



AVALIAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DA UMIDIFICAÇÃO DA INCUBADORA NA IRRADIÂNCIA EMITIDA POR APARELHOS DE FOTOTERAPIA

CARLOS ALBERTO MORENO ZACONETA,¹ VINÍCIUS SANTANA PEREIRA,² EDINEUZA ALVES DE OLIVEIRA,³ KELE CRISTINA DA SILVA,³ RAFAEL QUARESMA LIMA⁴ E ÉRIA FERNANDES VILAR DE ALMEIDA⁴

RESUMO

Objetivo. Verificar a influência da umidificação da incubadora na intensidade de irradiância fornecida ao recém-nascido.

Método. Usou-se incubadora de parede dupla, acima da qual foram posicionados os aparelhos de fototerapia (super LED e halógena), e irradiômetro colocado dentro da incubadora no ponto de maior irradiância. Esta foi mensurada com diferentes graus de umidificação, com embaçamento ou não da cúpula.

Resultados. Em fototerapia com super LED sem o desembaçamento, houve queda progressiva da irradiância com aumento da umidificação interna, caindo de 21,1 para 11,7 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Com desembaçamento caiu de 31,8 para 30,9 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Em fototerapia halógena com desembaçamento, houve queda de 22,1 para 19,6 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ e sem desembaçamento houve queda da irradiância para 5,6 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Conclusão. A irradiância não foi influenciada pelo grau de umidificação da incubadora, mas pelo embaçamento de sua cúpula.

Palavras-chave. Fototerapia; recém-nascido; prematuridade; interferência.

ABSTRACT

EVALUATION OF INCUBATOR'S HUMIDIFICATION INTERFERENCE ON IRRADIANCE EMITTED BY PHOTOTHERAPY DEVICE

Objective. To verify the influence of incubator's humidification on the intensity of irradiance provided to the newborn.

Method. One double wall incubator above which was placed the phototherapy device (super LED and halogen). A radiometer was placed inside the incubator at the point of highest irradiance. The irradiance was measured with different degrees of humidification with or without blurring the dome.

Results. Under super LED phototherapy, without demisting the dome, there was a progressive decrease on irradiance with the increasing of intern humidification, from 21.1 to 11.7 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$. By demisting the dome, the results then varied from 31.8 to 30.9 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Under halogen phototherapy with demist the variation was from 22.1 to 19.6 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ and without demist there was a reduction of irradiance to 5.6 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Conclusion. The irradiance was not influenced by the degree of humidification but by demisting or not the dome of the incubator.

Key words. Phototherapy; newborn; prematurity; interference.

INTRODUÇÃO

A seqüela por impregnação bilirrubínica dos gânglios da base (*kernicterus*) tem efeito devastador para o doente e para a sociedade. Os prematuros de extremo baixo peso ao nascer, por sua pouca habilidade de processar a

bilirrubina não conjugada, têm indicação de uso de fototerapia quando atingem concentrações sanguíneas de bilirrubina menores em comparação aos recém-nascidos com peso ou idade gestacional maiores.¹

Existindo indicação formal de uso de fototerapia, é

¹ Médico neonatologista, Hospital Materno Infantil de Brasília e Centro Brasiliense de Neonatologia. Professor, Faculdade de Medicina, Escola Superior de Ciências da Saúde. Mestre em Medicina pela Universidade de Brasília

² Médico neonatologista, Hospital Materno Infantil de Brasília

³ Enfermeira, especialista em neonatologia, Hospital Materno Infantil de Brasília

⁴ Graduando(a), curso de Medicina, Universidade Católica de Brasília

Correspondência: Éria Fernandes Vilar de Almeida. SQS 107, bloco K, ap.101, Asa Sul, CEP 70.346-110, Brasília, Distrito Federal. Telefones: 61 34436024 e 61 81346926. Internet: eriavilar@gmail.com

Recebido em 19-10-2010. Aceito em 30-11-2010.



necessário que o doente receba doses terapêuticas de irradiação, uma vez que recém-nascidos inadequadamente tratados podem desenvolver *kernicterus*, mesmo sem ter doença hemolítica e mesmo sem apresentar nenhuma manifestação neural no período neonatal.²

Outra característica dos prematuros de extremo baixo peso ao nascer é a imaturidade do estrato córneo da pele, que os deixa mais suscetíveis à perda hídrica, hipotermia e lesão cutânea. Para minimizar a perda hídrica e evitar a hipotermia, recomenda-se que esses doentes sejam colocados em incubadoras com alto grau de umidificação pelo menos nos primeiros sete dias de vida.^{3,4} Assim, pode-se deduzir que, com alguma frequência, prematuros de extremo baixo peso recebem fototerapia ao mesmo tempo em que são colocados em incubadoras com altos graus de umidificação.

