

Efectos del Ruido en Ambiente Hospitalario Neonatal

EFFECTS OF NOISE IN NEONATAL HOSPITAL ENVIRONMENT

Patricia Fernández D¹, Nivia Cruz J²

1. Enfermera Especialista en Recién Nacido Alto Riesgo, Magister en Salud Pública (Mención Salud Ocupacional) Profesor Adjunto, Escuela de Enfermería, Pontificia Universidad Católica.
2. Enfermera-Matrona Diplomada en Salud Familiar, Magister en Salud Pública (Mención Salud Ocupacional) Profesor Adjunto, Escuela de Enfermería, Pontificia Universidad Católica.

RESUMEN

La introducción de equipamiento técnico para mejorar la supervivencia de neonatos gravemente enfermos hospitalizados en unidades de cuidado intensivo ha dado como resultado un ambiente con gran contaminación acústica. Los efectos en la audición del prematuro pueden ser de lenta aparición y muchas veces pasar inadvertidos. Se debe recordar que los neonatos menores de 1.500 g permanecerán en estas unidades por largo tiempo debido a sus condiciones de peso y edad gestacional, lo que los hace susceptibles a sufrir mayor daño.

También es importante conocer que la adquisición del lenguaje en un niño se realiza antes de los seis meses, si existe indemnidad auditiva, para lo cual es fundamental realizar un diagnóstico y una intervención precoz en aquellos neonatos con problemas de hipoacusia. Existen recomendaciones precisas a nivel del ministerio de salud, como es el screening a través de potenciales evocados y/o emisiones otoacústicas a todos los neonatos de riesgo.

Enfermería tiene una gran oportunidad de reflexionar respecto al cuidado integral del neonato, elaborar intervenciones que permitan un desarrollo y organización cerebral adecuados para el recién nacido, siendo el ruido uno de los componentes del ambiente que se debe controlar para evitar el daño potencial en la audición.

(Fernández P, Cruz N. 2006. Efectos del Ruido en Ambiente Hospitalario Neonatal. *Cienc Trab*, Abr.-Jun.;8(20):65-73)

Descriptores: RUIDO, OCUPACIONAL, EFECTOS ADVERSOS; EQUIPOS Y SUMINISTROS; CUIDADO INTENSIVO NEONATAL, PREMATURO; TRANSTORNOS DE LA AUDICIÓN; PÉRDIDA AUDITIVA; ESTUDIOS DE EVALUACIÓN; CHILE.

ABSTRACT

The introduction of technical equipment for improving survival of seriously ill neonates hospitalised in intensive care units has resulted in a high acoustic pollution environment. The effects on the premature baby hearing may appear slowly and many times they go unnoticed. It must be remembered that neonates weighing less than 1500 g will stay in these units for a long time, due to their weight and gestational conditions which make them susceptible to suffer greater damage.

It is also important to know that language in a child is acquired before six months of age, if there is no hearing damage, for which reason an early diagnosis and intervention is fundamental in those neonates having hypacusia problems. There are precise recommendations at Ministry of Health level such as screening through evoked potentials and/or otoacoustic emissions to all neonates at risk.

Nursing has a big chance to reflect on integral care of neonates, develop interventions allowing a brain development and organization suitable for the neonate, being noise one of the environment components that must be controlled to prevent potential hearing damage.

Descriptors: NOISE, OCCUPATIONAL ADVERSE EFFECTS; EQUIPMENT AND SUPPLIES, INTENSIVE CARE, NEONATAL; INFANT, PREMATURE; HEARING DISORDERS; HEARING LOSS; EVALUATION STUDIES; CHILE.

INTRODUCCIÓN

Los servicios de neonatología en el sector público del país atienden a recién nacidos de cada vez menor peso y edad gestacional, lo que hace que aumente la complejidad de su atención y que se requiera de personal más especializado.

Gracias a los nuevos conocimientos y tecnologías, estos niños en las Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal (UCIN) sobreviven en un porcentaje importante, correspondiendo a un 90% para los prematuros que tienen un peso de nacimiento entre 1.250 y 1.500 g (Morgues et al. 2002).

En el ambiente de la UCIN se potencian las características

anatomo-fisiológicas de los niños con los estímulos nocivos tales como alta exposición a ruido provocado por las alarmas de los monitores, motores de incubadoras, conversaciones en voz alta del equipo de salud, sonido de teléfonos, radios, ruidos que están presentes de día y de noche, lo que impide la organización del sueño y el descanso necesarios para un óptimo crecimiento y desarrollo de los prematuros.

Es importante describir este factor de riesgo al que están expuestos los prematuros por ser ésta una etapa de crecimiento y desarrollo muy rápidos, donde requieren adquirir el lenguaje y para ello necesitan mantener una indemnidad auditiva.

El lenguaje es probablemente la habilidad cognitiva más compleja del humano: nos permite la comunicación y la configuración del pensamiento. Durante los tres primeros años los niños aprenden la lengua a la que son expuestos, su lengua materna. La indemnidad de los procesos de adquisición de la lengua materna durante los primeros meses de vida se asocia a un mejor desarrollo lingüístico y cognitivo en edades más avanzadas (Peña 2005), lo que significa que también debe existir indemnidad de la vía auditiva para este proceso, especialmente en neonatos prematuros, quienes se ven expuestos al lenguaje

Correspondencia / Correspondence

Patricia Fernández Díaz

Vicuña Mackenna 4846 Macul Santiago

Tel.: (56-2) 3545834 • Fax: (56-2) 3547910

e-mail: pfernadi@uc.cl

Recibido: 08 de mayo de 2006 / Aceptado: 24 de mayo de 2006

antes de lo esperado y éste podría verse afectarse debido a la exposición a ruido.

La audición se altera en estos niños por múltiples factores como prematuridad, medicamentos ototóxicos, hiperbilirrubinemia, ventilación mecánica, entre otros; la American Academy of Pediatrics, 1995, menciona que "la exposición a ruido ambiental en las UCIN puede ocasionar daño coclear y alterar el crecimiento y desarrollo normales, ya que las estructuras auditivas inmaduras pueden ser más susceptibles al daño por la combinación de ruido y otros factores de riesgo".

La motivación para revisar este tema surge de la experiencia de años de trabajo en servicios de neonatología, donde existen altas dosis de ruido y poca importancia asignada por el equipo de salud a este problema; a diferencia del cuidado que se tiene para evitar el daño producido por la luz, por ejemplo, tratamiento con fototerapia e importancia de mantener al niño con antifaz; o vigilancia del desarrollo retinal. No así una conducta para el cuidado auditivo frente a la exposición a fuertes ruidos, como los mencionados anteriormente, aunque actualmente se realiza evaluación auditiva al alta a esta población de riesgo.

