

Artigo Original

recebido: 04/08/1997 e aceito em 16/07/1999

Fototerapia integral de alta intensidade para o tratamento da icterícia do recém-nascido

High intensity phototherapy for the treatment of neonatal jaundice

Resumo

A eficácia da fototerapia depende diretamente da quantidade de energia luminosa (irradiância) e da área de superfície corporal exposta à luz. Quanto mais próximo estiver da fonte luminosa, maior será a irradiância recebida por este paciente. Aparelhos convencionais são geralmente colocados a cerca de 30 a 50 cm do recém-nascido. Uma maior aproximação é impossibilitada pela cúpula da incubadora ou, quando o recém-nascido está em berço comum, pela dificuldade da observação do paciente e pelo perigo de hiperaquecimento. Desta forma, uma pequena dose de irradiância atinge o recém-nascido, explicando, em parte, a baixa eficácia clínica observada com o uso de aparelhos convencionais de fototerapia. O objetivo deste trabalho é a descrição técnica de uma nova modalidade de fototerapia de alta irradiância para o tratamento da icterícia do recém-nascido utilizando-se lâmpadas fluorescentes existentes em nosso meio.

Palavras-Chave: Fototerapia, Hiperbilirrubinemia neonatal, Icterícia, Recém-nascido.

M. de Carvalho

Chefe da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal
Instituto Fernandes Figueira - Fundação Oswaldo Cruz
e-mail: manael@perinatal.com.br
End. Correspondência: Clínica Perinatal Laranjeiras
Rua das Laranjeiras, 445
22240-002 - Laranjeiras - Rio de Janeiro

J.M. Lopes

Chefe do Departamento de Pesquisa do Instituto
Fernandes Figueira - Fundação Oswaldo Cruz

D. Barreto Netto

Engenheiro Eletrônico da FANEM

Abstract

Phototherapy is frequently used to treat neonatal jaundice. Its efficacy depends on the dose of irradiance delivered and the surface area of the skin exposed to light. Conventional phototherapy units are usually placed at a distance 30 to 50 cm above the infant. Although a decrease in the distance between the patient and the light source would increase its efficacy, there is a limit to how close to the patient the phototherapy unit can be placed. As a result, jaundiced newborn infants under conventional phototherapy receive a low dose of irradiance. The objective of this article is to describe a high intensity phototherapy unit for the treatment of neonatal hyperbilirubinemia using daylight fluorescent bulbs.

Keywords: Phototherapy, Neonatal jaundice, Newborn Infant.

Introdução

Cerca de 60% dos recém-nascidos desenvolvem, nos primeiros dias de vida, icterícia clinicamente detectável e muitos desses pacientes são submetidos a inúmeros exames laboratoriais e tratamento. Poucos aspectos da medicina neonatal têm suscitado tanta controvérsia e discussão quanto as possíveis consequências adversas da hiperbilirrubinemia e sua melhor e mais eficaz forma de tratamento.

Desde sua introdução, em 1958, a fototerapia vem sendo usada extensivamente nos berçários. Estima-se que só nos Estados Unidos, mais de 90.000 recém-nascidos recebem esta modalidade terapêutica anualmente (Maisels, 1981). Ao longo deste período, inúmeras pesquisas têm gerado novos conhecimentos acerca de seu mecanismo de ação, o que tem contribuído para o aprimoramento da fonte luminosa utilizada e o desenvolvimento de fototerapias mais eficazes. Entretanto, desde sua introdução no Brasil no início da década de 60, os aparelhos de fototerapia praticamente não sofreram nenhuma modificação (Ferreira *et al.*, 1960).

A maioria dos aparelhos de fototerapia convencional, utilizados em nosso meio, são equipados com um número insuficiente de lâmpadas fluorescentes (De Carvalho e Lopes, 1991). Além disso as lâmpadas fluorescentes disponíveis no mercado nacional emitem irradiância, na faixa do azul, cerca de 25 % menor do que similares produzidas fora do país (De Carvalho e Lopes, 1992). Como resultado, nossas fototerapias convencionais equipadas com lâmpadas fluorescentes tipo *luz do dia*, apresentam baixa eficácia clínica.

