

PROYECTO DE INCUBADORA PARA PREMATUROS DE MUY BAJO PESO DE NACIMIENTO

Dres. Juan Carlos Buscaglia y Carlos Carduzo

División de Neonatología, Hospital Materno Infantil Ramón Sardá.

Consideraciones acerca de Ambiente Térmico, Ambiente Térmico Neutral, Ambiente Térmico Confortable y Temperatura Normal del RN

Si un RN es atendido en incubadora, el *Ambiente Térmico* está formado por todos los elementos del microambiente que pueden intercambiar calor con él, es decir, el aire que lo rodea, colchón, paredes, ropas, sábanas.¹ El termómetro de las incubadoras mide la temperatura (T°) del aire del habitáculo. Esta T° es válida sólo si la incubadora actúa mediante convección forzada pero no si se utiliza radiación o colchón térmico. En este caso tiene más valor medir la T° corporal o integrar varias mediciones de T° de aire, colchón, paredes, etc.

El *Ambiente Térmico Neutral* es el que le permite al RN mantener su T° normal sin tener que producir calor endógeno o, lo que es lo mismo, aumentar el consumo de oxígeno.² Pero un RN sometido a stress por frío, antes de aumentar la producción de calor produce vasoconstricción periférica tratando de no perderlo. Esta última genera aumento de la ΔT° (delta T°) o gradiente de T° entre central y periférica. Es por este motivo que creemos que es más completo el concepto de *Ambiente Térmico Confortable*, que es el que mantiene al RN con T° de piel normal y con ΔT° menor de 2°C .^{3,4}

No se puede hablar de *T° normal del RN* sino que es necesario especificar si es *T° central* (rectal o esofágica), *T° periférica* (del pie) o *T° axilar*. Esta última está más cerca de la central aunque nadie la considera como tal. Respecto a la *T° abdominal* usada para servocontrolar las cunas radiantes debemos decir que no es válida para ser utilizada en una incubadora de prematuros de muy bajo peso de nacimiento ya que el sensor debe ser fijado con un adhesivo a la muy delgada piel del bebé produciendo siempre una lesión.⁵ Como luego veremos, en estos bebés proponemos reemplazarla por la *T° del pie*.

La T° axilar normal de un RN es 36°C a 37°C sin vasoconstricción periférica producto del stress por frío. Si se pretende tener al RN en Ambiente Térmico Confor-

table la ΔT° no debe superar 2°C ; por lo tanto la T° periférica (pie o región tibial) no debe ser inferior a $34,5^{\circ}\text{C}$.

Redefinición de los conceptos “incubadora” y “cuna radiante”. Concepto de múltiples barreras

Clásicamente se denomina como *Incubadora* cuando posee habitáculo cerrado y provee calor mediante la convección forzada de aire caliente. A su vez, la *Cuna Radiante* es por definición abierta y provee calor por radiación mediante un calefactor colocado a cierta distancia del RN.

En los comienzos las incubadoras fueron diseñadas considerando solamente el intercambio de calor entre el RN y el medio ambiente. No se tuvo en cuenta sino mucho después^{7,8} el problema de la pérdida insensible de agua. De lo contrario, no se hubiera elegido la convección forzada de aire caliente porque aumenta considerablemente la evaporación y por consiguiente la pérdida insensible de agua. Asimismo, todo induce a pensar que tampoco se tuvo en cuenta la existencia de la capa límite descrita por Plank en 1904, que es la capa muy delgada de aire que rodea al RN en donde se produce el intercambio de calor por convección y de agua por evaporación.

Decimos esto último porque no tendría que haber sido colocado el RN en un habitáculo de aproximadamente 150 litros de capacidad cuando la capa límite tiene solamente 1 litro.