Enfermería tiene una gran oportunidad de reflexionar respecto al cuidado integral del neonato sometido a situaciones de estrés y elaborar intervenciones que permitan un desarrollo y organización cerebral adecuados del niño, siendo el ruido un componente que se debe controlar para evitar el daño potencial, como es la hipoacusia sensorioneural.

MARCO DE REFERENCIA

En los últimos años se ha publicado abundante literatura respecto a la evolución neurológica a largo plazo de los recién nacidos prematuros. Cada vez existe mayor convencimiento de que parte de las alteraciones neurológicas se relacionan, entre otros muchos factores, con los cuidados proporcionados tras el nacimiento. Por una parte, la exposición a un medio hostil, como es una unidad de cuidados intensivos, dificulta la organización del cerebro en desarrollo; por otra, los padres se someten a tal impacto emocional que se modifica el proceso de crianza (Perapoch et al. 2006). (Figura 1).

Cuando se evalúan los cuidados referidos al ambiente en las unidades neonatales, se observa un mayor control del impacto lumínico que del impacto producido por el ruido. Debido a lo cual se hace necesario e importante disponer de medidas objetivas de control del ruido, ya que a menudo se sobrepasan las cantidades máximas aconsejadas. Esta medición es factible, elaborando mapas de ruido y haciendo mediciones por expertos. En un estudio realizado como requisito para optar al grado de magíster en salud pública se encontró que el nivel de ruido promedio fue alrededor de 68 a 71 dB en mediciones de 12 horas continuas diurnas en la UCIN de un hospital público de Santiago (Fernández 2005), el que sobrepasa con creces los niveles recomendados por la Academia Americana de Pediatría.

Recientes estudios concluyen que el promedio de ruido en las UCIN se encuentra alrededor de 70 a 80 dB (A). The American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health, en el año 1997, recomienda un máximo nivel de ruido seguro (nivel de presión sonora continua equivalente NPS Leq) de 45 dB (A) de día y 35 dB (A) de noche; refiere que superar este máximo puede resultar en numerosos efectos adversos para la salud en los niños prematuros.

ANTECEDENTES EPIDEMIOLÓGICOS

Según datos de la comisión nacional de seguimiento del prematuro, la sobrevida para el menor de 1.500 gramos y/o menor de 32 semanas para el quinquenio 2000–2004 es como lo muestra el siguiente cuadro:

Peso (g)	N	Sobrevida % (00-04)
< 500	13	15
500 – 749	513	28
750 – 999	740	59
1.000 – 1.249	919	83
1.250 – 1.499	1.139	90
>1.500	382	91
TOTAL	3.706	73

Morgues et al 2002

Se estima que aproximadamente 1-2 de cada 1.000 nacidos vivos estaría afectado con hipoacusia congénita bilateral severa a profunda; pérdidas auditivas permanentes infantiles afectan alrededor de 133 por cada 100.000 niños, siendo 112 de origen congénito (Chile, Ministerio de Salud 2005). Esta cifra es 10 veces superior en las poblaciones con factores de riesgo como son los prematuros. Si se extrapolan estas cifras al número total de nacimientos que ocurren al año en Chile, se esperan entre 250 a 500 recién nacidos afectados con hipoacusia bilateral congénita.

Del total de niños portadores de hipoacusia, el 50% estaría dado por niños con factores de riesgo (Chile, Ministerio de Salud 2005). Estudios de la red de seguimiento neonatal muestran para el año 2003 una prevalencia de 3,4% de hipoacusia congénita en esta población.

SONIDO Y RUIDO

El sonido es cualquier vibración de moléculas de aire (ondas sonoras) percibido por el órgano del oído al ejercer presión sobre el tímpano, y es transmitida a través del oído interno al cerebro. Es posible medirlo por la presión diferente del aire sobre una membrana de un instrumento.

Debido a que el rango de presión sonora que puede detectar el hombre es muy amplio, se mide en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel. Éste constituye una unidad adimensional y es diez veces el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una de referencia. Además, los niveles de sonido de la mayoría de los ruidos varían con el tiempo y, cuando se calculan, las fluctuaciones instantáneas de presión se deben integrar en un intervalo de tiempo.

Las propiedades físicas de las ondas sonoras son la frecuencia o tono que se mide en ciclos por segundo o Hertz (Hz) y la amplitud o volumen que se mide en decibeles (dB). El oído humano es capaz de percibir las vibraciones sonoras en frecuencias comprendidas entre los 16 y 18.000 Hz y hasta 100 dB de amplitud (Kurdahi y Balian 1995); los screening auditivos sólo evalúan las características de la voz humana que en una conversación corriente tiene una frecuencia entre 500 y 4.000 Hz con una amplitud de 20 a 30 dB. Esto explica el porqué muchos niños reaccionan a diversos sonidos, pero tienen pruebas con resultados anormales.

El umbral de audición involucra tanto frecuencia como presión; aunque se suele decir que el espectro audible está comprendido entre 20 y 20.000 Hz, no se debe hablar de márgenes de frecuen-

cias audibles sin vincularlas a su nivel sonoro. Se ha estudiado la sensación de la fuerza de un sonido en función de la frecuencia, registrándose una sensación diferente para tonos de igual nivel sonoro y diferente frecuencia (Salazar 2003). Es importante entender este concepto porque el significado de cada decibel cambia con la frecuencia del sonido que está siendo medido.

Es necesario señalar que pequeñas diferencias del nivel de presión sonora expresado en decibeles representan un aumento importante de la energía de ese ruido y, por lo tanto, de su posible peligrosidad. Este concepto es fundamental en el ambiente neonatal, porque el sonido puede duplicarse en intensidad por cada tres decibeles, lo que aumenta al doble la intensidad del sonido. Para ejemplificar, si se tiene 90 decibeles y se aumenta a 93 dB, significa que el sonido es dos veces más alto. Si hay un aumento de 90 dB a 96 dB, eso significa que el nivel del sonido es cuatro veces más alto.

Ruido es otro concepto importante de definir como un sonido molesto, no deseado por una persona y que, al producirse, ejerce influencia perturbadora sobre la misma.

El ruido es percibido de distintas formas por los distintos profesionales; el físico lo percibe como un sonido de caracteres determinables y cuyas propiedades pueden ser medidas por el mismo equipamiento que mide otros sonidos. El psicólogo lo percibe como un sonido indeseable comparado con una conversación o con música, que suelen ser sonidos deseables.