Uma solução que certamente melhoraria sua eficácia seria equipá-las com lâmpadas fluorescentes específicas para o tratamento da hiperbilirrubinemia neonatal (luz azul especial) (Ennever *et al.*, 1983). Entretanto isto é praticamente inviável uma vez que este tipo de lâmpada não é fabricado no Brasil e sua importação esbarra na burocracia administrativa e no custo. Outra possível alternativa seria modificar os aparelhos existentes de tal maneira que a dose de irradiância emitida aumentasse e com isso sua eficácia clínica melhorasse.

A irradiância emitida por uma fototerapia é inversamente proporcional à distância entre a fonte luminosa e o paciente (Ennever *et al.*, 1984). Quanto mais próximo o paciente estiver da fototerapia, maior a irradiância a nível da pele do recém-nascido. Existe, entretanto, uma limitação de quão próximo podemos colocar um aparelho de fototerapia convencional de

um paciente (especialmente se ele estiver em incubadora ou berço de calor radiante).

A distância entre o paciente e a fototerapia, utilizada na prática clínica, varia de 30 a 50 cm. Nestas condições, a irradiância emitida por fototerapias convencionais varia de 2,5 a 4,2 mw/cm²/nm (De Carvalho e Lopes, 1991). Estas irradiâncias são inferiores as recomendadas na literatura para o tratamento da icterícia neonatal (Modi e Keay, 1983).

O objetivo deste trabalho é descrever uma nova modalidade de fototerapia de alta intensidade (Bili-Berço) para o tratamento da icterícia neonatal utilizando-se lâmpadas fluorescentes *luz do dia* existentes em nosso meio.

Descrição Técnica da Fototerapia de Alta Intensidade (Bili-berço)

O Bili-Berço consiste em um conjunto de 7 lâmpadas fluorescentes brancas (*daylight*) dispostas na base de um berço de acrílico (60 cm comprimento/35 cm de largura) comumente usado em berçários e alojamentos conjuntos de tal maneira que o basinete de acrílico do berço permaneça a cerca de 5 cm das lâmpadas (vide Figuras 1 e 2).

Este conjunto de lâmpadas emite luz de baixo para cima que atravessa a parede inferior do berço de acrílico e atinge o recém-nascido que estará ali deitado. Para maior conforto do recém-nascido, sobre o fundo

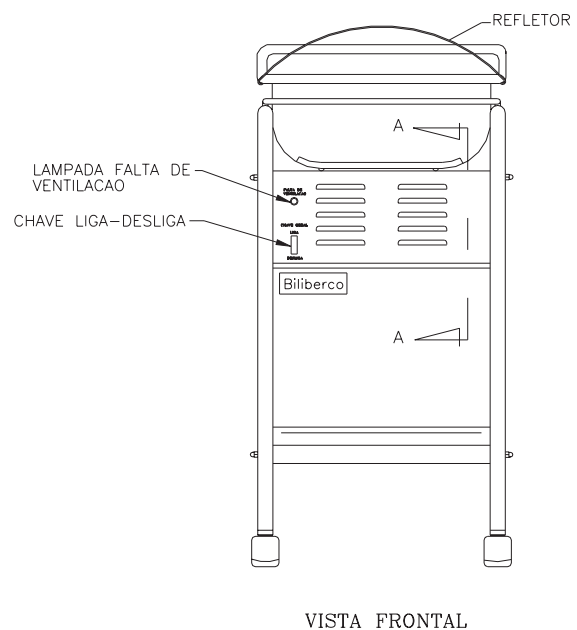


Figura 1. Perspectiva frontal do Bili-Berço

do berço de acrílico, existe um pequeno colchão transparente de silicone medicinal de modo a não interferir na iluminação a ser recebida pelo paciente.

Para se aproveitar a luz periférica, que normalmente seria perdida, as paredes laterais internas do referido berço de acrílico recebem a aplicação de película refletora semi-transparente e a abertura superior recebe a sobreposição de uma lâmina arqueada, de acrílico, com a superfície interna também recoberta por um filme refletor de modo a jogar a luz que normalmente escaparia e se perderia de volta para o corpo do paciente. Desta maneira, o recém-nascido receberá luz direta de baixo para cima e luz refletida (indireta) das paredes laterais e cúpula superior do berço (fototerapia integral total) (Figuras 1 e 2).

