



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO

PROTOTIPO DE UNA CUNA DE FOTOTERAPIA PARA EL TRATAMIENTO AUXILIAR DE ICTERICIA NEONATAL

De León Guillén María Ivonne¹, Aguilar Soto José Gabriel¹, Velázquez Sedas Jorge de Jesús¹,
Sen Salinas Diana Antonieta¹, Carlos Manuel Ortiz Lima².

¹Ingeniería Biomédica, Universidad Politécnica de Chiapas, Suchiapa, Chiapas
ivon369@hotmail.com, jaguilar223@hotmail.com, sedas9434@gmail.com,
dianasen13@gmail.com,

²Laboratorio de Metrología e Instrumentación, INAOE, Tonantzintla, Pue.,
carlosortiz@inaoep.mx

RESUMEN

La fototerapia es una medida terapéutica usada comúnmente en el tratamiento de la ictericia neonatal. Transforma la bilirrubina presente en los capilares y el espacio intersticial, absorbiendo la luz y convirtiéndola en productos hidrosolubles que se excretan por las heces y la orina, sin la necesidad de conjugarse en el hígado. En este trabajo se implementó un prototipo de cuna para el tratamiento de la ictericia neonatal y se tuvo como equipo de referencia el Bilitron Bed 4006 desarrollado por FANEM. El prototipo es de bajo costo y se construyó sobre una estructura de aluminio, cuenta con paredes de acrílico transparente, una base de cristal templado, un colchón de gel transparente y un domo con superficie interna reflejante. Debajo de la base de cristal, se colocaron 36 módulos de iluminación, cada módulo cuenta con una matriz de 2x2 de LED's azules ultrabrillantes. En el panel de control se determina la duración de la terapia y se monitorea la temperatura promedio en el interior de la cuna. De acuerdo con la literatura reportada, se verifica que la concentración de bilirrubina es significativamente inferior después de una terapia de 60 minutos, lo cual es equivalente a un equipo de fibra óptica, mientras que la terapia es de 90 minutos para el caso de las lámparas fluorescentes. Los grupos se diferencian significativamente después de 240 minutos, donde los equipos de fototerapia LED demuestran el mayor grado de desintegración de bilirrubina.

1. INTRODUCCIÓN

La ictericia es un trastorno frecuente en los neonatos, se refiere al color amarillento de la piel y la esclerótica provocado por un exceso de bilirrubina en la sangre. Alrededor de 60% de los recién nacidos con periodos de gestación completos y 80% de los recién nacidos prematuros presentan ictericia sobre la primera semana de vida.

Si bien la ictericia se da por causas naturales luego del proceso de gestación en los recién nacidos, se han atribuido causas un tanto más específicas que determinan el nivel de ictericia y las posibles complicaciones que puede presentar. [1]

Los primeros registros sobre el uso de la luz con fines curativos corresponden a la luz solar. La fototerapia logro aceptación en la era moderna con la llegada del láser y los Leds. La fototerapia convencional o intensiva usando luz azul se viene utilizando desde 1958 con excelentes resultados. Su efecto es local, actuando sobre la bilirrubina circulante a través de los capilares cutáneos, transformándola en isómeros no tóxicos (Lumirrubina) e hidrosolubles.



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO

Consistente en la colocación de luz con una determinada longitud de onda (400-550 nanómetros) a una distancia de 30-40 cm de la superficie corporal desnuda del recién nacido previa colocación de gafas radiopacas y eliminación de cualquier crema o loción de la piel.

En la actualidad es un método que tiene muchas variantes, desde los materiales usados para generar la longitud de onda requerida, hasta los parámetros a considerar en el momento del tratamiento. La aplicación del tratamiento la determina el médico a cargo, luego de una revisión detallada de parámetros como: el nivel de hemoglobina en la sangre, talla, peso, antecedentes maternos, diámetro encefálico, nivel de plaquetas sanguíneas, entre otros. El tratamiento va desde 24 horas hasta 3 semanas aproximadamente y se prolonga o suspende dependiendo el criterio del médico. Existe una relación directa entre la intensidad de la luz, la superficie expuesta de la piel y su efecto terapéutico.

2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

La realización del prototipo tuvo como equipo de referencia el Bilitron Bed 4006. El cual es desarrollado por FANEM una empresa Brasileña especializada en incubadoras, lamparas de fototerapia y cunas de calor radiante. (Fig.1)