El hombre en la búsqueda del progreso ha logrado importantes avances tecnológicos, desarrollando un amplio espectro de maquinarias, dando como resultado un ambiente de trabajo amenazante de ruidos indeseables, lo que se traduce en contaminación acústica. Sus efectos son insidiosos y frecuentemente pasan inadvertidos.

Los ruidos en las unidades de cuidado intensivo neonatal forman parte de la contaminación auditiva y están presentes en varias fuentes:

- Generado por los motores de las incubadoras, dependiendo de la antigüedad de ella.
- Ruidos ambientales producidos por el equipamiento que requieren los niños cuidados en UCIN.
- Originado por actividades domésticas como aseo de la sala, caminar ruidosamente, escuchar música, poner objetos sobre las incubadoras, cerrar puertas y conversaciones en voz alta.
- Colocar objetos sobre las incubadoras como mamaderas, fonendoscopios, entre otros.
- Cambios de cilindros de oxígeno y cerrar bruscamente puertas.
- Originado por actividades de construcción y proveniente del tráfico vehicular dependiendo del lugar físico en que esté el hospital y el lugar en que se encuentre la unidad de neonatología.
- La alarma de una incubadora marca un nivel de ruido de 85 dB (Raman 1997).

Los estándares de seguridad británicos requieren que el nivel medio de ruido dentro de una incubadora no debiera exceder 60 dB (Raman 1997).

El decreto supremo 594 sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo, del Ministerio de Salud de Chile del año 2003, señala como límite los 85 dB(A) y define que en la exposición laboral a ruido se distinguirán el ruido estable, el ruido fluctuante y el ruido impulsivo, entendiéndose por cada uno de ellos lo siguiente:

Ruido estable: es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante: es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo: es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Las mediciones de ruido se efectúan con un sonómetro integrador o con un dosímetro que cumpla las exigencias señaladas por el decreto supremo 594.

En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados «A», con respuesta lenta, es decir, en dB (A) lento.

En los adultos se recomienda que la exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante debe ser controlada, de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador y en ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo (Chile, Ministerio de Salud 2003).

Sin embargo, en las unidades de cuidados intensivos (UCIN), donde se recomienda un nivel de presión sonora continuo equivalente de 45 dB diurno y 35 dB nocturno, la realidad supera estos dB sin otorgarle protección auditiva a los neonatos. El promedio de ruido en ellas oscila entre un rango de 65 dB a 85 dB y son frecuentemente de alta intensidad y baja frecuencia. Los ruidos más comunes son los producidos por el cierre de las ventanas de las incubadoras, que aumenta a 117 a 135 dB y excede con creces el máximo permitido por la American Academy of Pediatrics.

Además, recientes estudios de Thomas y Martin (Thomas y Martin 2000) sugieren que la intensidad del sonido no sólo tiene efectos negativos en el niño, sino también interfiere con la comunicación de los cuidadores y la realización del trabajo de equipo de enfermería en UCIN. En este estudio se midió el ruido dentro de las incubadoras por un periodo indeterminado de tiempo, pero el análisis no arrojó resultados estadísticamente significativos.

En relación al ambiente general de las UCIN, varios grupos han intentado reducir las presiones de sonido, al incorporar ciclos día y noche de luces o delimitando periodos silenciosos.

Mann y colaboradores (Mann et al. 1986) reportan un programa para reducir la luz y el ruido por doce horas cada noche en su hospital en Nottingham, Inglaterra. El método de reducción de ruido era apagar la radio e incitar al personal y visitas a hacer el menor ruido posible. Reportaron una reducción de 10 dB en las presiones de sonido en la noche, pero no reportan las presiones reales.

En su protocolo se excluían reuniones clínicas, el movimiento de grandes equipos y el sonido del teléfono durante la hora silenciosa. Se incitaba al personal hablar en susurros al lado de la unidad del paciente, de abstenerse de golpear, pegar y arrastrar equipos y de reorganizar el cuidado no urgente en otro horario. Los promedios de presiones de sonido encontrados en este estudio, en los mismos horarios se redujeron de 50–78 dBA antes del programa, a 40–65 dBA después de dos semanas de efec-

tuado. Esto se traduce en una reducción en el ruido percibido, de una mitad a un cuarto más abajo de los niveles pre-programa. El sueño del niño también era significativamente diferente entre el período control y la hora silenciosa.

El sueño ligero y el sueño profundo aumentaron de 33,9% a 84,5% y el llanto disminuyó de 14,3% a 2,4%. Los padres y el personal creían que había otras ventajas de la hora silenciosa en términos de estrés reducido y aumento de oportunidades para actividades sin interrupción. El programa no señaló, sin embargo, los niveles de ruido que ocurrían durante el resto del día.

También se ha estudiado el efecto del ruido sobre los signos vitales del neonato al que se ha colocado protectores de oído antes, durante y después de colocar una mamadera de vidrio encima de la incubadora. Si bien no hubo efectos sobre la frecuencia cardíaca ni respiratoria, sí hubo una disminución significativa de episodios de desaturación de oxígeno con el uso de estos protectores. Sin embargo, con el fin de mantener el sello del protector de oído y proteger la integridad de la piel, la recolección de los datos se limitó en el tiempo.

Aunque la protección auditiva es prometedora por períodos breves o eventos específicos, los efectos sobre el uso continuo o prolongado sobre la organización comportamental, la integridad de la piel, postura, y forma de la cabeza no han sido estudiados. Los efectos del sello prolongado sobre la discriminación al hablar también requieren investigación.

FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN

Las ondas sonoras son dirigidas por el pabellón auricular hacia el conducto auditivo externo y al impactar contra la membrana timpánica producen vibraciones que son transmitidas por la cadena de huesecillos haciendo presión sobre la ventana oval, provocando movimientos ondulantes de la perilinfa y, por lo tanto, de la membrana basilar y del órgano de Corti, que a su vez desplaza a los estereocilios permitiendo el ingreso de iones y despolarizando a las células ciliadas. Esta despolarización promueve la liberación de mediadores químicos (probablemente colinérgicos) que generan potenciales de acción que se transmiten a través del nervio auditivo hacia el tronco encefálico, donde hacen sinapsis en diversos núcleos para finalmente dirigirse al área auditiva de la corteza del lóbulo temporal, donde toda la información es procesada.