Na prática, se questiona em neonatologia se a associação entre umidificação e fototerapia é possível sem que haja interferência na dose de irradiação fornecida ao assistido. Ademais, se o embaçamento produzido nas cúpulas das incubadoras compromete a fototerapia, qual a quantidade real de irradiação que atinge o paciente? Este assunto não foi tema de discussão no acervo literário internacional até o presente.

O objetivo do trabalho é verificar a influência da umidificação da incubadora na intensidade de irradiação que chega ao recém-nascido.

MÉTODOS

O estudo foi realizado em local fechado com as janelas protegidas da luz. A irradiação ambiente medida foi $0,1 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$. A temperatura no local foi $25,5^\circ\text{C}$ e a umidade, de 50%. Foi usada incubadora Fanem modelo *Vision advanced 2286*® nova. A mesma conta com parede dupla, sistema de circulação de ar aquecido, cuja faixa de temperatura varia de 20°C a 39°C e controle de umidificação servo ativa proveniente de um reservatório de água com faixa de ajuste de 30% a 95% de umidade. Tanto a temperatura quanto a umidade foram lidos em visor externo denominado Unidade Inteligente de Controle-2286® (UIC).

Usou-se aparelho de fototerapia novo marca Fanem Bilitron® modelo BTI 3006®. Este permite o uso como fonte emissora de cinco super-LEDs no espectro azul focado em 460 nm. A irradiação espectral produzida é de 66, 40, 24 e $16 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ a uma distância de 20, 30, 40 e 50 cm respectivamente, segundo o manual do fabricante. O aparelho tem largura de 11,6 cm, fundo de 24 cm e altura de 6 cm.

Empregou-se também um aparelho novo de fototerapia halógena marca Fanem modelo Bilispot® 006

BBV. Este tem o formato de tubo metálico articulado a uma haste que permite variar o ângulo de incidência do feixe luminoso, bem como aproximá-lo ou afastá-lo do paciente. Sua fonte de energia é constituída de lâmpada halógena dicróica de 75 Watts, refrigerada por um sistema de circulação de ar forçado para dissipar parte do calor produzido. Dispõe de sistema de filtragem de radiações indesejáveis, com filtros infravermelho e ultravioleta. Na extremidade do tubo metálico, existe um conjunto de duas lentes Fresnel, cuja finalidade é direcionar as ondas radiantes em um feixe estreito de energia. Este feixe, quando projetado perpendicularmente numa superfície plana a exatamente 50 cm de distância produz um círculo iluminado com quinze centímetros de diâmetro de bordas nítidas com irradiação aproximada de $20 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Empregou-se também um radiômetro marca Fanem modelo 620 com faixa de leitura de 380 a 530 nm e com pico de 450 nm. Sua leitura é feita em irradiação espectral ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$), que é a média da irradiação em relação à amplitude da faixa de leitura. O aparelho consta de dois componentes interligados por um fio. Um leitor digital e um fotossensor, cuja superfície de leitura tem um centímetro de diâmetro.

Os outros aparelhos usados foram um nível de água marca Uyustools® modelo *shockproof*, fabricado em alumínio, com precisão de $0,057 = 1 \text{ mm}$ e um secador de cabelos marca Mondial® modelo SC 01 bivolt 1.200 Watts de potência, dimensões de 8 por 16 por 12 cm com bocal direcionador de ar de 2 cm por 6 cm. O sistema consiste de um motor que aciona uma hélice geradora de corrente de ar a qual passa através de uma resistência metálica de níquel-cromo aquecidos e sai pelo bocal direcionador.

O aparelho de fototerapia foi posicionado acima da cúpula da incubadora à distância de um centímetro desta. O fotossensor do irradiômetro foi colocado dentro da incubadora exatamente embaixo do aparelho de fototerapia, posicionado no ponto de maior irradiação. A distância entre ambos foi trinta centímetros. Cientes de que pequenas variações na angulação da superfície provocam alterações na irradiação, foi colocado um nível d'água sobre a bandeja da incubadora. O higrômetro e o leitor do irradiômetro foram dispostos fora da incubadora acima das bandejas disponíveis.