Figura 1. Bilitron Bed

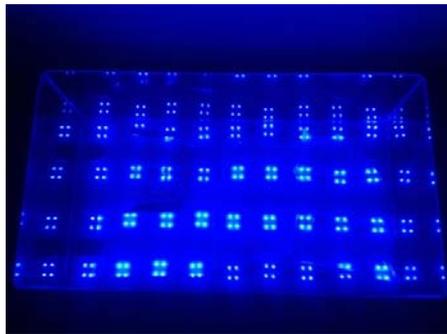
El prototipo consiste en la colocación de una matriz de módulos Leds de iluminación exterior de 9 filas y 4 columnas colocados de forma ordenada sobre una lámina de material aislante (Fig. 2a) debajo de una placa de cristal de 6mm cubierta con una película de seguridad para evitar fragmentación en caso de un accidente y paredes de acrílico transparente de 3mm de grosor. También se llevó a cabo la elaboración un domo reflejante, elaborado con bases de aluminio ligero y acrílico blanco, logrando un accesorio desmontable para facilitar el manejo del neonato. (Fig. 2b) Cuenta con un sistema de control del ambiente de la cuna que se obtiene del promedio de cuatro sensores LM35 colocados en cada uno de los extremos del prototipo, obteniendo con ellos un promedio general de la temperatura de la cuna.

El tiempo de la terapia se puede controlar por medio de un temporizador, en el cual se seleccionan las horas y minutos además de contar con botones de inicio y reinicio del tiempo, activando los Leds mediante un circuito de control y con el procesamiento de los datos mediante una tarjeta de Arduino mega 2650 cuyo software de desarrollo se basa en un lenguaje de programación en C++. Se hace uso de esta tarjeta con el fin de procesar tanto la parte de control de tiempo como de temperaturas desde una única plataforma. (Fig. 2c)

El sistema de control y alimentación está colocada una base de aluminio, brinda el soporte y protección a toda la estructura. (Fig. 2d)



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO



a)



b)



c)

d)

Figura 2. Construcción del prototipo cuyas dimensiones son: 62.5 x 42.5 x 65 cm.

3. PRUEBAS COMPARATIVAS

Una vez terminado el prototipo se realizaron pruebas comparativas de éste con equipos que son usados actualmente en hospitales de segundo y tercer nivel, tales como ; cuna de calor radiante y fototerapia Atmoscare y Sistema de Fototerapia Choongwae por medio del medidor de potencia óptica PM-100 de Thorlabs y un sensor S120B.



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO



Figura 3. Potencia óptica emitida a 5 cm de la fuente de luz (0.634 mW).



Figura 4. Potencia óptica en la parte central del equipo, a una distancia de 25 cm (0.237mW).



Figura 5. Potencia óptica reflejada por el domo, parte superior de la cuna (0.230mW).

La potencia se mantiene constante en todo el prototipo, la luz emitida en la parte central de la cuna es prácticamente la misma que el domo refleja.



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO

La cuna de calor radiante y fototerapia Atmoscare basa su principio de funcionamiento en un par de lámparas fluorescentes de luz azules ubicadas en la parte superior del equipo. (Fig. 6)



Figura 6. Equipo de fototerapia basado en lámparas fluorescentes.



Figura 7. Potencia óptica emitida a 5cm de la fuente de luz.



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO



Figura 8. Potencia emitida en la parte central del equipo.



Figura 9. Potencia óptica en la parte inferior del equipo.

Sistema de Fototerapia Choongwae, es un sistema alternativo usado cuando la fototerapia aplicada a un neonato no es suficiente, elaborada con 4 lámparas fluorescentes. Cuenta con un botón encendido/apagado y perilla de posicionamiento.



Figura 10. Lámpara de pedestal. Auxiliar en el tratamiento.



TONANTZINTLA, PUEBLA, MEXICO

Con estas mediciones fue posible comprobar la potencia de los Leds y la poca perdida que existe de estos en todo el prototipo, manteniendo constante la potencia en toda la superficie. La radiación mayor es aprovechada por el neonato de forma directa debido a que se encuentra debajo de la base de cristal, mientras que en otros equipos la luz se emite de arriba hacia abajo, con una perdida notable al momento de llegar a la piel del neonato.

La concentración de bilirrubina es significativamente inferior luego de 60 minutos en los equipos de fibra óptica y LEDs y de 90 minutos para el caso de las lámparas fluorescentes. Los grupos se diferencian significativamente después de los 240 minutos donde los equipos de fototerapia LED demuestran el mayor grado de desintegración de bilirrubina. [2]

4. CONCLUSIONES

Se elaboró un prototipo de cuna de fototerapia basado en un diseño que aprovecha al máximo la iluminación de los Leds, cubriendo la superficie de la cuna casi en su totalidad y obteniendo como resultado un ambiente controlado que no daña al paciente ni lo expone a temperaturas excesivas, además puede resultar muy útil para tratar este padecimiento en un tiempo menor a los tratamientos usando equipos convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guía Práctica Clínica, "Detección Oportuna, Diagnóstico y Tratamiento de la hiperbilirrubinemia en niños mayores a 35 semanas de gestación hasta las 2 semanas de vida extrauterina", Numero de registro: IMSS 262-10, (CENETEC). http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/262_IMSS_10_Hiperbilirubinemia/EyR_IMSS_262_10.pdf.
2. Blanco Sergio, "Comparativa de equipos de fototerapia", Seminario de Ingeniería Biomédica 2006.