La cóclea y los órganos sensitivos periféricos completan su desarrollo normal alrededor de las 24 semanas de gestación. Observaciones electrosonográficas de respuestas de sobresalto a la estimulación vibroacústica son detectadas a las 24 a 25 semanas de gestación y están presentes de manera consistente después de las 28 semanas, lo que indica maduración de las vías auditivas del SNC.

El recién nacido prematuro de 28 semanas se sobresaltará ante un ruido fuerte. A medida que el niño madura, se apreciará respuestas más sutiles: cesación de la actividad motora, cambio de la frecuencia respiratoria, apertura de la boca y de los ojos, entre otras. La relación de estas respuestas con el desarrollo de la audición ha sido tema de considerables controversias, pero es probable que al menos reflejen la presencia de alguna función auditiva (Schapira et al. 1998).

La particularidad del cerebro reside en que, a pesar de que en gran parte está programado genéticamente, pueden producirse

cambios funcionales o estructurales por influencias endógenas y exógenas; es lo que se denomina "plasticidad".

Para lograr un desarrollo integral del neonato, los estímulos deben estar presentes en cantidad, calidad y momentos adecuados. La estimulación fluctuante, a destiempo y/o la hiperestimulación son tan nocivas para los sistemas funcionales como la sub o hipoestimulación. Teniendo en cuenta que las conexiones entre las neuronas se establecen y elaboran después del nacimiento a medida que las sinapsis proliferan, formándose y ramificándose dramáticamente durante niñez temprana, y alcanzando un peak máximo a los 3 años de la edad (Klass et al. 2003).

Con mayor frecuencia se acepta que los prematuros son niños con mayor riesgo para desarrollar trastornos del comportamiento, aprendizaje, integración social y problemas auditivos, visuales y neurológicos; y aun cuando estas alteraciones se supone son consecuencia de su inmadurez y de las entidades presentadas, actualmente también se considera que el "daño" que suponen las continuas agresiones ambientales para el cerebro inmaduro en desarrollo podrían también ser responsables, en parte, de estas secuelas (Yunes et al. 2001).

El primer sonido percibido por el feto humano es aparentemente de bajas frecuencias, igual que los adultos. Los sonidos de alta frecuencia son traducidos como impulsos nerviosos a medida que la membrana basilar madura. En los seres humanos este cambio de maduración empieza a las 12 semanas de gestación y continúa durante las primeras semanas después del nacimiento. Cualquier daño o desorganización debido a sonidos de baja frecuencia ocurre en una serie de lugares a lo largo de la membrana basilar a medida que se desarrolla, incluidos aquellos en el rango medio del lenguaje humano (Eisenberg et al. 2001).

En el recién nacido de término, las respuestas auditivas son específicas y están bien organizadas. Con un estímulo auditivo interesante, como el de un cascabel, podemos ver que el niño cambia de un estado de sueño a otro de alerta. Su respiración se torna irregular, su cara presta atención, abre los ojos y cuando está completamente alerta gira los ojos y la cabeza hacia el ruido. En el caso de un recién nacido bien organizado, el giro de la cabeza será seguido por una mirada de búsqueda, un rastreo de sus ojos para buscar la fuente del estímulo auditivo. Esto ocurre en los recién nacidos de término, pero en los prematuros duermen durante más tiempo y responden en forma más desorganizada frente a los estímulos y son capaces de responder sólo a un estímulo por vez.

Eisenberg, en el año 2001, determinó las respuestas diferenciales a distintos rangos de sonidos disponibles para el recién nacido en el rango del lenguaje humano (500 a 1.000 Hz), determinando que el neonato inhibirá la conducta motora. Con frecuencia, demostrará desaceleración cardíaca como evidencia de su atención y se orientará girando la cabeza hacia la fuente de sonido. Fuera de este rango de frecuencias se produce una respuesta menos compleja.

Las frecuencias más bajas y más altas tienen diferentes propiedades funcionales. Las frecuencias superiores a 4.000 Hz son más efectivas para inducir una respuesta, incluso en los estados de llanto o sueño, pero es probable que ocasionen molestias. Con relación a las intensidades, las menores a 35 a 40 dB son inhibidores efectivos de las molestias, en especial como ruido puro continuo.

El ruido puro en estos niveles induce, con frecuencia, un estado de sueño después de un lapso, incluso en el neonato que llora. Si

lo anterior lo relacionamos con la voz, la de la madre, por ser de tono más agudo, llama más la atención del neonato y lo hace permanecer despierto y más atento al medio; en cambio la del padre, por ser de tono más grave, lo calma y lo adormece.

El término "organización" puede emplearse para describir el establecimiento de funciones integradas entre la fisiología del bebé y sus sistemas conductuales. Cuando estos sistemas están bien integrados, el niño es capaz de interactuar con su medio ambiente sin interrupciones autonómicas, motoras o de sus estados funcionales (sueño/alerta); es decir, el niño "bien organizado" no experimenta alteraciones súbitas de sus signos vitales, color, estado (sueño/desperto) y trastornos de sus funciones digestivas que comprometen su futuro crecimiento y desarrollo. Además, el niño "bien organizado" en sus estados funcionales (sueño/desperto) es capaz de aprender durante el estado de alerta (despierto) cómo relacionarse con sus padres. En general, las respuestas de los padres son "contingentes" con las señales del hijo, quien de este modo va desarrollando paulatinamente un sistema de señales como llanto, ruidos y gestos, mediante los que comunica sus diversas necesidades (Yunes et al. 2001).

No obstante que no existe aún suficiente evidencia como para apoyar contundentemente esta corriente, según se desprende de un trabajo reciente que demostró que los cambios llevados a cabo sobre algunas medidas y cuidados dirigidos a minimizar la lesión neurológica iatrogénica fueron incapaces de afectar positivamente el ciclo de sueño ni la escala de maduración del neurodesarrollo de los neonatos egresados de una UCIN, la sola posibilidad de mejoría potencial ha hecho que muchos otros trabajos insistan en que debiera darse atención al impacto potencialmente negativo del ambiente inadecuado de la UCIN sobre el desarrollo ulterior de estos pequeños bebés (Yunes et al. 2001).

En el niño gravemente enfermo, la interrupción de los períodos de sueño supone una agresión importante ya que se ve alterado su descanso fisiológico y psicológico, con el correspondiente período de desorganización que esto conlleva, necesitando tiempo, oxígeno y calorías para recuperar su situación. Así, las continuas interrupciones del descanso aumentan los períodos hipóxicos, pausas respiratorias, períodos de apnea, consumo de oxígeno e incrementan la presión intracraneana.