La *Cuna Radiante* por definición debe ser abierta y por lo tanto expone al RN a la acción de la convección natural de una Unidad de Terapia Intensiva Neonatal, con velocidad del aire ambiente de 12 cm por segundo, o sea igual que la del interior de las incubadoras.⁸ A su vez, el calor radiante proveniente del calefactor llega a la piel del bebé sin “amortiguación” y produce aumento de la evaporación.⁹

Las incubadoras y las cunas radiantes actúan mediante

Creemos que es más completo el concepto de Ambiente Térmico Confortable, que es el que mantiene al RN con T° de piel normal y con ΔT° menor de 2°C .

la compensación, es decir, que si hay mucha pérdida de calor se aporta mucho calor para compensar. Este método es válido aunque ilógico en lo referente al calor, ya que éste sale y entra por la misma vía. Pero no ocurre lo mismo en cuanto al agua, ya que se pierde por la piel (pérdida insensible de agua) y se debe reponer por vía intravenosa. Entre la pérdida y la reposición quedan englobadas gran parte de las complicaciones que presentan estos bebés: hiperosmolaridad/hipernatremia, ductus arterioso, hemorragia intraventricular, y, en nuestro medio, riesgo permanente de sepsis por los accesos endovasculares.

Por lo tanto habría que producir cambios en los diseños, tanto de incubadoras como de cunas radiantes, específicamente cuando han de ser utilizadas con prematuros de muy bajo peso de nacimiento y sobre todo en los primeros quince días de vida.¹⁰ En las incubadoras debe eliminarse la convección forzada y proveerse el calor mediante otro método, ya sea radiación o conducción. En las cunas radiantes es necesario eliminar el contacto directo del RN con el aire ambiente para frenar la convección y es necesario amortiguar el calor radiante poniendo un intermediario que lo absorba y a su vez emita su propia radiación. Y en ambas, incubadora y cuna radiante, es necesario lograr corporizar la capa límite.

En resumen, es necesario diseñar un equipo que actúe mediante la aislación, es decir, la interposición de múltiples barreras con optimización de cada uno de los

ambientes (micro y macro) que se van creando.

Proyecto de Incubadora para prematuros de muy bajo peso de nacimiento (menos de 1.500 gramos)

El diseño se basa en el concepto de aislación y fundamentalmente combina una cuna radiante con un habitáculo de incubadora pero de tamaño mucho menor que el actual (*Figuras 1 y 2*).

Referencias de las Figuras 1 y 2

1. Colchón grueso de material aislante y semiblando, que puede ser la goma EVA.
2. Nido "cavado" en el colchón que permite que tenga paredes laterales y cabeceras que agreguen aislamiento y que evitan las caídas del bebé. Las paredes laterales pueden ser retiradas parcialmente para reposicionar al RN para intubaciones, etc. y para paso de las tubuladuras y cables.
3. Sabanita de plástico para crear un microambiente debajo de ella, de tamaño muy pequeño, abarcando casi solamente la capa límite del bebé, pretendiendo lograr reducir a su mínima expresión la convección y la evaporación. El habitáculo se apoya sobre ella y la fija en su posición.
4. Habitáculo de acrílico de pequeño tamaño y de 3 mm de grosor, con lo que se logra amortiguar la radiación. El habitáculo crea otro micro-ambiente, el que puede fácilmente ser optimizado. Debido a su pequeño tamaño no tiene portillos sino que para atender a un RN se lo retira y coloca a un costado.
5. Fuente de calor: se ha elegido la radiación y no la conducción (colchón térmico) por dos motivos: porque la fuente radiante transfiere calor a la totalidad del ambiente térmico del RN, y porque hay menor riesgo de quemaduras por mal funcionamiento, como