O calor gerado por este conjunto de lâmpadas é dissipado através de um sistema de ventiladores e exaustores. Os reatores dessas lâmpadas são colocados em uma caixa externa separada para impedir a passagem do calor para o fundo do berço e para facilitar a eventual troca dos bulbos fluorescentes.

O Bili-Berço é dotado de um dispositivo de segurança para temperatura. Caso a temperatura, a nível do fundo do berço, atinja 39°C ou caso ocorra uma pane nos ventiladores, este dispositivo provoca o desligamento imediato das lâmpadas. Ao se ligar o aparelho, automaticamente os ventiladores e exausto-

res entram em funcionamento. As medições de temperatura efetuadas no laboratório mostram que para uma temperatura ambiente média de $23,64^{\circ}\text{C}$, a variação de temperatura a nível do colchão do Bili-Berço variou de $24,08^{\circ}\text{C}$ a $24,62^{\circ}\text{C}$ durante as cinco horas e trinta minutos de duração do teste.

A irradiância emitida pelo Bili-Berço foi medida utilizando-se um monitor Fanem modelo 620 que mede a irradiância na faixa de 390 a 800 nm. Para o cálculo do valor médio da irradiância, a célula leitora do irradiômetro foi colocada, voltada para baixo, imediatamente em contato com o colchão transparente de silicone. Embora a luz, emitida de baixo para cima, irradie uniformemente todo o colchão, concentramos as medições da irradiância na área de permanência do paciente. Desta forma, tomamos um total de 22 medições distribuídas na parte inferior (fundo) do berço de acrílico (60 cm de comprimento por 35 cm de largura). Todas as medições da irradiância foram feitas após 1 hora de funcionamento do Bili-Berço.

A irradiância proveniente da luz indireta, isto é, a refletida pelas paredes laterais e cúpula superior refletora, foi medida com um recém-nascido deitado na parte central do colchão de silicone. Nesta situação, o monitor de irradiância foi colocado ao nível do tórax do paciente, com a célula leitora voltada para cima e duas leituras foram determinadas de cada lado do paciente. Utilizando-se esta metodologia, a irradiância

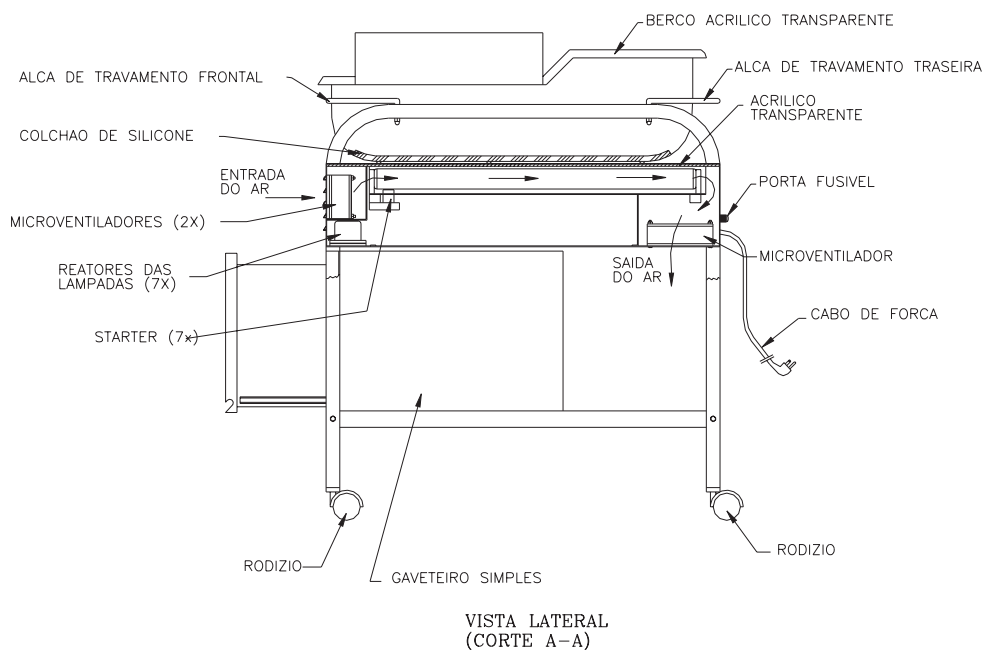


Figura 2. Vista lateral (corte A-A) do Bili-Berço

média emitida pelo Bili-Berço, equipado com 7 lâmpadas fluorescentes 20W *luz do dia* (Osram) foi de $12,4 \pm 0,3 \mu\text{w} / \text{cm}^2 / \text{nm}$ (média dos 22 pontos de leitura). A irradiância indireta, proveniente da reflexão da luz nas paredes e cúpula refletora do berço, foi de $2,3 \pm 0,3 \mu\text{w} / \text{cm}^2 / \text{nm}$ (média de 4 leituras).