La exposición a los sonidos perjudiciales provoca daño en las células ciliadas del oído interno y en el nervio de la audición. Estas estructuras pueden ser dañadas por el ruido de dos maneras diferentes: de un impulso breve intenso, como una explosión, o de la exposición continua al ruido, como sucedería en las unidades de neonatología.

El daño que ocurre lentamente durante años de exposición continua al ruido fuerte va acompañado de diversos cambios en la estructura de las células ciliadas. Los síntomas de la pérdida de la audición inducida por el ruido que ocurren durante la exposición continua aumentan gradualmente. Los sonidos pueden distorsionarse o disminuir en intensidad, y podría llegar a complicarse el entendimiento del habla. El individuo no estará consciente de la pérdida, pero podría ser detectada con una prueba de audición, como las EOA y ABR.

El umbral de audición (la intensidad mínima a la cual se percibe el sonido) a las 27 a 29 semanas de gestación es aproximadamente 40 dB(A) y disminuye a cercano al nivel del adulto con un nivel de 13.5 dB(A) a las 42 semanas, lo que indica maduración postnatal de estas vías. Además, la exposición del feto y RN al ruido ocurre durante el desarrollo normal y maduración del



Figura 1. Sala Cuidados Intensivos, Hospital Sótero del Río.

sentido de audición. El sonido es bien transmitido hacia el ambiente intrauterino. Sonidos de 1 a 4 seg. de 100 a 130 dB(A) de 1220 a 15.000 Hz son usados como estímulos para documentar el bienestar fetal (Etzet et al. 1999).

La organización es también importante para el proceso de información sensorial. Los órganos de los sentidos se desarrollan en una secuencia específica empezando con el tacto, luego el gusto, olfato, audición y visión. La audición y la visión son especialmente inmaduras en los prematuros. Pero si uno examina el ambiente de las UCIN, éstos son los órganos sensoriales que reciben el mayor daño, lo cual resulta totalmente inapropiado para el desarrollo, maduración y organización del SNC (Blackburn 1998).

RUIDOS A LOS QUE SE EXPONEN LOS PREMATUROS EN UCIN

El ambiente en que se desarrolla el feto en el útero materno es líquido, tibio, oscuro, con sonidos suaves y amortiguados; en cambio, el ambiente de la UCIN a que llega este ser prematuro, con sus órganos de los sentidos en pleno desarrollo y con una inmadurez importante dependiendo de la edad gestacional y peso, se caracteriza por ser todo lo contrario: en general muy ruidoso, con continuas interrupciones del sueño, sometido a procedimientos dolorosos, agresiones para las cuales los prematuros no están preparados para responder.

Estos neonatos, por sus características de prematuridad, deben ser cuidados en UCIN y habitualmente en incubadoras por períodos variables. Éstas son equipos cerrados, en que el ruido se transmite a través de sus paredes, lo cual intensifica el ambiente de sonido del neonato, teniendo dos tipos de sonido simultáneo: el directo, y el reverberante, entendiéndose como el fenómeno de persistencia del sonido en un punto determinado del interior de la incubadora debido a reflexiones sucesivas (Hernández 1998).

Las paredes de las incubadoras funcionan como un aislante de la voz humana, pero en cambio sirve como caja de resonancia para los ruidos metálicos y mecánicos que se producen en la unidad. Los niños en la incubadora están permanentemente expuestos a un nivel de ruido entre 50 y 90 dB por el propio motor de la incubadora. El ruido de voces, alarma de monitores, radios, bombas de perfusión y apertura y cierre de las puertas de las incubadoras pueden generar aumento de ruidos cercanos a los 120 dB.

En animales de experimentación se ha demostrado que la expo-

sición a niveles elevados de ruido produce daño coclear. Esto, unido a varios estudios que han relacionado el ruido con la aparición de hipoxemia, bradicardia y aumento de la presión intracraneana, hace que se deba intentar la disminución del ruido en las unidades de neonatología.

Los motores de las incubadoras generan un promedio de 55 a 60 dB(A), el equipo y la actividad dentro de ella y su entorno pueden contribuir con 10 a 40 dB(A) más.

En un estudio realizado en Brasil por Lima y colaboradores en el año 2003 acerca de la mantención técnica por personal especializado y las condiciones de uso demostró que el nivel del ruido en el 90,9% de las incubadoras analizadas estaba sobre lo establecido para la norma (60 dB). También observaron que la distribución del ruido en el interior de la cúpula no era uniforme y que el continuo ruido impulsivo generado por la manipulación de las puertas de la incubadora aumentaba aun más el nivel de ruido. Este nivel de sonido dependía más de la actividad del personal y la penetración del ruido externo que del producido por la propia incubadora (Lima et al. 2003).

1. Un estudio de Miranda en el año 1998 evaluó la presión sonora de diversos eventos cotidianos en las UCIN y valoró el efecto de dicha presión sonora sobre los recién nacidos. Sus resultados fueron que el nivel sonoro equivalente (Leq) osciló entre 63,5 a 54,4 dB(A); dentro de la incubadora encontró niveles de 58 a 60 dB(A) en forma continua y observó que en algunos niños aumentó la frecuencia cardíaca y descendió la saturación de oxígeno, como respuesta al peak de presión sonora (Miranda et al. 1999).

HIPOACUSIA SENSORIONEURAL

Se denomina hipoacusia sensorial cuando se produce alteración en el órgano de Corti e hipoacusia neural cuando el compromiso está en las vías nerviosas. Las células ciliadas del órgano de Corti son muy susceptibles a eventos hipóxico-isquémicos, drogas ototóxicas, ruido excesivo, traumatismos craneales, infecciones como meningitis que, a través del acueducto coclear, permiten el ingreso de bacterias o toxinas al oído interno y constituye el tipo más frecuente de hipoacusia infantil.

Clásicamente se han considerado como factores de riesgo para el desarrollo de sordera o presencia de hipoacusia descritos por la Academia Americana de Pediatría los siguientes:

- Historia familiar de hipoacusia sensorioneural hereditaria.
- Infección in útero: TORCH.
- Anomalías craneofaciales.
- Peso de nacimiento menor a 1.500 g.
- Hiperbilirrubinemia a un nivel que requiera recambio.
- Medicamentos ototóxicos.
- Meningitis bacteriana.
- Apgar 0 – 4 al minuto ó 0 – 6 a los 5 minutos.
- Ventilación mecánica por 5 días o más.
- Estigmas u otros hallazgos de un síndrome que incluya hipoacusia sensorioneural o conductiva.

