de los aparatos, campanillas de los teléfonos) y también los ruidos provenientes del manoseo de las incubadoras debe ser considerados durante la mensuración en el interior de las mismas, ya que representan un riesgo potencial a la salud del RN⁽²⁾.

Diseño del estudio

El rigor metodológico necesario para garantizar la validez interna y externa, así como la confiabilidad de los resultados obtenidos no fue observado en la mayoría de los estudios.

La calibración del equipamiento, procedimiento obligatorio antes de la realización de las medidas^(7,11,13), fue referida en 67% de los estudios del Grupo A y en 56% del grupo B.

El número de personas presentes en la unidad durante la mensuración fue informado en un número reducido de estudios^(24,27,31-34,44,50-51). Ese indicador es considerado un importante determinante de los niveles de ruido^(30,32,44), debido a las actividades desarrolladas por las personas^(30,43), específicamente la conversación^(25,30,32,34,43-44).

En la mayoría de los estudios no hubo preocupación en enmascarar el real momento de realización de las medidas, lo que puede causar sesgo en los resultados, ya que el comportamiento de las personas en general se altera durante la observación.

La información sobre entrenamiento/sensibilización de las personas antes de la mensuración fue encontrada principalmente en los estudios cuyo objetivo consistía en evaluar los niveles de ruido antes y después de intervenciones para modificar el comportamiento del equipo^(17,23,26,29,37,43-44).

Verificar como se hizo el muestreo de los ruidos y la representatividad de esas muestras fue otra gran dificultad encontrada en esta revisión. Un importante obstáculo consiste en el establecimiento de un concepto de representatividad de la muestra, ya que los niveles de ruido oscilan de acuerdo con la realidad dinámica de funcionamiento de las UN. Una posibilidad sería considerar apenas los eventos pasibles de intervención. En los estudios analizados, 37% describieron una muestra considerada representativa por el instrumento^(16-17,19,23-24,27,30,32-33,36,40-41,44,50-51). En los demás no fue posible saber cuál fue el diseño del muestreo, si este existió o si no fue descrito. Inclusive cuando el objetivo no es el de intervenir, un aspecto importante para la calidad del diseño del estudio es la descripción clara del diseño del muestreo. En el tamaño de la muestra se resalta que cuanto mayor el tiempo de captación y menor el tiempo de integración de la señal sonora mayor es la posibilidad de que esta sea representativa.

Son muchas y de naturaleza diversa las posibles fuentes de variabilidad de mensuración que serían objeto de análisis de confiabilidad. Se destaca en algunos estudios^(24,30,32,41,49) el análisis de confiabilidad de los registros de campo para identificar fuentes de ruido y eventos relacionados. Los investigadores fueron previamente entrenados y los resultados de la observación concomitante comparados para evaluar a reproductibilidad.

Consideraciones finales

Esa revisión evidenció gran variabilidad en relación a los métodos empleados para la mensuración de los niveles sonoros en el ambiente de las UN y en las incubadoras, con destaque para inconsistencias en el tamaño y representatividad de las muestras, en las configuraciones de los aparatos de medida, en los locales de captación de la señal sonora y en la evaluación de las circunstancias que contribuyen para los niveles presentes. Mostró también que a lo largo del tiempo ocurrieron avances y mejoras significativas en la calidad metodológica de los estudios debido al perfeccionamiento de las tecnologías disponibles para la mensuración del ruido y al trabajo de estudiosos de ese campo.

Debido a la vulnerabilidad de la clientela asistida el control del nivel de ruido ambiental debe ser una práctica adoptada por todas las UN. Como cada unidad posee características físicas y de funcionamientos propios, la mensuración de este, mismo siendo una tarea compleja, precisa ser realizada en cada una de ellas. Además de eso, más investigaciones son necesarias para que sean establecidos los niveles sonoros que no coloquen en riesgo la salud de los RN, principalmente de los prematuros. El primero paso para conducir esas investigaciones es el conocimiento, de forma precisa, de los niveles de ruido presentes tanto en el ambiente de las unidades como en las incubadoras. Las recomendaciones apuntadas en la discusión del presente trabajo pueden contribuir para la estructuración de nuevas investigaciones en las cuales la mensuración de los niveles sonoros sea realizada con la mayor calidad posible en relación a la etapa actual del conocimiento en ese campo.

