

PROJETO MECÂNICO DE UM COOL CAP COM PLACAS PELTIER

Ana Maria Ávalos², anamariala1@hotmail.com
André Nozomu Sadoyama Barrios², andrenozomu@gmail.com
Hilton James², hilton_james@hotmail.com
Leonardo Manetti², leomanetti@hotmail.com
Ivanoe Capusso², icmailms@gmail.com
Durval Batista Palhares³, durbapa@terra.com.br
Fabiano Pagliosa Branco², pagliosa@gmail.com
Marco Hiroshi Naka^{1,2}, marco.naka@ucdb.br, marco.naka@ifms.edu.br

¹ IFMS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Campus Campo Grande. Av. Afonso Pena, 775 - Bairro Amambai. Campo Grande – MS. CEP: 79005-000.

² UCDB – Universidade Católica Dom Bosco. Av. Tamandaré 6000. Jardim Seminário. Campo Grande – MS. CEP: 79117-900.

³ UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Cidade Universitária. Bairro Universitário. Campo Grande – MS. CEP: 79070-900.

RESUMO: O Cool Cap é um dispositivo usado em recém-nascidos com asfixia perinatal. Várias pesquisas têm apontado que a hipotermia localizada pode diminuir o metabolismo do cérebro, o que reduziria as seqüelas no cérebro devido à ausência de oxigênio. Os dispositivos de resfriamento já existentes, são baseados na circulação de um fluido frio por meio de tubos em torno da cabeça do recém-nascido. A principal desvantagem deste sistema é o tamanho do dispositivo. Neste trabalho, propõe-se projetar um dispositivo usando placas com efeito Peltier, as quais podem diminuir significativamente o tamanho do aparelho. Para um projeto adequado, um modelo termodinâmico do crânio de recém-nascidos foi desenvolvido a fim de determinar a carga térmica do sistema. Neste modelo, a temperatura do cérebro deve ser em torno de 34,5 ° C para uma hipotermia localizada leve. A estrutura mecânica do capacete foi projetada utilizando os valores médios das dimensões das cabeças dos recém-nascidos. Além disso, a geometria média de cabeças de recém-nascidos foi avaliada e considerada no projeto mecânico. O controle adequado das placas de Peltier também foi desenvolvido utilizando microcontroladores e sensores térmicos (LM35).

PALAVRAS-CHAVE: cool cap, peltier, hipotermia

ABSTRACT: *The Cool cap is a device used in newborns with perinatal asphyxia. Several researches have pointed that the localized hypothermia can decrease the metabolism of brain, which would reduce the sequelae on the brain due to the absence of oxygen. The existing cooling devices are based on the circulation of cold fluid through a tube around the head of newborn. The main disadvantage of this system is the size of device. In this work, it is proposed to design a device using plates with Peltier effect, which can significantly reduce the size of device. For proper design, a thermodynamic model of the skull of newborns was developed in order to determine the thermal load of the system. In this model, the temperature of brain should be around 34.5 ° C for a mild localized hypothermia. The mechanical structure of cool cap was designed using the average values of the dimensions of heads of newborns. Also, the average geometry of heads of newborns was evaluated and considered in the mechanical design. A proper control of the plates of Peltier was also developed using microcontrollers and thermal sensors (LM35).*

KEYWORDS: *cool cap, peltier, hypothermia*

INTRODUÇÃO

O Cool Cap é um dispositivo usado em hipotermia localizada para casos de asfixia perinatal de recém-nascidos. Este dispositivo tem como objetivo, a redução das sequelas causadas pela ausência de oxigênio no cérebro por meio de uma redução da atividade metabólica devido ao resfriamento localizado.

Outro ponto a ser considerado é o fato de que o Cool Cap convencional tem um tamanho considerável, o que torna difícil de usá-lo em primeiros socorros e emergências. Este fato é bastante relevante porque na UTIN (Unidade de Terapia Intensiva Neonatal) já existem vários tipos de equipamentos de grande porte e não há muito espaço na sala de parto. Por esta razão, este trabalho propõe o projeto de um Cool Cap com efeito Peltier, o qual

não requerem o uso de um sistema auxiliar de refrigeração, diminuindo consequentemente o tamanho e facilitando o seu uso em situações emergenciais.

METODOLOGIA

Modelo Termodinâmico

Um modelo termodinâmico foi proposto com base no modelo de Sukstanskii e Yablonsk (2004), o qual simula a distribuição de temperatura da superfície da cabeça até o cérebro de um adulto. Uma vez que algumas mudanças biológicas ocorrem durante o crescimento dos seres humanos, os parâmetros térmicos e as dimensões dos tecidos foram alterados para a aplicação neste trabalho. Os dados das características termodinâmicas das cabeças

dos recém-nascidos foram obtidos a partir do trabalho de Van Leeuwen et al. (2000). A maior parte dos parâmetros dimensionais da cabeça dos recém-nascidos tiveram que ser estimados, com base em valores obtidos em outros trabalhos (Siegfried *et al.*, 1998, Sukstanskii and Yablonskiy *et al.*, 2004). Simulações foram realizadas para um caso de hipotermia suave, onde a temperatura do cérebro deve estar em torno de $34,5^{\circ}\text{C}$, de acordo com Battin *et al.* (2003). Os resultados anteriores (Barrios *et al.*, 2010) indicaram uma temperatura na superfície da cabeça de $32,5^{\circ}\text{C}$.