En un estudio realizado en 1999 por Fernández Carrocera et al. para evaluar el neurodesarrollo a los dos años de vida de neonatos tratados en una unidad de cuidados intensivos neonatales, al valorar la audición y el lenguaje en 112 pacientes, un 80,3% de ellos tuvo la audición normal. En 20 de los 22 alterados

(17,8% de toda la muestra) la lesión fue bilateral y de tipo neurosensorial profunda y en los otros dos casos fue unilateral (1,9% de la muestra total). La valoración del lenguaje mostró alteración en 60,7% de los niños. Ni la audición ni el lenguaje se mostraron significativamente diferentes en los dos sexos. Tampoco fue significativo el resultado del ANOVA entre los días de ventilación artificial y la audición.

En adultos suele relacionarse el daño de estructuras auditivas con la exposición prolongada a más de 90 dB(A); en recién nacidos, aún no se identifican los dB(A) que provocan daño. Sin embargo, es posible que las estructuras auditivas inmaduras sean más susceptibles al daño por la combinación de ruido y medicamentos ototóxicos prescritos con frecuencia en estos niños.

La hipoacusia suele ser más marcada en el rango de alta frecuencia (para la audiometría clásica se usan frecuencias de hasta 8.000 Hz, en la de alta frecuencia se usan hasta 12.000 ó 16.000 Hz). La sordera muy rara vez es absoluta; la mayoría de los niños afectados pueden escuchar tonos de frecuencias bajas y medias. En consecuencia, se sobresaltarán con los ruidos o girarán hacia las fuentes de los mismos cuando el sonido tiene una frecuencia mixta y, por lo tanto, pueden no parecer sordos al observador casual.

El examinador deberá sospechar sordera en todos los casos del desarrollo tardío del lenguaje. Esto es cierto en especial para el lactante que muestra vocalización normal tres meses después del parto de término, pero que no desarrolla el blableo normal entre los seis y nueve meses después del mismo. El desarrollo del lenguaje requiere un esfuerzo constante, que en condiciones normales es provisto por la respuesta vocal positiva al cuidador y por la audición de los propios sonidos.

Una sordera bilateral entre moderada y grave (es decir, mayor a 40 dB(A)) distorsiona la percepción del niño en desarrollo en relación con los logros en la producción del lenguaje. Si este tipo de trastornos de la audición no se detecta durante el periodo crítico de adquisición del lenguaje en el primer año de vida, se derivará una profunda alteración del habla receptiva y expresiva y del desarrollo del lenguaje. Esto, a su vez, dará lugar a una disminución de la adquisición de los esperados parámetros del desarrollo.

En el desarrollo de la audición se ha demostrado un periodo sensible de hasta los seis meses de edad. Esto se debe a que existe un periodo crucial de estimulación de las vías auditivas para lograr su completo desarrollo. En consecuencia, la introducción de ayudas de audición en este periodo mejorará el desarrollo posterior de la audición en los niños con afecciones de las mismas (Meyer 1999).

El desarrollo espontáneo del lenguaje no va a ser posible cuando la hipoacusia excede en intensidad los 50 a 60 dB(A). La situación va a ser mucho más grave, pero también afortunadamente la incidencia del problema es menor, cifrándose entre uno y dos por mil de la población aquellos que requieren la utilización de audifonos al no ser viable otro tratamiento médico o quirúrgico (Sainz Quevedo 1997).

Los niños con audición parcial también tienen retraso del lenguaje, con pérdida característica de los sonidos sibilantes. A menos que se realicen estudios audiométricos de rutina, en general no se establece el diagnóstico en estos casos hasta los 18 a 24 meses de edad (Meyer 1999).

La hipoacusia unilateral tal vez no interfiera con el desarrollo del lenguaje, pero se ha asociado con una alteración significativa del

desempeño escolar, en especial si la sordera monoaural es severa (Meyer 1999).

Una tarea importante les corresponde a los científicos que centran su investigación en los mecanismos que causan una pérdida auditiva: el poder comprender más plenamente el funcionamiento interno del oído dará lugar a una mejor prevención y estrategias de tratamiento frente a este problema. Por ejemplo, los científicos han descubierto que el daño a la estructura de las terminaciones de las células ciliadas (penacho ciliar) está relacionado con la pérdida temporal y permanente de la audición. Han descubierto que cuando el penacho ciliar está expuesto a períodos prolongados de sonidos dañinos, se destruye su estructura básica y se interrumpen las conexiones importantes entre las células ciliadas, las que conducen directamente a la pérdida de la audición.

Otros estudios están investigando las distintas posibilidades de terapia con medicamentos que pueden dar luz sobre los mecanismos de la pérdida de la audición inducida por el ruido. Por ejemplo, los científicos que estudian el flujo sanguíneo alterado en la cóclea están buscando el efecto sobre las células ciliadas. Ellos han mostrado que la exposición al ruido reduce el flujo sanguíneo en el área de la cóclea. Investigación adicional ha indicado que una droga que promueve el flujo sanguíneo y se usa para el tratamiento de la vasculopatía periférica (cualquier condición anormal en los vasos sanguíneos afuera del corazón) mantiene la circulación en la cóclea durante la exposición al ruido. Estos resultados pueden conducir al desarrollo de estrategias de tratamiento para reducir la pérdida de la audición inducida por el ruido. National Institute on deafness and other communications disorders (NIDCD s/f).

EVALUACIÓN AUDITIVA

Para la detección precoz e intervención temprana en caso de hipoacusia sensorineural, el Joint Commitee of infant hearing del año 2000 promueve programas estatales multidisciplinarios e integrados.

Los problemas auditivos deberían ser reconocidos y habilitados



Figura 2. Toma Examen para Emisiones Otoacústicas.

tan tempranamente en la vida como sea posible, para aprovechar la plasticidad del sistema sensorial en desarrollo. La intervención temprana, antes de los seis meses de vida, es considerada elemental en maximizar el período sensitivo del desarrollo, para prevenir los retrasos frecuentemente observados en niños con moderada/severa pérdida auditiva, así como en aquéllos con pérdida profunda en una etapa crítica en la adquisición del lenguaje (Chile, Ministerio de Salud 2005).

Los avances recientes en la tecnología permiten el diagnóstico precoz de hipoacusia, a través de métodos objetivos de screening y evaluaciones audiológicas posteriores que permiten elaborar un diagnóstico antes de los 3 meses, para iniciar una intervención por el equipo de salud antes de los seis meses, que es lo recomendado por el Ministerio de Salud de Chile.

