

Estudio sobre las propiedades térmicas, la toxicidad emitida y la reinhalación de CO₂ en los colchones de bebés como factores estresores externos relacionados con el lactante. Recomendaciones de diseño

T. Zamora¹, G. Pin¹, V. Barberá², L. Dueñas³, M. Aznar⁴

¹European SleepCareInstitute. ²Elastic Comfort S.L. ³Coordinadora de área de TME en ESCI y profesora colaboradora del departamento de Fisioterapia de la Universidad de Valencia. ⁴AITEX. España

Introducción y objetivos

El síndrome de muerte súbita del lactante (SMSL) es la principal causa de muerte en el período posneonatal (entre el segundo y el sexto mes de vida). Cada año mueren en Europa 2.400 bebés por SMSL, un evento que acontece inesperadamente durante el sueño y no presenta evidencias de asfixia accidental, traumatismo o lesión orgánica. Actualmente se engloba dentro del término «muerte súbita inesperada infantil» (MSII), que se subdivide en MSII explicada y MSII no explicada que incluye generalmente al SMSL.

Los expertos describen el SMSL como un síndrome multifactorial relacionado principalmente con un sobrecalentamiento, una apnea prolongada, un reflujo gastroesofágico o una superficie de descanso y/o postura inadecuados. Según el modelo «Triple Risk Model»¹, el SMSL ocurre cuando actúan sobre el bebé 3 factores simultáneamente:

- Una predisposición endógena, como los recién nacidos prematuros, en los que el riesgo de SMSL es 10 veces mayor (en Europa nacen aproximadamente 385.000 bebés prematuros al año).
- Atravesar una etapa de desarrollo crítica que hace especialmente vulnerable al recién nacido.
- La aparición de un estresor externo, como la hipertermia².

En este modelo, los estresores exógenos se postulan como inductores de asfixia, hipercapnia e hipoxia, y además son el grupo de factores más susceptibles de poderse controlar y prevenir.

El estrés térmico (hipertermia) es el resultado de cualquier proceso o episodio que provoca un colapso del sistema de termorregulación humano. En los bebés está demostrado que unas habitaciones con temperaturas relativamente altas y un exceso de mantas y ropa aumentan el riesgo de SMSL¹. Desde 1989, el estrés térmico se considera un factor de riesgo de SMSL³. El cerebro del bebé consume aproximadamente el 40% del total de oxígeno y del calor producido, por lo que sobrecalentar la cabeza es un factor crítico en el SMSL⁴.

Además, la temperatura influye de forma considerable en la emisión potencial de volátiles provenientes de diferentes materiales que rodean al bebé (tejidos, espumas, plásticos y maderas). En este sentido, existen normativas internacionales que determinan los niveles máximos recomendados para sustancias potencialmente dañinas en función de sus componentes y usuarios, como los productos para bebé. OEKO-TEX® es una etiqueta extendida en Europa que incluye ensayos estándares para medir la presencia de sustancias dañinas, llegando a la clasificación más exigente dedicada a productos aptos para bebés. El certificado aquí descrito se escogió en el estudio por apoyarse en una base científica y por estar en constante renovación

de análisis y de sustancias que cabe considerar. Los ensayos en este caso incluyen las siguientes sustancias:

- Sustancias ilegales, como colorantes cancerígenos.
- Sustancias reguladas legalmente, como formaldehídos, plastificantes, metales pesados o pentaclorofenoles.
- Sustancias con suficientes evidencias de ser perjudiciales para la salud pero que todavía no están reguladas o prohibidas por ley, como pesticidas, ácaros o compuestos orgánicos.
- También se incluyen otros parámetros, como acelerantes para color y valores de pH dañinos, que se consideran medidas de prevención para la salud del consumidor.

Finalmente, la reinhalación del aire exhalado por el propio bebé es uno de los mecanismos explicativos con más peso respecto al riesgo de muerte súbita asociada a la posición prono⁵. Algunos estudios recientes han demostrado que induciendo una mínima ventilación en la línea de respiración del bebé se reducía hasta en un 72% los casos de SMSL respecto a un grupo control, más acusados en ambientes desfavorables, como habitaciones sobrecalentadas.

Considerando todas las evidencias presentadas, el objetivo de este estudio es caracterizar el comportamiento térmico de varios colchones estándares disponibles en el mercado, explorar la mejora potencial de nuevos materiales, confirmar la viabilidad de diseñar colchones que cumplan el certificados de toxicidad de materiales, confirmar la viabilidad de mantener los niveles de reinhalación de CO₂ por debajo del límite de toxicidad del aire para, finalmente, desarrollar un criterio de diseño y de prescripción que incluya las propiedades aquí mencionadas.

Material y métodos

Propiedades térmicas

Para llevar a cabo el experimento se utilizó un maniquí térmico ST-2, fabricado por Measurement Technology Northwest. Esta tecnología es capaz de simular el flujo de calor que produce un bebé, reduciendo la complejidad y aumentando la repetibilidad de los ensayos con un sujeto real. El flujo térmico se fijó para el estudio⁶ en 6 W/m².

Durante el ensayo las condiciones de temperatura se controlaron en una cámara térmica a 20 ± 0,3 °C y 58 ± 3% de humedad por defecto (figura 1).