Após a montagem do sistema, o aparelho de fototerapia foi ligado, e a incubadora foi programada para atingir 95% de umidade. Conforme ocorria aumento da umidade interna, foram aferidas a irradiação, temperatura dentro da incubadora, temperatura e umidade do ambiente externo, usando-se para tanto, uma tabela

estruturada para coleta de dados, para facilitar o preenchimento. Os dados foram verificados na Unidade Inteligente de Controle-2286® da incubadora.

O experimento foi repetido em outro dia, no mesmo local, com temperatura ambiental de 26°C e umidade ambiental de 50%, de forma exatamente igual à primeira vez, exceto pelo fato de, durante todo o experimento, ter sido direcionado ar quente proveniente do secador de cabelo acima da cúpula da incubadora para evitar seu embaçamento.

RESULTADOS

Ao testar o Bilitron® sem desembaçamento da cúpula da incubadora houve queda progressiva da irradiância conforme aumentavam a umidade interna e o embaçamento da cúpula. Ao fim do experimento, a irradiância havia diminuído quase metade do valor inicial (tabela 1).

Quando se testou o Bilitron® associando-se o sistema antiembaçamento, a queda da irradiância foi menor que 1 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$ (tabela 2).

Ao se testar o aparelho de fototerapia halógena,

Tabela 1. Irradiância do Bilitron® medida com diferentes graus de umidificação da incubadora e sem desembaçamento da cúpula

Temperatura da incubadora (°C)	Umidade interna (%)	Umidade externa (%)	Irradiância ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	Temperatura externa (°C)
34	22	51	21,1	25,5
34,4	31	50	20,5	25,9
34,4	40	50	21,1	25,9
34,4	50	50	21,3	25,9
34,4	60	50	21,3	25,9
34,4	70	50	21,3	25,9
34,4	73	50	19,3	25,9
34,4	74	50	18,5	26
34,5	76	50	16,8	26
34,6	80	50	16,3	26,3
34,6	85	50	15,4	26,3
34,9	90	50	13,7	26,4
35,6	95	51	11,7	26,5

Tabela 2. Irradiância do Bilitron® medida com diferentes graus de umidificação da incubadora e com desembaçamento da cúpula

Temperatura da incubadora (°C)	Umidade interna (%)	Umidade externa (%)	Irradiância ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	Temperatura externa (°C)
34	60	50	31,8	35
34,1	64	49	32,1	35,1
34,5	70	45	32,2	35,6
35	80	43	30,3	36,1
35,2	85	42	30,6	36,4
35,2	90	41	30,6	37,2
35	95	35	30,9	37,6
36	95	33	30,9	38,9

Tabela 3. Irradiância do Bilispot® medida com diferentes graus de umidificação da incubadora e com desembaçamento da cúpula

Temperatura da incubadora (°C)	Umidade interna (%)	Umidade externa (%)	Irradiância ($\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$)	Temperatura externa (°C)
34,1	47	30	22,1	27,9
34,2	50	30	21,3	27,9
34,2	60	30	21,2	27,9
34,2	70	30	20,9	27,9
34,2	75	30	20,9	27,9
34,2	80	30	21	27,9
34,3	85	30	21	27,9
34,3	90	30	20,6	27,9
34,3	95	30	19,9	27,9
34,3	95	30	20,2	27,9
34,3	97	31	19,6	27,9

associando-se o sistema antiembaçamento, teve lugar um fenômeno similar (tabela 3).

Em contrapartida, ao se colocar o aparelho de



fototerapia halógena sob uma incubadora com umidade relativa de 95%, sem desembaçamento da cúpula, a irradiância caiu de 22,1 para 5,6 $\mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Houve então queda significativa da irradiância, tanto no aparelho de fototerapia halógena como no aparelho de fototerapia super LED, quando não havia desembaçamento da cúpula da incubadora.

DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram que a irradiância é influenciada não pelo grau de umidificação, mas pelo embaçamento da cúpula da incubadora.