EMISIONES OTOACÚSTICAS

Las emisiones otoacústicas son sonidos generados en la cóclea por las células ciliadas externas ya sea en forma espontánea o en respuesta a un sonido, como el que corresponde al realizado en neonatos como método de screening; el inconveniente de este examen es que no identifica patología exclusiva de células ciliadas internas o trastornos de conducción central, que podría ascender hasta el 10% de la población con hipoacusia sensorineural.

El examen consiste en un estímulo provocado por una serie de pares de tonos puros producidos por un altavoz; la frecuencia más baja se denomina F1 y la frecuencia más alta F2. (Figura 2).

Cuando el par de tonos llega a la cóclea, cada uno estimula un grupo diferente de células ciliadas externas; esto conduce a una vibración que genera un tercer tono que se conoce como emisiones otoacústicas del producto de distorsión (PD), las que son detectadas en el conducto auditivo externo a través de un micrófono y cuantificadas por medio de un computador.

En el recién nacido se recomienda hacerlo después de las 24 hrs de vida para permitir la eliminación de líquido y detritus del conducto auditivo externo, y así evitar los resultados falsos negativos.

La habitación donde se realizará el examen debe tener escaso ruido ambiental, el neonato debe estar durmiendo o quieto, luego se coloca la oliva, dentro del conducto auditivo externo del oído a evaluar. Los altavoces de la sonda envían tonos al canal auditivo, que viajan a través del oído medio. Dentro de la cóclea las células ciliadas externas reaccionan a estos tonos, emitiendo un tercer tono que viaja de regreso por el canal auditivo, donde el micrófono de la sonda lo detecta. Esta respuesta emitida tiene una amplitud muy pequeña y se mezcla con otros ruidos biológicos y ambientales presentes en el canal auditivo. Puesto que el micrófono detecta todos estos sonidos, el equipo empleado debe utilizar técnicas de promediado de señal, para separar las emisiones otoacústicas generadas de los ruidos ya mencionados (Miranda et al. 1999).

Las características de las EOA que las hacen ideales son:

- Son objetivas, no responden al estado del paciente ni tampoco interviene el paciente en su aparición.
- No son invasivas.
- Son controladas y procesadas por un computador.
- Están presentes en todos los pacientes con audición normal.
- Se pueden cuantificar.
- Son muy sensitivas: responden al máximo a niveles de estímulos bajos.

POTENCIALES AUDITIVOS AUTOMATIZADOS

Es una técnica que consiste en el análisis automático, informatizado de la respuesta auditiva troncoencefálica, que se compara con un patrón de respuestas almacenado obtenido de ABRs de lactantes con audición normal. Es un examen rápido, barato, sencillo, confiable (sensibilidad 100%, especificidad 98%) y que explora toda la vía auditiva. Se usa para screening.

La subcomisión de hipoacusia del MINSAL recomienda el uso de potenciales auditivos automatizados de tronco cerebral como método de pesquisa en la población de RNMBP.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Existe en el país una necesidad de trabajar en red para conocer la realidad del ambiente físico y social de las unidades de neonatología y el ambiente en que se encuentra inmerso el prematuro gravemente enfermo. Hoy el país, gracias al avance científico y tecnológico, ha solucionado en gran parte el tema de la sobrevida, pero está pendiente dentro del cuidado integral un acercamiento hacia mejorar los factores que pueden dañar al neonato de muy bajo peso de nacimiento (menores de 1.500 g) y a los de bajo peso extremo (menores de 100 g), que permanecen por un periodo aproximado de dos o más meses en estas unidades, donde el ambiente social y físico, debido a la contaminación acústica producido por las personas y el equipamiento, constituyen un factor de riesgo y de secuelas posteriores a las cuales enfermería debe dar una respuesta. Además de intervenir oportunamente con acciones de promoción y prevención para evitar el potencial daño que puede ocurrir en los prematuros y destinar los recursos óptimos para el cuidado integral de estos niños. La mirada hacia la red, para una gestión eficiente, debe ser dinámica, contar con la flexibilidad necesaria para que cada establecimiento responda a los requerimientos que enfrenta con sus prematuros y garantizar la continuidad de la atención. Es decir, contar con una red que funciona con altos niveles de coordinación, complementariedad y eficiencia tanto en el intrahospitalario como en policlínico de seguimiento de prematuros y a nivel de la atención primaria.

Por otra parte, Bachelet, año 2001, señala: "Chile se encuentra inmerso en una profunda Reforma de Salud, que comprende entre sus desafíos una modernización de la gestión hospitalaria, que permita efectivamente dar cuenta de un cuidado de calidad, adecuándolo a los objetivos sanitarios". Las Garantías Explícitas en Salud (GES) incorporan la hipoacusia sensorioneural del prematuro dentro de sus patologías.

Por todo lo anterior, se debe pensar en el cuidado integral de estos pequeños participando activamente en programas de promoción de la salud y prevención del daño, contar con estrategias que permitan obtener una población auditivamente sana, sabiendo que los niños son el futuro del país.

El equipo de salud debe invitar a otros profesionales y técnicos a incorporarse en el diseño y control de los ambientes físicos neonatales, los que con su participación aportarían al conocimiento y permitirían el intercambio de información necesario para tomar decisiones adecuadas oportunas, eficientes y eficaces para el cuidado integral de los neonatos.

De acuerdo al decreto 594, si se determina en un lugar de trabajo que el nivel de ruido está más alto de 85 dBA en un turno de 8 horas, la ley requiere que el empleador reduzca los niveles de ruido, controlándolo y protegiendo el oído a través de controles mecánicos o de ingeniería. Cabe preguntarse entonces, como equipo de salud, ¿qué se hace para proteger a los neonatos y al personal de la UCIN, del excesivo ruido al que son sometidos diariamente?

Es importante que en estas unidades se implementen medidas tales como: monitorizar cuidadosamente el nivel de ruido dentro de las incubadoras y en las salas; disminuir el ruido de las alarmas de los monitores y equipos o ser reemplazados por alarmas visuales; disminuir o evitar las visitas médicas y entrega de turno junto a la unidad del niño; las conversaciones deben ser a niveles muy bajos y las risas fuertes se deben evitar; las puertas de las incubadoras abrirse y cerrarse con cuidado; no apoyar objetos en forma brusca en su superficie; organización de la atención de enfermería, de manera de interrumpir lo menos posible la organización y el sueño del niño; usar cubreincubadoras y nidos para proteger y aislar al recién nacido, ayudando también a disminuir el ruido reverberante dentro de ellas. Participar con otros profesionales en el diseño de modernas unidades de neonatología que incluyan techos, murallas y suelos antirruidos.

