

PROJETO, DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UMA POLTRONA ADAPTADA COM LEDS AZUIS PARA TRATAMENTO DE ICTERÍCIA EM RECÉM-NASCIDOS

Marceline de Alcântara Rodrigues Forim¹, Nadir Helena Leite de Souza¹, Mariana Isabel Borges Martins¹, Adriano da Silva Andrade¹, Kátia Calligaris Rodrigues², Carlos José de Lima²

1 Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP/ Faculdade de Ciências da Saúde - FCS, Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova – São José dos Campos – SP – Cep 12244-000, mforim@yahoo.com.br

2 Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP/ Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento– IP&D, Av. Shishima Hifumi, 2911– Urbanova – São José dos Campos – SP – Cep 12244-000

Resumo- A fototerapia constitui-se na modalidade terapêutica mais utilizada mundialmente no tratamento da icterícia neonatal causada pelo aumento dos níveis de bilirrubina. A eficácia terapêutica da fototerapia depende da dose de irradiância, do espectro da fonte de luz utilizada e da superfície corporal exposta à luz. Existem vários aparelhos de fototerapia no mercado, os quais utilizam diferentes fontes de luz: lâmpada fluorescente, lâmpada halógena e diodo de emissão de luz (LED). A utilização de LED em aparelhos de fototerapia é recente e teve início na década de 1990. Neste artigo é apresentado o desenvolvimento de um protótipo de poltrona adaptada com LEDs azuis, cujas características observadas sugerem um grande potencial de empregabilidade na fototerapia de RN com icterícia.

Palavras-chave: LED Azul, Icterícia, Bilirrubina, Irradiância, Fototerapia

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

A Icterícia é uma condição comum em recém-nascidos (RN), refere-se à cor amarelada da pele e do branco dos olhos que é causada pelo excesso de bilirrubina no sangue. A presença de grandes quantidades de bilirrubina por tempo prolongado pode lesar permanentemente estruturas como o globo pálido, núcleos subtalâmicos, hipocampo e núcleo óculo-motor, entre outras, dando origem ao chamado kernicterus (LEITE & FACCHINI, 2004).

A bilirrubina é um pigmento normal, amarelo gerado na desintegração da hemoglobina (responsável por carregar o oxigênio). Essa bilirrubina é capturada pelo fígado e após sofrer alguns processos é excretada através da bile, que fica armazenada na vesícula. A criança fica icterícia quando a formação de bilirrubina é maior do que a capacidade do seu fígado de metabolizá-la. (DE ALMEIDA, 2004)

Há vários tipos de icterícia em recém nascidos, A mais comum é a Icterícia Fisiológica que ocorre em mais de 60% dos recém nascidos, essa icterícia é devida à um metabolismo lento da bilirrubina, característica própria do bebê. Geralmente surge entre o 2º e o 4º dias de vida e desaparece entre a 1º e a 2º semana de idade. (VIEIRA et. al., 2004)

O diagnóstico pode ser determinado por diversos fatores como, dosagem de bilirrubinas (total e frações), determinação de grupo sanguíneo e Rh maternos e do RN, teste de “Coombs” direto do sangue do RN, determinação

do hematócrito e contagem de reticulócitos (caso hematócrito normal ou baixo) (COLVERO et. al., 2005).

Entre os tratamentos disponíveis para a icterícia neonatal estão a exangineotransfusão, o uso de drogas e a fototerapia (VIEIRA et. al., 2004). A fototerapia tem sido a modalidade de tratamento mais utilizada nos últimos 30 anos em prematuros, não só por sua eficiência, mas também pela ausência de efeitos colaterais graves (LEITE & FACCHINI, 2004). O princípio básico da ação da fototerapia é a transformação fotoquímica da estrutura da molécula da bilirrubina em produtos hidrossolúveis, passíveis de eliminação renal e hepática através da fotoisomerização e fotooxidação. A Fotoisomerização é o mais importante dos processos, causando a transformação de bilirrubina em lumirrubina: solúvel em água, rapidamente excretada pela bile e urina sem necessidade de conjugação (COLVERO et. al., 2005).