As incubadoras com sistema de umidificação são dotadas de recipiente com água a qual é aquecida. Como resultado da agitação térmica, algumas moléculas do líquido adquirem energia cinética superior à média e conseguem vencer as forças de coesão entre as partículas, abandonando o líquido e ficando no ar na forma de vapor. O embaçamento aparece quando as moléculas de água em estado gasoso se condensam ao entrar em contato com uma superfície mais fria, no caso, as paredes e cúpula da incubadora. Desse modo, voltam ao estado líquido e formam uma camada de pequenas gotículas de água, fenômeno conhecido como condensação.

Quando a luz passa através de uma superfície transparente, como a água ou o vidro, torna-se menor sua velocidade de propagação. Esse fenômeno se conhece como refração da luz.⁵ A intensidade dessa diminuição será maior quanto maior for o índice de refração do meio em questão. O embaçamento da cúpula transforma esta de transparente em translúcida fazendo a refração se somar à reflexão da luz,⁶ o que diminui assim a irradiância.

Do exposto até aqui, se torna clara a necessidade de garantir o desembaçamento da cúpula da incubadora dos recém-nascidos que estejam usando simultaneamente fototerapia e incubadora com sistema de umidificação.

O ideal seria que as incubadoras que oferecem o recurso da umidificação contassem também com um sistema de desembaçamento. Contudo, ainda não existem incubadoras com tais características. Existe, portanto, uma demanda a ser atendida pelos fabricantes de equipamentos médico-hospitalares.

Antonucci e colaboradores⁴ relatam que o embaçamento da cúpula pode ser diminuído quando se usam incubadoras de parede dupla. Os resultados do presente trabalho contestam essa afirmação pelo menos para as incubadoras em que a parede dupla consiste de uma lâmina de acrílico removível.

Do ponto de vista prático, recomendam os autores manter seca a cúpula da incubadora em situações de uso de fototerapia. O inconveniente dessa prática

seria a necessidade de abrir a incubadora várias vezes durante o dia, pois o embaçamento torna a se formar com relativa rapidez.

Um fato interessante observado durante o projeto-piloto deste trabalho é que, às vezes, o calor produzido pelo funcionamento do Bilitron® esquentava o acrílico da cúpula levemente e forma assim um halo desembaçado. Contudo, esse fenômeno não é constante e depende de outras variáveis, fundamentalmente da temperatura ambiental. Outra recomendação seria então a de colocar o aparelho de fototerapia o mais perto possível da incubadora, alguns milímetros, na expectativa de que a transmissão de calor evite o embaçamento da cúpula.

Um aparente viés metodológico que pode ser apontado neste trabalho é a discrepância entre as irradiâncias iniciais do Bilitron® (ver tabelas 1 e 2). Isso se explica pelo fato de que, em cada experiência, os autores usaram aparelhos novos, que vieram de fábrica com irradiâncias diferentes. Contudo, isso não contesta os resultados obtidos, uma vez que cada aparelho de fototerapia funcionaria como controle de si mesmo, com desembaçamento ou não da cúpula da incubadora.

Em conclusão, a umidificação das incubadoras como fator isolado não diminuiu a irradiância fornecida ao doente em fototerapia, mas sim o embaçamento de sua cúpula. O desembaçamento da cúpula da incubadora é medida eficiente para evitar a diminuição da irradiância que atinge o enfermo.

CONFLITOS DE INTERESSES

A empresa Fanem® emprestou as incubadoras, os aparelhos de fototerapia e o radiômetro. Não há nenhum tipo de financiamento ou de vínculo entre a empresa e os pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- Morris BH, Oh W, Tyson JE, Stevenson DK, Phelps DL, O'Shea TM, et al. Aggressive vs. conservative phototherapy for infants with extremely low birth weight. *N Engl J Med.* 2008;359:1885-96.
- Maisels MJ. Neonatal hyperbilirubinemia and kernicterus – not gone but sometimes forgotten. *Early Hum Dev.* 2009;85:727-32.
- Harpin VA, Rutter N. Humidification of incubators. *Arch Dis Child.* 1985;3:219-24.
- Antonucci R, Porcella A, Fanos V. The infant incubator in the neonatal intensive care unit: unresolved issues and future developments. *J Perinat Med.* 2009;37:587-98.
- Cutnell J, Johnson K. Física. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC; 2006.
- Ramalho Júnior F, Ferraro NG, Toledo PA. Fundamentos da física. 8ª ed. Rio de Janeiro: Editora Moderna; 2003.