Fue posible observar que la producción nacional de trabajos en el área temática en cuestión es todavía incipiente, ya que la mayoría de los estudios fue realizada en otros países. Sin embargo, es importante resaltar que de los siete trabajos brasileños analizados, seis fueron desarrollados con la participación directa de enfermeros investigadores. Tal hecho muestra que la enfermería brasileña, en consonancia con los nuevos abordajes del

cuidado neonatal, está preocupada en adecuar el ambiente de las UN para la permanencia de los RN, particularmente en lo que se refiere a los niveles del ruido sonoro. Este trabajo puede ser una importante fuente de consulta para el desarrollo de esta tarea.

Referencias

1. Zahr L. Two contrasting NICU environments. *MCN Am J Matern Child Nurs.* 1998;23:28-36.
2. Morris BH, Philbin MK, Bose C. Physiological effects of sound on the newborn. *J Perinatol.* 2000;20(Suppl):S54-9.
3. Long JG, Lucey JF, Philip AGS. Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. *Pediatrics.* 1980;65(1):143-5.
4. Zahr L, Balian S. Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU. *Nurs Res.* 1995;44(3):179-85.
5. World Health Organization (WHO). Guidelines for Community Noise. Noise sources and their measurement. 1999. [cited 2005 Ago 10]. Disponible em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
6. Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of seventh census conference on newborn ICU design; 2007. [cited 2008 Nov 6]. Disponible em: <http://www.nd.edu/~nicudes/>
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152 - Avaliação do ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT; 1987.
8. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. *Pediatrics.* 2007;120(4):898-921.
9. Uchoa NT, Procianny RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *J Pediatr. (Rio J).* 2003;79(2):123-8.
10. Rodarte MDO, Scochi CGS, Leite AM, Fujinaga CI, Zamberlam NE, Castral TC. O ruído gerado durante a manipulação das incubadoras: Implicações para o cuidado de enfermagem. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2005;13(1):79-85.
11. Gray L, Philbin MK. Measuring sound in hospital nurseries. *J Perinatol.* 2000;20(Suppl):S99-S103.
12. Evans JB, Philbin MK. Facility and operations planning for quiet hospital nurseries. *J Perinatol.* 2000;20(Suppl):S105-S12.
13. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro; 2000.
14. Streiner DL, Norman GR. Health Measurement Scale: A practical guide to their development and use. 3.ed. Oxford: Oxford University Press; 2003. 283 p.

