

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ ỨNG DỤNG THIẾT BỊ SOI MẠCH MÁU BVDD TRONG HỖ TRỢ XÁC ĐỊNH TĨNH MẠCH TRẺ EM

Trịnh Ngọc Hiến^{1*}, Mai Hữu Thuận², Nguyễn Đức Thắng³

¹Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền Thông - ĐH Thái Nguyên,

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, ³Trường Đại học Y Dược – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Thiết bị soi mạch máu bằng chip LED ánh sáng đỏ (Blood vessels detection device BVDD) là thiết bị được tự phát triển bởi nhóm nghiên cứu. Thiết bị hoạt động dựa trên nguyên lý hấp thụ bức xạ điện từ của khối chất (hồng cầu trong máu). BVDD hỗ trợ trong quan sát mạch máu nhỏ gần da bằng mắt thường. Kết quả thử nghiệm ban đầu trong phòng thí nghiệm cho thấy BVDD là một thiết bị nhỏ gọn, dễ vận hành sử dụng, hỗ trợ tốt quá trình quan sát những tổ chức ở độ sâu 3 ÷ 5 cm dưới lớp da, hình ảnh thu được rõ nét. BVDD ra đời vì mục đích hỗ trợ các y bác sỹ, điều dưỡng giảm bớt một phần gánh nặng trong tiêm, truyền, lấy máu... Trong bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày về nguyên lý chế tạo, nguyên tắc hoạt động và một số kết quả ban đầu khi sử dụng BVDD soi bất tĩnh mạch cho trẻ em.

Từ khóa: Thiết bị soi mạch máu; chip LED đỏ; tiêm truyền; tĩnh mạch; trẻ em.

Ngày nhận bài: 10/10/2019; Ngày hoàn thiện: 29/4/2020; Ngày đăng: 29/5/2020

THE DESIGN, MANUFACTURE AND APPLICATION BLOOD VESSELS DETECTION DEVICE IN DEFINING THE CHILDREN'S VEINS

Trịnh Ngọc Hiến^{1*}, Mai Hữu Thuận², Nguyễn Đức Thắng³

¹TNU - University of Information and Communication Technology,

²Hanoi University of Science and Technology,

³TNU - University of Medicine and Pharmacy

ABSTRACT

Blood vessels detection device (BVDD) is a device that was developed by our research team. This device is based on the principle of electromagnetic radioactive absorption of the mass (red blood cells). BVDD helps to see the small blood vessels under skin by the eyes. The initial testing results in the laboratory showed that BVDD was a device which was small, easy to use and helpful for process to see the structures at 3 ÷ 5 cm depth under skin, clearly observed images. BVDD was invented to help the doctors and nurses to reduce difficulties in injection, infusion and taking blood... In this article, we talked about the theory of manufacture, operating principles and initial results when BVDD was used to detect the children's vein.

Keywords: Blood vessels detection device; red LED chip; infusion; venous; pediatric.

Received: 10/10/2019; Revised: 29/4/2020; Published: 29/5/2020

* Corresponding author. Email: tnhien@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Tiêm, truyền, lấy máu không an toàn gây ra những tác động hết sức to lớn cả về sức khỏe, kinh tế, tâm lý... Những nghiên cứu của WHO cho thấy, khoảng 50% các mũi tiêm, truyền ở các nước đang phát triển thiếu an toàn [1].

Tại nước ta vấn đề tiêm, truyền, lấy máu an toàn cũng giành được sự quan tâm đặc biệt từ bộ Y tế. Việc thực hành an toàn đã được hướng dẫn cụ thể thông qua quyết định 3671/QĐ-BYT ngày 27/09/2012 [2], [3].

Tiêm, truyền, lấy máu là một trong những kỹ thuật được thực hiện nhiều nhất của người điều dưỡng. Việc tuân thủ quy trình tiêm an toàn là bắt buộc đối với điều dưỡng viên nhằm đảm bảo an toàn cho người bệnh [4]. Mặc dù vậy, trong thực tế những kỹ thuật này vẫn có thể gây ra những đau đớn, thậm chí là chấn thương không cần thiết. Việc tiến hành thủ thuật này còn khó hơn nếu áp dụng với trẻ em và những người thừa cân [4], [5].