A intensidade do ruído no Bili-Berço foi determinada utilizando-se o aparelho *Sound Level Meter-Type 452* (Scott Instrument Laboratories Ansy Type 2). O nível de ruído, medido dentro do berço de acrílico, foi de $60 \pm 2 \text{ dBA}$.

O Bili-Berço foi construído e testado segundo as normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR/IEC 601.1. O aparelho em uso pode ser visto na Figura 3.

Discussão

A eficácia da fototerapia está na dependência direta da quantidade de energia liberada na faixa de onda correspondente à absorção da luz pela molécula de bilirrubina. Inúmeros trabalhos demonstram que, quanto maior é a irradiância nesta faixa, maior e mais rápida é a queda na concentração sérica de bilirrubina (Tan, 1992).

Como a fototerapia age a nível da pele do recém-nascido, é obvio que, quanto maior a área da superfície

corporal iluminada, maior a eficácia da fototerapia (Weise e Ballowitz, 1982).

Recém-nascidos recebendo iluminação por todo o corpo apresentam redução significativa da bilirrubina e requerem menos doses de irradiação (Maisels, 1996). Sisson *et al.* (1970) e Mimms *et al.* (1973) foram os primeiros a demonstrar uma relação positiva entre a dose de irradiância e resposta terapêutica. Mimms e colaboradores (1973), estudando 44 recém-nascidos ictericos encontraram uma correlação entre a irradiância emitida na faixa azul (420 a 470 nm) e a porcentagem de declínio na concentração de bilirrubina.

Analizando-se o efeito da dose de irradiância e da superfície corporal iluminada, a eficácia da fototerapia pode ser traduzida através da seguinte fórmula (Weise e Ballowitz, 1982):

$$Q = E(\mu\text{w} / \text{cm}^2 / \text{nm}) \times A (\text{cm}) \quad (1)$$

onde: Q = eficácia, E = energia luminosa (irradiância), e A = área de superfície corporal exposta à luz.

Observando esta fórmula, veremos que a eficácia da fototerapia é diretamente proporcional a quantidade de energia luminosa que incide sobre o recém-nascido e a área exposta à luz. Quanto maior a irradiância e maior a superfície iluminada, mais eficaz será a fototerapia (De Carvalho e Lopes, 1996; Garg *et al.*, 1995).

Fototerapias convencionais equipadas com lâmpadas fluorescentes "luz do dia" emitem irradiância, medida ao nível da pele do recém-nascido, que varia de 2,5 a 4,2 $\mu\text{w} / \text{cm}^2 / \text{nm}$ (De Carvalho e Lopes, 1991). Estas irradiâncias são inferiores as recomendadas na literatura para o tratamento da icterícia neonatal (Modi e Kay, 1983).

Quando equipadas com lâmpadas fluorescentes *azul especial*, específicas para o tratamento da hiperbilirrubinemia neonatal, a irradiância que atinge a pele do recém-nascido é de cerca de 17 $\text{mw} / \text{cm}^2 / \text{nm}$. Este tipo de lâmpada é considerada, hoje em dia, a fonte luminosa mais eficaz para o tratamento da icterícia neonatal (Maisels, 1996). Entretanto, estas lâmpadas não são produzidas no Brasil, têm vida média relativamente curta e o preço da importação limita, significativamente, o seu uso. No Bili-Berço, a irradiância que atinge a pele do recém-nascido é cerca de 4 vezes maior do que aquela conseguida com fototerapias convencionais equipadas com lâmpadas *luz do dia*.