Como sugerencias para la protección de los trabajadores de las unidades se podrían realizar programas educativos en torno al tema, trabajando en conjunto con los comités paritarios que existen en todos los hospitales del país; medir en forma sistemática el ruido, como un indicador de calidad de los servicios de neonatología; reducir el tiempo de trabajo del personal en áreas de ruido fuerte (por ejemplo, rotar los turnos).

Es esencial que todo el personal de las UCIN tenga un cambio de actitud en su desempeño laboral frente al ruido. Sólo si se trabaja en conjunto se puede lograr que se disminuya el riesgo de problemas auditivos derivados de ruido para estos prematuros.

REFERENCIAS

- American Academy of Pediatrics. Committee on environmental health. (1997). Noise: A Hazard for the Fetus and Newborn. *Pediatrics*. 100(4):724-7.
- Academia Norteamericana de Pediatría. (1995). Joint Committee on Infant Hearing. Position Statement. *Pediatrics*. 152 - 6.
- Bachelet M. 2001. Gestionando en Red. Capítulo I. Introducción. Presentación a la primera edición de la quinta publicación de la Oficina de Cooperación y Asuntos Internacionales del Ministerio de Salud de Chile, a través del Comité Técnico del Proyecto Franco - Chileno de Apoyo a la Gestión Hospitalaria. Stgo, Chile: MINSAL.
- Blackburn S. 1998. Environmental Impact of NICU on development outcomes. *J Pediatr Nurs*. 13(5):279-89.
- Chile. Ministerio de Salud. 2003. DS 594 aprueba reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Título IV Párrafo I, II, III. Stgo, Chile: Diario Oficial de la República de Chile, Santiago 29 de abril de 2001.
- Chile. Ministerio de Salud. 2005. Guía Clínica Hipoacusia Neurosensorial Bilateral del Prematuro en Garantías Explícitas en Salud. Disponible en Internet: <http://www.prematuros.cl>. (Accesado el 26/04 2006)
- Eisenberg S, Mc Govern T., Lundgren CH. 2001. The use of MLU for identifying language impairment in preschool children. *Am J Speech Lang Pat*. 10(4):320 - 3.
- Etzel RA, Balk SJ, Bearer CF, Miller MD. 1999. American Academy of Pediatrics Task Force on Newborn and Infant Hearing: Newborn and infant hearing loss: Detection and intervention. *Pediatrics*. 133: 527-30.
- Fernández L, Jonguitud A, Ortigosa E, Barrera R, Martínez C, Ibarra M, et al. 1999. El neurodesarrollo a los dos años de vida de neonatos tratados en una unidad de cuidados intensivos neonatales. *Rev. Panam: Salud Pública*. Vol 5 (1). Disponible en Internet: <http://www.scielo.cl>. (Accesado el 10/4/2006).
- Fernández P. 2005. Nivel de exposición a ruido y perfil de los recién nacidos de muy bajo peso de nacimiento y/o menores de 32 semanas de edad gestacional hospitalizados en salas de cuidados intensivos, durante el periodo octubre 2001 a septiembre 2002 en el hospital Dr. Sótero del Río de Santiago. Tesis de Magíster en Salud Pública no publicada, Stgo, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Escuela de Salud Pública.
- Hernández A. 1998. NTP 53: Confort Acustico. El ruido en oficinas. Disponible en Internet: http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_503.htm. (Accesado el 10/04/2006).
- Klass E, Needlman R, Zuckerman B. 2003. The developing brain and early learning. *Arch Dis Child*. 88 (8): 651.
- Kurdahi L, Balian S. 1995. Responses of Premature Infants to Routine Nursing Interventions and Noise in the NICU. *Nurs res*. 44 (3):179-83.
- Lima E, da Silva J, Codeceira A. 2003. Sistema de teste e calibração de incubadoras neonatais. *Metrologia para a Vida*. Sociedade Brasileira de Metrologia. Setembro 01-05. Recife, Pernambuco Brasil. Disponible en Internet: http://www.metrologia2003.org.br/anais_congresso/MA0191.pdf. Accesado el 20/04/2006.
- Mann P, Haddow R, Stokes Goodley S, Rutter N. (1986). Effect of night and day on preterm infants in a newborn nursery: randomised trial. *BMJ* 293: 1253-6
- Meyer C. 1999. Cuidado neonatal de los trastornos de la audición en recién nacidos de riesgo. Incidencia, factores de riesgo y seguimiento. *Pediatrics*, 48 (4): 226 - 30.
- Miranda J, Roqués V, Garrigues J, García A. 1999. Noise and the Newborn. *RELAN* 1(2),105 - 10.
- Morgues M, Pittaluga E, Vernal P, Henríquez MT, Vega S, Toha D. 2002. Sobrevida del niño menor de 1500 gr. en Chile. Comisión Nacional de Seguimiento del Prematuro. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 67(2):100-5.
- National Institute on deafness and other communications disorders NIDCD.(S.f). Disponible en Internet: <http://www.nidcd.nih.gov/>. (Accesado el 20/04/2006).
- Peña M. 2005. Bases Cerebrales de la adquisición de la lengua materna en niños nacidos de término y prematuros. De lo universal a lo particular. Fondecyt N° 1040761. Informe sin publicar pag 5-6
- Perapoch L, Pallás A, Sillo M^ªA, Moral M^ªT, Pumarega F, Castro B, et al. 2006. Cuidados centrados en el desarrollo. Situación en las unidades de neonatología de España. *An Pediatr. España*. 64 (2): 132-9.
- Raman R. 1997. NICU Environment, a need for change. *Indian Pediatr*.(34): 414 - 5.
- Salazar A. 2003. Manual de Ruido. (Apunte interno sin publicar presentado en curso CEPRO UC).
- Sainz Quevedo M. 1997. Prevención atención y seguimiento de niños en riesgo o con lesiones establecidas. España: Comares.
- Schapiro I, Roy E, Coritgiani, MR, Aspres N, Benítez A, Galindo A. et al. 1998. Estudio prospectivo de recién nacidos de pretérmino hasta los dos años. Evaluación de un método de medición del neurodesarrollo. *Rev Hosp Matern Infant Ramón Sardá*. 17 (2): 52 - 8.
- Thomas K, Martín P. 2000. NICU: Sound environment and the potential problems for caregivers. *J Perinatol*.(20):91-6.
- Yunes J, Ávila R, Velasquez I, Sánchez D, Ortega EI. 2001. Reflexiones sobre las condiciones ambientales que se ofrecen en las unidades de cuidados intensivos neonatales. *Bol Med. Hosp Infant Mex*. vol.58 (5) :335-40.