Trong điều trị cho những bệnh nhân nhi không hiếm những trường hợp lấy lệch tĩnh mạch, làm vỡ tĩnh mạch khi tiêm hoặc lấy máu. Những trường hợp đó gây ảnh hưởng xấu đến bệnh nhân. Quá trình xác định tĩnh mạch cần thao tác chuẩn xác, nhanh chóng của những người có kinh nghiệm [4], [5].

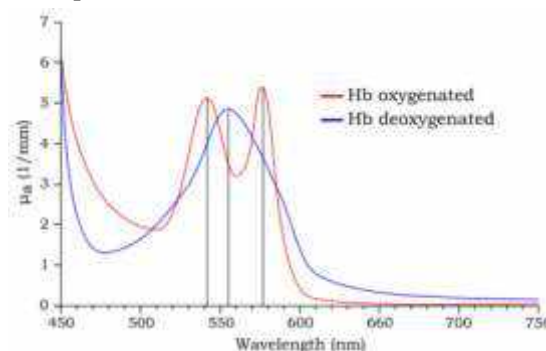
Trên thế giới, đã có một số các thiết bị soi bất tĩnh mạch với các kiểu dáng, cấu hình... khác nhau (Veinviewer, astodia, Vein E-Z, AccuVein AV400). Tuy nhiên, các thiết bị này thường có giá thành cao, cồng kềnh, phức tạp trong quá trình sử dụng cho các bệnh nhân nhi hoặc không phù hợp với điều kiện tự nhiên và con người ở nước ta.

Thiết bị BVDD là một thiết bị soi tĩnh mạch cầm tay nhỏ gọn, dễ dàng trong vận hành, sử dụng phù hợp với đặc điểm về tự nhiên và con người ở nước ta. Đặc biệt, thiết bị này có giá thành cạnh tranh hơn rất nhiều so với các thiết bị nhập ngoại. Vì vậy, BVDD có thể được trang bị rộng rãi cho các tuyến y tế cơ sở.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên tắc vật lý

Khi phân tích máu trên thiết bị quang phổ ta thu được phổ hấp thụ có cực đại trong vùng 540 nm ÷ 580 nm. Phổ hấp thụ này được thể hiện qua hình 1.



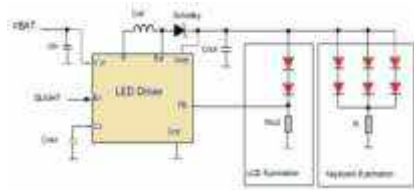
Hình 1. Phổ hấp thụ của máu

Qua hình 1 có thể thấy, cực đại của phổ hấp thụ xảy ra với bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 542 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 556 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 578 \text{ nm}$ [6]-[10].

Hệ số hấp thụ $0,210 \pm 0,002 \text{ mm}^{-1}$, hệ số tán xạ $77,3 \pm 0,5 \text{ mm}^{-1}$ và hệ số G $0,994 \pm 0,001$. Sự gia tăng tỷ lệ phần trăm theo thể tích của hồng cầu lên tới 50% sẽ dẫn đến sự gia tăng tuyến tính của sự hấp thụ và giảm sự tán xạ. Sự biến đổi của độ thẩm thấu là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến sự thay đổi của cả ba tham số trên, trong khi sự thay đổi độ bão hòa oxy chỉ dẫn đến sự thay đổi đáng kể về hệ số hấp thụ. Một phổ của cả ba tham số được đo ở bước sóng 400 ÷ 2500 nm đối với máu bị oxy hóa và khử oxy hóa cho thấy sự hấp thụ bức xạ của máu bị ảnh hưởng bởi sự hấp thụ của hemoglobin và nước. Hệ số tán xạ giảm đối với bước sóng $\lambda = 500 \text{ nm}$, hệ số này xấp xỉ 1,7, hệ số G cao hơn 0,9 so với toàn bộ dải bước sóng. Dựa trên các yếu tố trên, chúng tôi thiết kế và chế tạo thiết bị soi mạch máu BVDD [10].

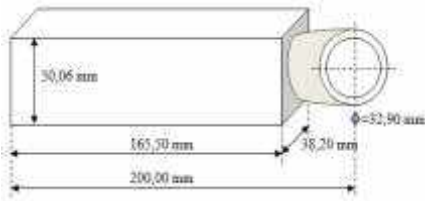
2.2. Thiết kế chế tạo

Để BVDD hoạt động ổn định và hiệu quả, việc đầu tiên chúng tôi quan tâm tới là thiết kế mạch ổn áp và ổn dòng cho LED. Mô hình mạch ổn áp, ổn dòng cho LED thể hiện qua hình 2.