A eficácia da fototerapia é determinada pelo espectro da luz emitida, pela irradiância da fonte de luz, pela área da superfície corporal do bebê exposta à luz, pela distância entre o bebê e a fonte de luz e pela concentração inicial da bilirrubina. A molécula de bilirrubina absorve energia luminosa emitida no comprimento de onda entre 425-475 nm. A irradiância ideal ainda é discutível, mas a mínima considerada eficaz é de 4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. (COLVERO et. al., 2005).

Existem vários tipos de aparelhos de Fototerapia. Entre os mais utilizados está o de

Fototerapia Convencional que ilumina uma grande área da superfície corporal do RN por meio de um conjunto de 6 a 7 lâmpadas fluorescentes brancas (day light), na maioria dos serviços, sendo que o ideal é 7 a 8 lâmpadas com irradiância de 3-4 mW/cm²/nm (50% menor que similares importadas), emitindo doses subterapêuticas. Entretanto, pode-se aumentar a irradiância do sistema, trocando as lâmpadas convencionais por lâmpadas azuis. As lâmpadas azuis possuem uma irradiância de 22 mW/cm²/nm (7 lâmpadas "special blue") no comprimento de onda ideal 425-475 nm. As Similares nacionais emitem 25% menos irradiância que as importadas. Nessa terapia o RN deve ser monitorizado com monitores cardíacos e respiratórios, pois a avaliação da cianose é prejudicada (COLVERO et. al., 2005).

A Fototerapia com lâmpadas verdes apresenta maior eficácia devido ao seu maior comprimento de onda e, conseqüentemente, a maior penetração nos vasos sanguíneos da derme. Entretanto, quando a bilirrubina se liga a albumina, a curva espectral se desvia para a direita e começa a incorporar a luz do espectro verde. As lâmpadas verdes podem causar eritema no recém nascido, além de náuseas e tontura no pessoal da saúde.

A Fototerapia utilizando Fibra Óptica, consiste em um colchão de 13 x 10 cm, no qual a luz é guiada por um cabo de fibra óptica com irradiância em torno de 35-60mW/cm²/nm (COLVERO et. al., 2005). É mais eficaz em RN pequenos, pois o tamanho do colchão é um fator limitante para RN com peso maior que 2500g. Já o Biliberço[®] é um berço de acrílico com 5 lâmpadas fluorescentes brancas no fundo. O RN deita-se sobre um colchão de silicone e são colocados filmes refletores nas paredes internas do berço e da cúpula curva que o cobre e a irradiância é de 19mW/cm²/nm.

Alguns cuidados devem ser tomados com o RN na fototerapia, o RN deverá estar totalmente despido, todavia a proteção da genitália é discutível, deve-se usar protetor ocular, o aleitamento materno deve ser mantido e monitorar a temperatura de 4 em 4h. Durante o tratamento todo o corpo deve ser exposto à luz e a mudança de decúbito deve ocorrer em intervalos regulares, de 2 a 12 vezes ao dia. Para assegurar a eficácia da fototerapia é importante que a aferição da irradiância seja regular, para garantir que o paciente receba, pelo menos, a "dose mínima eficaz" (4 mW/cm²/nm) (VIEIRA et. al., 2004). Pesquisadores afirmam que a intensidade luminosa tem que permanecer entre 2.500 a 10.000 lux (DE CARVALHO 1992).

A Fototerapia pode ser intermitente ou contínua, de acordo com a prescrição médica (DE ALMEIDA, 2004). Como alternativa a utilização com lâmpadas, pode-se utilizar os diodos de

emissão de luz (LED), que emitem luz monocromática, são mais duráveis, mais brilhantes, não aquecem significativamente e consomem menos energia. A utilização de LED em aparelhos de fototerapia teve início na década de 1990. Recentemente, a indústria nacional desenvolveu um parêntese de fototerapia que utiliza um conjunto de LED com composição físico-química diferenciada (nitreto de gálio e índio), que emitem luz azul de alta intensidade com um comprimento de onda entre 420 a 500 nm e pico máximo em 450 nm. A adição do índio ao elemento semiconductor conferiu a este LED potência significativamente superior àqueles que utilizam apenas o nitreto de gálio (MARTINS et.al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi construir uma poltrona adaptada com LEDs Azuis para fototerapia, de forma a permitir que o recém nascido permaneça na posição fetal, dentro da incubadora, prevenindo assim a Síndrome da Morte Súbita Infantil (SMSI), e propiciando um maior conforto ao RN durante o tratamento.