Antes de iniciar el ensayo térmico, cada uno de los diferentes colchones de estudio permaneció aclimatado durante 24 horas a la temperatura de control, con el objetivo de comenzar en las mismas condiciones iniciales. El ensayo consistía en registrar la temperatura entre

TABLA 4

Resultados del ensayo de calor

Muestra	Temperatura media de los últimos 30 min*	Resistencia térmica (cm ² /W)
1. Colchón de muelles acolchado	38,4 °C	3,2
2. Colchón de núcleo 100% fibra termoligada con funda extraíble de tejido 3D	40,1 °C	3,34
3. Colchón de núcleo de poliuretano de baja densidad (20 kg/m ³) con funda impermeable de PVC	38,4 °C	3,2
4. Núcleo de poliuretano de baja densidad (20 kg/m ³)	38,1 °C	3,17
5. Núcleo de espuma de poliéter reticulada	37,2 °C	3,1
6. Núcleo de espuma de poliéter reticulada con funda acolchada de poliéster	38,5 °C	3,20
7. Núcleo de espuma de poliéter reticulada con funda de tejido 3D	38,3 °C	3,19

*Los ensayos de temperatura obtuvieron una excelente repetibilidad, por lo que se han despreciado las desviaciones típicas.

el objetivo de mejorar su atractivo y transmitir sensaciones de confort), se puede perder fácilmente las mejoras térmicas alcanzadas por estas nuevas tecnologías.

Por otro lado, los ensayos de toxicidad de Aitex confirmaron que los nuevos materiales ensayados superan los criterios más exigentes, concluyendo que es perfectamente viable desarrollar colchones libres de sustancias nocivas para el aire, las mucosas y la ingesta accidental de los bebés.

Del mismo modo, los 2 sistemas evaluados en reinhalación de CO₂ usando un bebé maniquí demostraron que es posible favorecer la difusión del anhídrido carbónico por acción de la gravedad y de las propias estructuras reticuladas, permitiendo, en el mejor de los casos, mantener una concentración incluso por debajo del 4%. Si bien es cierto, debajo del colchón deberían instalarse siempre soportes igualmente permeables o abiertos, como somieres laminaados o tejidos permeables.

Las evidencias alcanzadas en este estudio podrían servir de base para desarrollar las especificaciones de una norma de obligado cumplimiento que regulara la comercialización de colchones de cuna en Europa y de su inclusión como producto de marca CE, siguiendo las directivas europeas, independientemente de todos los que ostenten la marca CE por ser productos sanitarios, tal como sucede con la distribución de juguetes.

A modo de conclusión, establecemos las siguientes recomendaciones:

- Rt <3,15 cm²/W.
- Etiquetado de producto OEKO-TEX® de clase 1.
- Imulación de reinhalación (CO₂: concentración de los depósitos al 5%): CO₂ <5%(en estado de equilibrio) y CO₂ con una *ratio* de eliminación <500 s⁷.

Bibliografía

1. Kinney H, Richerson H, Dymecki S, Darnall R, Nattie E. The brainstem and serotonin in the sudden infant death syndrome. *Annu Rev Pathol Mech Dis.* 2009; 4: 517-550.
6. Elabbassi EB, Belghazi K, Delanaud S, Libert JP. Dry heat loss in incubator: comparison of two premature newborn sized manikins. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 92: 679-682.
2. Filiano J, Kinney H. A perspective on neuropathologic findings in victims of the sudden infant death syndrome: the triple-risk model. *Biol Neonat.* 1994; 65: 194-197.

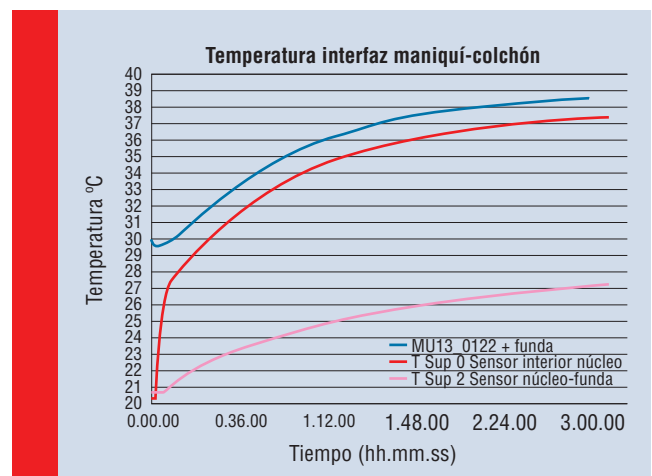


Figura 2. Registro de temperaturas con flujo constante a 6 W/m² y registrada simultáneamente en 3 puntos de distinta profundidad

TABLA 5

Resultados de reinhalación según el método de Bar-Yishay et al.

Muestra	CO ₂ máx	Tiempo hasta CO ₂ máx, difusión dinámica
Colchón de núcleo 100% fibra termoligada con funda extraíble de tejido 3D	4,36 ± 0,11	324 ± 1,4 s
Núcleo de espuma de poliéter reticulada con funda de tejido 3D	3,35 ± 0,14	298 ± 19 s
Muestras del mercado	>5%	15-18,7 min

Tomada de Bar-Yishay et al.⁷.

3. Guntheroth WG, Spiers PS. The triple risk hypotheses in sudden infant death syndrome. *Pediatrics.* 2002; 110: e64.
5. Coleman-Phox K, Odouli R, Li DK. Use of a fan during sleep and the risk of sudden infant death syndrome. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2008; 162: 963-968.
4. Gallego J, Matrot B. Arousal response to hypoxia in newborns: insights from animal models. *Biol Psychol.* 2010; 84: 39-45.
7. Bar-Yishay E, Gaides M, Goren A, Szeinberg A. Aeration properties of a new sleeping surface for infants. *Pediatr Pulmonol.* 2011; 46: 193-198.