Projeto Mecânico do Cool Cap e Placas Peltier

O dimensionamento do Cool Cap foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de dados estatísticos sobre a antropometria de recém-nascidos. Como uma das principais dimensões, foi considerado o comprimento da parte frontal até a parte posterior (P3 na Figura 1). Outras dimensões também foram usadas e são mostrados na Figura 1. Estes dados foram obtidos a partir do obras de Mota *et al.* (2004) e Pereira *et al.* (2008). Para o sistema de resfriamento do Cool Cap, placas termoelétricas foram usadas. Essas placas operam sob o efeito Peltier, que é baseado em aquecimento e arrefecimento nos lados opostos de um módulo ou placa, quando um diferencial de tensão é aplicada nas laterais. Em outras palavras, um lado esquentará enquanto o outro resfriará. A vantagem de usar este dispositivo é a compactação do sistema de arrefecimento.

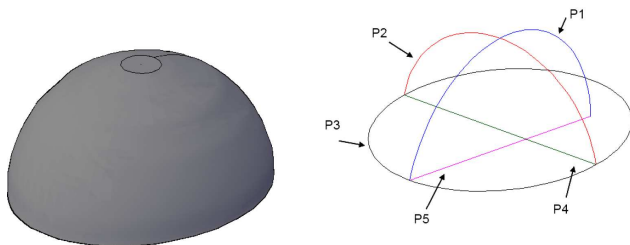


Figura 1. Modelo tridimensional do crânio em contato com o Cool Cap.

Controle de Temperatura

Para o controle das temperaturas e a ativação de placas termoelétricas, foi utilizado o microcontrolador 8051. O sensor de temperatura utilizado foi o LM35, que possui um tipo de precisão integrada à variação de temperatura em graus Celsius, uma das vantagens mais importantes deste sensor. Este sistema de controle tem sido desenvolvido em um outro trabalho que faz parte deste projeto.

CONCLUSÃO

O uso de placas Peltier apontam para um sistema muito mais compacto, o que possibilita a sua aplicação em locais de espaço restrito e também em situações de emergência. Através de estudos futuros, o controle da temperatura tende a melhorar, sendo os próximos passos focados em otimizar o desempenho da placa peltier refrigerando o

lado mais quente, com isso, melhorando o resfriamento do lado frio. Uma possibilidade que está sendo avaliada é o uso de placa peltier em cascata. Estudos com o protótipo poderão ajudar na melhora e no desenvolvimento de novas soluções.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de demonstrar sua gratidão a UCDB, pelo apoio financeiro para o projeto e bolsas de estudo. Além disso, eles gostariam de agradecer ao CNPq pela bolsa de estudos e FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado e Mato Grosso do Sul) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Barrios, A.N.S., Branco, F.P., Fernandes, V.C., Pereira, M.C., Palhares, D.B., Naka, M.H., 2010, "Modelo Termodinâmico para Aplicações Clínicas de Resfriamento Craniano em Recém-nascidos: Cool Cap (Boné Frio)", Proceedings of the 6th National Congress of Mechanical Engineering, Campina Grande - PB, Brazil.
- Battin, M.R., Penrice, J., Gunn, T.R. and Gunn, A.J., 2003, "Treatment of term infants with head cooling and mild systemic hypothermia (35.0°C and 34.5°C) after perinatal asphyxia", Pediatrics, Vol. 111, pp. 244-251.
- Ferreira, M.S. and Yanagihara, J.I., 2009, "A transient three-dimensional heat transfer model of the human body", International Communications in Heat and Mass Transfer, Vol. 36, pp. 718-724.
- Mota, M., Melo, A., Burak, C., Daltro, C., Rodrigues, B., Lucena, R., 2004, "Antropometria craniana de recém-nascidos normais", Arquivos de Neuropsiquiatria, Vol. 62(3-A), pp. 626-629.
- Pereira, I.M.R. Barros Filho, A.A., Alvares, B.R. and Palomari, E.T., 2008, "Radiological determination of cranial size and index by measurement of skull diameters in a population of children in Brazil", Radiol Bras, Vol. 41 (4), pp. 229-234.
- Siegfried, E.C., 1998, "Neonatal skin and skin care", Pediatric Dermatology, Vol. 16 (3), pp. 437-446.
- Sukstanskii, A.L. and Yablonskiy, D.A., 2004, "An analytical model of temperature regulation in human head", Journal of Thermal Biology, Vol. 29, pp. 583-587.
- Van Leeuwen, G.M.J., Hand, J.W., Lagenduk, J.J.W., Azzopardi, D.V. and Edwards, A.D., 2000, "Numerical modeling of temperature distribution within the neonatal head", Pediatr. Res., Vol. 48, pp. 351-356.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.