Materiais e Métodos

A poltrona foi projetada e desenvolvida para a acomodação em incubadora neonatal. O Policarbonato (Acrílica S-320 Sinterglas), que é um termoplástico, foi o que apresentou maior adequação biomecânica para a construção do protótipo, pois propicia o desenvolvimento de um formato oval que permite projetar a luz em todo decúbito do RN.

O LED utilizado nesse projeto apresenta uma intensidade luminosa de 4000 mcd, uma potência de 3,5 mW, uma corrente de 20 mA e comprimento de onda de 460nm. Um total de 143 LEDs foram distribuídos em 5 placas de fenolite conectados em paralelo, alimentados por uma corrente de 5A e tensão de 18V. As placas de fenolite foram acopladas à poltrona por 25 espaçadores de acrílico e presas com parafusos de inox. A poltrona possui dimensão de 49x23 cm e possui um colchão com sistema photogel transparente de silicone cirúrgico e biocompatível, que colabora com o espalhamento da luz.

Resultados

A fim de verificar a irradiância emitida pela poltrona foram realizadas diversas medidas sobre a superfície do colchão de silicone cirúrgico, com o Digital Power Meter da Newport (Model 815 Series), a média obtida foi de 13,2 mW/cm²/nm. Com o intuito de averiguar possíveis aquecimentos tanto do colchão como do dispositivo eletrônico da poltrona, bem como uma possível redução ou variação no valor da irradiância, a poltrona foi mantida ligada durante 30 minutos. Então, novas

medidas de irradiância foram coletadas. Não foram observadas alterações no valor da irradiância após esse período e nem aquecimento do colchão ou do dispositivo eletrônico da poltrona.

A Figura 1 apresenta fotos da poltrona em funcionamento, sendo que a figura 1(a) mostra uma visão frontal da poltrona, onde se pode observar a geometria de distribuição dos LEDs, e a figura 1(b) apresenta uma visão lateral da poltrona, que permite verificar a disponibilidade de ajuste da inclinação do encosto da poltrona, o que trará maior conforto e segurança na aplicação da fototerapia em RN.



(a)



(b)

Figura 1- Foto da poltrona de LEDs Azuis, (a) vista frontal e (b) vista lateral

O espectro de emissão do LED Azul, apresentado na figura 2, foi obtido com o auxílio de uma câmara CCD (Charge Coupled Device) modelo DH520-18F-01 da Andor Technology, acoplada a um espectrógrafo ajustado para coletar dados entre 300 e 600 nm modelo CP200 da Jobin Yvon Instruments.

O protótipo foi desenvolvido dentro da norma NBR IEC 60601-2-50 da ABNT que possui prescrições particulares de segurança para equipamentos de fototerapia infantil (ABNT, 2005).