A área corporal de um recém-nascido a termo pesando 3.5 kg é de 2200 cm^2 . Assumindo-se que a parte anterior (ou posterior) do corpo é aproxima-



Figura 3. Recém-Nascido recebendo fototerapia no Bili-Berço

damente igual a 25% da superfície corporal total, deduz-se que a área iluminada por uma fototerapia convencional é de cerca de 550 cm² (Maisels, 1996). Em pacientes no Bili-Berço, esta área corporal exposta à luz é significativamente maior, uma vez que o recém-nascido recebe luz direta vindo debaixo do berço e luz indireta, por reflexão, nas partes superiores e laterais do corpo. Esta luz refletida, embora menos intensa do que a luz direta, gera irradiância ao redor de 2 a 3 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Desta forma, a dose total de fototerapia recebida pelo recém-nascido (área exposta x irradiância) é consideravelmente maior do que aquela alcançada com fototerapias convencionais que utilizam lâmpadas fluorescentes brancas “luz do dia”.

A concepção do Bili-Berço foi motivada pela baixa eficácia clínica observada com o uso de fototerapias convencionais no tratamento da icterícia do recém-nascido (De Carvalho e Lopes, 1995). Estudos clínicos estão sendo conduzidos em nosso berçário, entretanto resultados preliminares sugerem que a eficácia de fototerapias no tratamento da icterícia neonatal pode ser significativamente aumentada com o uso do Bili-Berço.

Referências

- De Carvalho, M., Lopes, J.M.A. (1991), “Fototerapia nos Hospitais Públicos do Rio de Janeiro”, *Jornal de Pediatria*, v. 67, p. 157-162.
- De Carvalho, M., Lopes, J.M.A. (1992), “Lâmpadas Fluorescentes para Fototerapia”, *Jornal de Pediatria*, v. 68, p. 203-205.
- Donzelli, G.P., Moroni, M., Rapisardi, G., Agati, G., Fusi, F. (1996), “Fiberoptic Phototherapy in the Management of Jaundice in Low-Birth Weight Neonates”, *Acta Paediatrica Scandinavica*, v. 85, p. 366-370.
- Ennever, J.F., Sobel, M., McDonagh, A.F. (1984), “Phototherapy for Neonatal Jaundice: in vitro: Comparison of Lights Sources”, *Pediatric Research*, v. 18, p. 667-669.
- Ennever, J.F., Sobel, M., McDonagh, A.F., Speck, W.T. (1983), “Phototherapy for Neonatal Jaundice: Optimal Wavelengths of Light”, *Journal of Pediatrics*, v. 103, p. 295-297.
- Ferreira, H.C., Berezin, D., Larrubia, M.N. (1960), “A Super-iluminação na Hiperbilirrubinemia do Recém-nascido a Termo”, *Jornal de Pediatria*, v. 57, p. 335-338.
- Maisels, J.M. (1981), Neonatal Jaundice, In: *Neonatology*, Ed.: G.B. Avery, Second Edition, Philadelphia: J.B. Lippincott.
- Maisels, J.M. (1996), “Why Use Homeopathic Doses of Phototherapy?”, *Pediatrics*, v. 98, p. 238-287.
- Mimms, L., Estrada, M., Goden, D. (1973), “Phototherapy for Neonatal Hyperbilirubinemia - A Dose: Reponse Relationship”, *Journal of Pediatrics*, v. 83, p. 658-662.
- Modi, N., Keay, J. (1983), “Phototherapy for Neonatal Hiperbilirubinemia: The importance of Dose”. *Archives of Disease of Childhood*, v. 58, p. 406-410.
- Sisson, T.R.C., Kendall, N., Davies, R. (1970), “Factors Influencing the Effectiveness of Phototherapy in Neonatal Hyperbilirubinemia: Bilirubin Metabolism in the Newborn”, *Birth Defects. Original Article Series VI*, v. 100, p. 1-32.
- Tan, K.L., Lim, G.C., Boey, K.W. (1992), “Efficacy of ‘High Intensity’ Blue Light and ‘Standard’ Daylight Phototherapy for Non-hemolytic Hyperbilirubinemia”, *Acta Paediatrica Scandinavica*, v. 81, p. 870-874.
- Weise, G., Ballowitz, L. (1982), “A Mathematical Description of the Temporal Changes in Serum Bilirubin Concentration During Phototherapy in Newborn Infants”, *Biology of Neonate*, v. 42, p. 222-225.