Hình 2. Mạch nguyên lý ổn dòng cho LED

Để BVDD có kích thước nhỏ gọn, trọng lượng thấp, phù hợp với mục đích sử dụng trong thực tế. Bước tiếp theo, chúng tôi tiến hành thiết kế và chế tạo vỏ thiết bị. Mô hình vỏ thiết bị thể hiện qua hình 3.



Hình 3. Mô hình vỏ thiết bị

Vỏ thiết bị: nhôm

Vật liệu đầu chiếu: nhựa cứng

Kích thước thiết bị, đường kính đầu chiếu, chiều dài đầu chiếu được thể hiện đầy đủ trên hình vẽ.

2.3. Quá trình đo đạc

Thực nghiệm 1: sau khi thiết kế → kiểm tra các phần tử của thiết bị → tiến hành lắp ráp thiết bị theo sơ đồ thiết kế → tiến hành đo các thông số về điện cơ bản của BVDD như điện áp, cường độ dòng... khi hoạt động bằng đồng hồ vạn năng (Kyoritsu 1052 - Japan).

Thực nghiệm 2: tiến hành khảo sát một số thông số của BVDD như cường độ sáng với ba chế độ của thiết bị (khởi động, test nông, test sâu) bằng thiết bị Lux Meter (Testo 0500 Mỹ).

Thực nghiệm 3: tiến hành soi chiếu BVDD lên bề mặt da tay của bệnh nhân và kiểm tra sự tăng nhiệt của vùng cơ thể bệnh nhân bị soi chiếu trong thời gian từ 1 đến 25 phút bằng nhiệt kế điện tử (Testo 608-H2).

Thực nghiệm 4: tiến hành thực nghiệm xác định tính mạch trên tay 20 trẻ em bằng ba chế độ: khởi động, test nông và test sâu. Trẻ em được lựa chọn có độ tuổi từ 6 đến 12, trong đó có một số em bị thừa cân.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Thông số kỹ thuật của thiết bị



Hình 4. Ảnh sơ đồ mạch in và BVDD khi lắp ráp hoàn thiện

Thông số kỹ thuật:

Nguồn điện: 220V ~ 50Hz

Công suất tiêu thụ: 7W

Kích thước: 200,00 x 38,20 x 50,06 mm;
 $\Phi 32,90 \pm 0,02$ mm

Trọng lượng: 720 g

Khả năng chiếu sâu qua lớp mô 3÷ 5 cm

3.2. Đo cường độ sáng

Để tìm hiểu khả năng hỗ trợ quan sát mạch máu, bước đầu chúng tôi tiến hành khảo sát cường độ sáng phát ra từ BVDD tương ứng với chế độ khởi động, test nông, test sâu. Kết quả thu được cho bởi bảng 1.

Bảng 1. Kết quả đo cường độ sáng của thiết bị

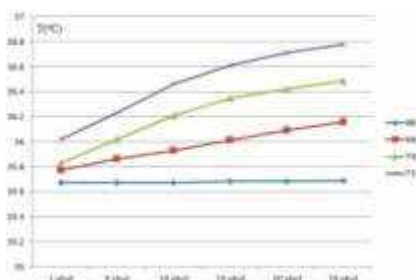
STT	Cường độ sáng (lux)		
	Chế độ khởi động	Chế độ test nông	Chế độ test sâu
1	4007	63030	98240
2	4009	63040	98230
3	4012	63040	98240
4	4006	63030	98230
5	4008	63020	98250
TB	4008,4	63032 1	98238

Từ bảng số liệu 1 cho thấy cường độ sáng của bức xạ phát ra ở cả ba chế độ của thiết bị là tương đối cao. Cường độ bức xạ này có thể đảm bảo hình ảnh thu được rõ nét hơn. Qua đó, tăng khả năng hỗ trợ cho các y bác sĩ trong quá trình tiêm truyền, lấy máu.

3.3. Đo nhiệt cục bộ vùng bị soi chiếu

Với đối tượng hướng đến hỗ trợ là trẻ em nên một thông số hết sức quan trọng được chúng tôi quan tâm nghiên cứu là sự tăng nhiệt cục

bộ tại vùng cơ thể được soi chiếu. Kết quả thu được thể hiện ở hình 5.