15. Gädeke R, Döring B, Keller F, Vogel A. The noise level in a childrens hospital and the wake-up threshold in infants. *Acta Paediatr Scand.* 1969;58:164-70.
16. Robertson A, Kohn J, Vos P, Cooper-Peel C. Establishing a noise measurement protocol for neonatal intensive care units. *J Perinatol.* 2001;18(5):126-30
17. Johnson A. Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise. *J Perinat Neonat Nurs.* 2003;17(4):280-8.
18. Levy GD, Woolston DJ, Browne JV. Means noise amounts in level II vs level III neonatal intensive care units. *Neonat Netw.* 2003;22(2):33-8.
19. Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery. *J Perinatol.* 1998;18(5):361-4.
20. Guimarães H, Oliveira AM, Spratley J, Mateus M, d' Orey C, Coelho JL, et al. Le bruit dans une unité de soins intensifs néonataux. *Arch Pédiatr.* 1996;3:1065-8.
21. Krueger C, Wall S, Parker L, Nealis R. Elevated sound levels within a busy NICU. *Neonat Netw.* 2005;24(6):33-7.
22. Holsbach L, De Couto JA, Godoy PCC. Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo [internet]. Proceedings; 23-25 maio 2001; Cuba. II Congresso Latino de Engenharia Biomédica. [acesso 16 abr 2006]. Disponível em: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00208.pdf>
23. Philbin MK, Gray L. Changing Levels of Quiet in an Intensive Care Nursery. *J Perinatol.* 2002;22(6):455-60.
24. Ichisato SM. Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2004. 170 p.
25. Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Contribution of heating, ventilation and air conditioning airflow and conversation to the ambient sound in a neonatal intensive care unit. *J Perinatol.* 1999;19(5):362-6.
26. Thear G, Wittmann-Price RA. Project noise buster in the NICU. *AJN Am J Nurs.* 2006;106(5):64AA-64EE.
27. Williams AB, Drongelen Wvan, Lasky RE. Noise in contemporary neonatal intensive care. *J Acoust Soc Am.* 2007;121(5):2681-90.
28. Nzama NPB, Nolte AGW, Dörfling CS. Noise in a neonatal unit: Guidelines for the reduction or prevention of noise. *Curationis.* 1995;18(2):16-21.
29. Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs.* 2007;32:250-3.
30. Chang YJ, Lin CH, Lin LH. Noise and related events in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Taiwan.* 2001;42(4):212-7.
31. Krueger C, Schue S, Parker L. Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction. *MCN Am J Matern Child Nurs.* 2007;32(6):358-62.
32. Ichisato SMT, Scochi CGS. Ruídos na unidade de cuidado intensivo neonatal durante as passagens de plantão (enfermagem e/ou médica) e visita médica. *Ciênc Cuidado Saúde.* 2006;5(Suppl):127-33.
33. Zamberlan NE. Ruído na unidade de cuidado intermediário neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2006. 96 p.
34. Kakehashi TY, Pinheiro EM, Pizzaro G, Guilherme A. Nível de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. *Acta Paul Enferm.* 2007;20(4):404-9.
35. Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs.* 1989;14(4):249-5.
36. Brandon DB, Ryan DN, Barnes AH. Effect of environmental changes on noise in the NICU. *Neonat Netw.* 2007;26(4):213-8.
37. Laroche C, Fournier P. Study of noise levels in a neonatal intensive care units. 1998. [cited: 2006 Mar 28]. Disponível em: <http://viola.usc.edu/paper/acoustic>
38. Ardura J, Andrés J, Aldana J, Revilla MA, Cornélissen G, Halberg F. Computer analysis of environmental temperature, light and noise in intensive care: Chaos or chronome nurseries? *Med Hypotheses.* 1997;49:191-202.
39. Laura P, Lamalfa S, Besendo AR, Alvarez R. Los ruidos em neonatologia: Riesgos y precauciones. *Arch Arg Pediatr.* 1986;84:243-8.
40. Saraiva C.A. Fatores físico-ambientais e organizacionais em uma unidade de terapia intensiva neonatal: Implicações para a saúde do recém-nascido [Dissertação de Mestrado Profissional]. Porto Alegre (RS): Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2004. 99 p.
41. Chang YJ, Pan YJ, Lin YJ, Chang YZ, Lin CH. A noise – sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit. *Am J Perinatol.* 2006;23(5):265-71.
42. Gädeke R, Petersen P, Liddle IW. Studies on noise stress caused by infant incubators. *Monatsschr Kinderheilkd.* 1979;127(3):144-8. German.
43. Elander G, Hellström G. Reduction of noise levels in intensive care units for infants: Evaluation of an intervention program. *Heart & Lung.* 1995;24(5):376-9.
44. Byers JF, Waugh WR, Lowman LB. Sound level exposure of high-risk infants in different environmental conditions. *Neonat Netw.* 2006;25(1):25-32.
45. Johnson A. Neonatal response to control of noise inside the incubator. *Pediatr Nurs.* 2001;27(6):600-5.

46. Carvalho A, Pereira LF. Ruído em incubadoras e unidades de cuidados intensivos em neonatologia [Internet]. Proceedings; 4-8 abr 1998; Florianópolis. I Congresso Ibero-Americano de Acústica; [acceso: 14 abr 2006]. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt>
47. Blennow G, Svenningsen NW, Almquist B. Noise levels in infant incubators: Adverse effects? *Pediatrics*. 1974;53(1):29-32.
48. Vietor KW, Manzke H. Development of noise and decrease of noise in intensive – care deirces. *Monatsschr Kinderheilkd*. 1997;125(5):439-40. German.
49. Rodarte MDO. Exposição e reatividade do prematuro ao ruído intenso durante o cuidado em incubadora [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2007. 204 p.
50. Benini F, Magnavita V, Lago P, Arslan E, Pisan P. Evaluation of noise in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol*. 1996;13(1):37-41.
51. Kent W, Tan AKW, Clarke MC, Bardell T. Excessive noise levels in the neonatal ICU: Potential effects on auditory system development. *J Otolaryngol*. 2002;31(6):355-60.
52. Saunders A. Incubator noise: A method to decrease decibels. *Pediatr Nurs*. 1995;21(3):265-8.
53. Anagnostakis D, Petmezakis J, Messaritakis J, Matsaniotis N. Noise pollution in neonatal units: A potential health hazard. *Acta Paediatr Scand*. 1980;69(6):771-3.
54. Parrado M, Costa AO Filho. O berçário de alto risco e o ruído das incubadoras. *Pró-Fono*. 1992;4(1):31-4.

Recibido: 8.3.2010

Aceptado: 3.12.2010

Como citar este artículo:

Nogueira MFH, Piero KC, Ramos EG, Souza MN, Dutra MVP. Mensuración de ruido en unidades neonatales e incubadoras con recién nacidos: revisión sistemática de literatura. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. jan.-feb. 2011 [acceso en:];19(1):[10 pantallas]. Disponible en:

día

año

mes abreviado con punto

URL