Figura 1

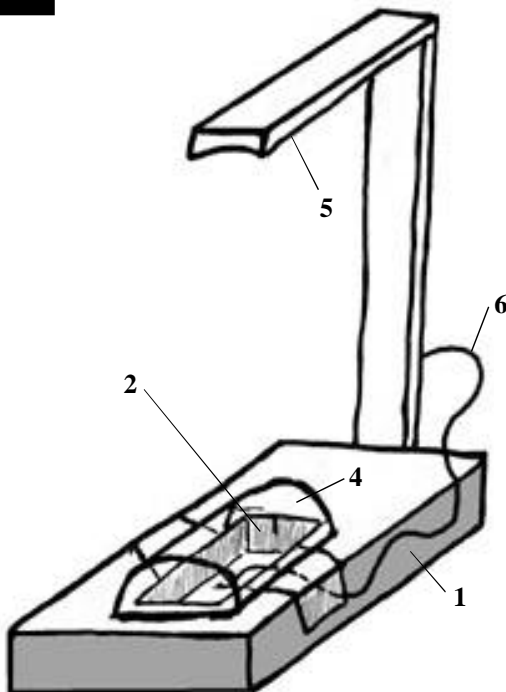
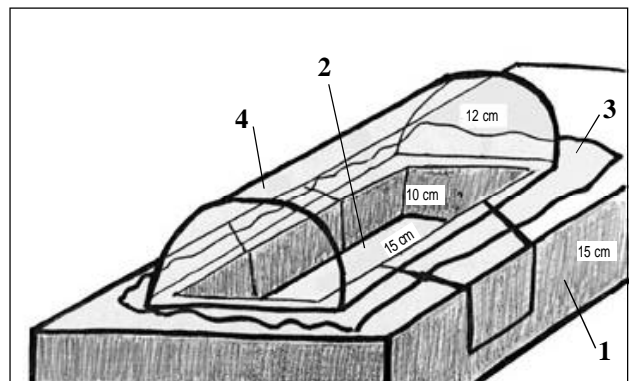


Figura 2



puede ocurrir con un colchón térmico.

6. Como mecanismo de servocontrol y para no dañar la piel extremadamente delgada de los prematuros¹⁰ proponemos que el termistor sea fijado a la piel de la pierna o pie con punto de corte en 35°C.^{3,11,12}

Bibliografía

1. Simon BN et al. A theoretical model of infant incubator dynamics. J Biomech Eng 1994; 116: 263-9.
2. Bell EF, Gray JC, Weinstein MR and Oh W. The effects of thermal environment on heat balance and insensible water loss in low-birth-weight infants. J Pediatr 1980; 96:452.
3. Lemburg P. Thermoregulation of sick and low birth weight neonates. Okken A & Koch J (Eds). Springer 1995. p.63. Chapter 6. Thermal monitoring of very preterm infants.
4. Sjors G et al. Respiratory water loss and oxygen consumption in full term infants exposed to cold air on the first day after birth. Acta Paediatr 1994; 83: 802-7.
5. Lund CH et al. Disruption of barrier function in neonatal skin associated with adhesive removal. J Pediatr 1997; 131: 367-72.
6. Baumgart S, Engle WD, Fox WW, Polin RA. Radiant warmer power and body size as determinants of insensible water loss in the critically ill neonate. Pediatr Res 1981; 15:1495.
7. Fanaroff AA, Wald M, Gruber HS, Klaus MH. Insensible water loss in low birth weight infants. Pediatrics 1972; 50:236.
8. Baumgart S, Engle W, Fox WW, Polin R. Effect of heat shielding on convective and evaporative heat losses and on radiant heat transfer in the premature infant. J Pediatr 1981; 99: 948.
9. Buscaglia JC, Buscaglia GC. Termo-regulación y perspiración insensible en el prematuro de muy bajo peso. Mecanismos implicados y recomendaciones para su correcto control. Arch. argent. pediatr 1991; 89:31.
10. Esterly NB. The skin. Section XI. Textbook: Fetal and Neonatal Physiology.
11. Polin R, Fox W. W.B. Saunders Company. 1992.
12. McIntosh N et al. In: Thermoregulation of Sick and LBW Neonates. Berlín: Okken A & Koch J, Springer, 1995; 70.
13. Seguin JH, Vieth R. Thermal stability of premature infants during routine care under radiant warmers. Arch Dis Child 1996; 74: F137-F138.

OCHO

**Ocho años cumplió la *Revista Sardá* desde su nuevo Comité Editorial.
Ocho años significan 25 ediciones, 189 artículos, 506 imágenes (tablas, gráficos, fotos),
muchas ideas, muchos amigos, muchos proyectos y Muchas Gracias!!!!**