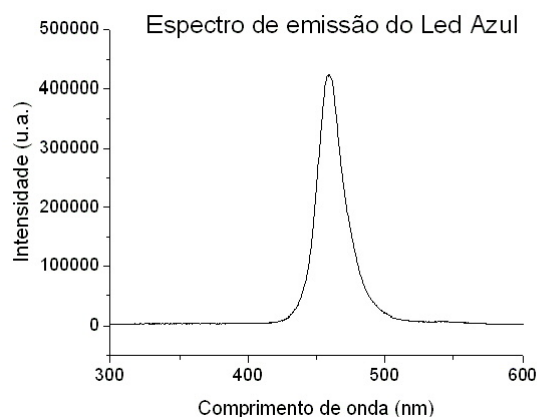


Figura 2- Espectro de emissão do LED Azul

Discussão

Conforme Colvero e colaboradores (2005), entre os fatores determinantes da eficiência da fototerapia estão espectro da luz emitida, a irradiância da fonte de luz, a área da superfície corporal do bebê exposta à luz e a distância entre o bebê e a fonte de luz. O protótipo de poltrona para o tratamento de icterícia em RN desenvolvido nesse projeto mostrou adequação quanto ao comprimento de onda da luz utilizada para fototerapia. A absorção da bilirrubina está em 458 nm e o pico de emissão dos LEDs utilizados no protótipo está em 460 nm.

A irradiância também apresentou valores adequados, $13,2 \text{ mW/cm}^2/\text{nm}$, uma vez que o mínimo necessário para eficácia do tratamento é de $4 \mu\text{W/cm}^2/\text{nm}$ e a fototerapia convencional com lâmpadas azuis chega até $22 \text{ mW/cm}^2/\text{nm}$ (COLVERO et. al., 2005). Com relação à área da superfície corporal do bebê exposta à luz, verificamos que o formato anatômico da poltrona e a possibilidade de irradiação lateral permitem que uma área maior do corpo do bebê seja atingida pela luz, do que na fototerapia convencional. O que separa o bebê da fonte de luz, no protótipo de poltrona desenvolvido, é apenas a espessura do colchão de silicone, todavia a irradiância medida foi exatamente sobre a superfície do colchão, onde vai estar deitado o bebê.

Outras vantagens do protótipo desenvolvido são o fato de não apresentar aquecimento significativo do colchão, operar com baixa tensão e baixo consumo de energia e propiciar uma economia de espaço, além de fazer com que o recém nascido fique em uma posição anatomicamente mais confortável e segura.

Conclusão

Uma avaliação mais refinada do protótipo é demandada a fim de assegurar a irradiância necessária para o tratamento e as condições de segurança do RN quanto a possíveis aquecimentos do colchão ou do dispositivo eletrônico do protótipo. Entretanto, observa-se pelas características apresentadas neste artigo, que o protótipo de poltrona desenvolvido tem um grande potencial de empregabilidade na fototerapia de RN com icterícia.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece primeiramente a Deus, aos meus pais e familiares. Aos Srs. Celso Erasmo de Oliveira; Laércio César de Oliveira; Renato e Antonio Donizete (confecção das peças para montagem do sistema). A empresa Olidef pela doação do colchão; a empresa Secal pela disponibilização e confecção da poltrona de policarbonato.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 60601-2-50: Rio de Janeiro, 2005.
- COLVERO, A.P.; COLVERO, M.O.; FIORI, R.M. Fototerapia **Scientia Medica**. V.15, n.2, p. 90-96, 2005
- DE CARVALHO, M., LOPES, J. M. A., Qual o tempo de vida útil de lâmpadas fluorescentes para fototerapia **J. Pediatr**. V.67, n.5/6, p.151-6, 1991.
- DE ALMEIDA, M.F.B. Quando devemos iniciar a fototerapia em recém-nascidos pré-termo? **J. Pediatr**. V.80, n.4, p. 256-58, 2004
- LEITE, M.G.C., FACCHINI, F.P. Avaliação de dois esquemas de manejo da hiperbilirrubinemia em recém-nascidos com peso menor que 2.000 g. **J Pediatr** (Rio J). V.80, n.4, p.285-90, 2004.
- VIEIRA, A.A.; LIMA, C.L.M.A.; CARVALHO, M.; MOREIRA, M.E.L. O uso da fototerapia em recém-nascidos: avaliação da prática clínica. **Rev. Bras. Saúde Matern. Infant**. V4, n.4, p.359-366, 2004
- MARTINS, B.M.R.; DE CARVALHO, M.; MOREIRA, M.E.L.; LOPES, J.M.A. Efficacy of new microprocessed phototherapy system with five high intensity light emitting diodes (Super LED). **J Pediatr**. V.83, n.3, p.253-258, 2007