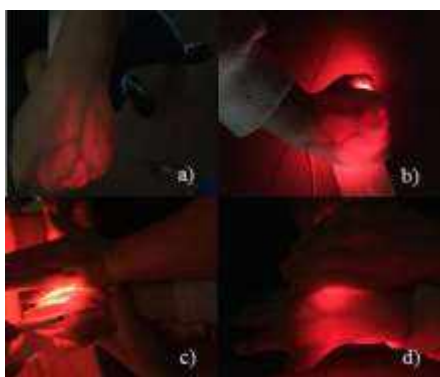


Hình 5. Quan hệ giữa nhiệt độ trên bề mặt da và thời gian soi

Khi nhìn vào bảng số liệu 1 ta thấy cường độ sáng phát ra tương đối cao. Mặc dù cường độ sáng cao nhưng qua hình 5 ta thấy: nhiệt độ vùng bị chiếu bức xạ trên cơ thể có mức tăng nhiệt độ không đáng kể. Với mức tăng nhiệt độ này chưa đủ để gây ra hiệu ứng nhiệt đối với cơ thể một cách rõ ràng. Bức xạ phát ra thuộc vùng ánh sáng đỏ nên khả năng gây ra hiệu ứng phi nhiệt đối với cơ thể cũng không thực sự cao [11].

3.4. Kết quả soi tĩnh mạch trên trẻ em

Khi chiếu BVDD ở chế độ khởi động (hình 6a) bằng mắt thường đã có thể quan sát thấy những tĩnh mạch có kích thước lớn. Tuy nhiên, kết quả quan sát này dễ bị ảnh hưởng bởi ánh sáng ngoài môi trường cũng như bề dày của lớp mỡ dưới da.



Hình 6. Kết quả soi tĩnh mạch trên bàn tay trẻ em bằng thiết bị BVDD. (a) chế độ khởi động, (b) chế độ test nông, (c) chế độ test sâu, (d) chiếu BVDD trên cổ tay ở chế độ test sâu

Khi chiếu BVDD ở chế độ test nông (hình 6b) bằng mắt thường đã có thể quan sát thấy

những tĩnh mạch. Quá trình quan sát này ít bị ảnh hưởng của ánh sáng ngoài môi trường cũng như bề dày của lớp mỡ dưới da. Ở chế độ này, những người ít có kinh nghiệm cũng có thể tiến hành thao tác lấy tĩnh mạch một cách dễ dàng. Ở chế độ này, việc tăng nhiệt độ cục bộ ở vùng được chiếu cũng không quá lớn. Chúng tôi khuyến cáo ưu tiên sử dụng ở chế độ này.

Khi chiếu BVDD ở chế độ test sâu (hình 6c) hình ảnh tĩnh mạch có thể quan sát thấy là rất rõ nét. Với chế độ này hình ảnh quan sát được gần như không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng ngoài môi trường cũng như bề dày lớp mỡ dưới da. Tuy nhiên, ở chế độ này việc tăng nhiệt độ cục bộ ở những vùng được chiếu trong khoảng thời gian lớn bắt đầu có ý nghĩa. Chúng tôi khuyến cáo, chỉ sử dụng chế độ này với những trường hợp đặc biệt hoặc sử dụng trong việc giảng dạy cho những người mới bắt đầu làm quen với kỹ thuật này.

Khi chiếu BVDD ở chế độ test sâu trên cổ tay (hình 6d) hình ảnh tĩnh mạch có thể quan sát thấy vẫn hết sức rõ nét. Bề dày lớp mô mà bức xạ phải truyền qua lớn hơn ở ba trường hợp trước nhưng kết quả hình ảnh tĩnh mạch thu được vẫn đáp ứng khá tốt yêu cầu ban đầu đề ra.

Kết quả quan sát tĩnh mạch trên các vị trí khác của cơ thể như cánh tay, bàn chân bước đầu cũng cho thấy hết sức khả quan. Ở những vùng đó chúng tôi chủ yếu sử dụng chế độ chiếu test nông và test sâu. Chúng tôi đang mở rộng nghiên cứu ứng dụng của BVDD trong việc hỗ trợ quan sát hình ảnh một số bệnh ung thư nông.

3.5. Đánh giá, nhận xét

Thiết bị BVDD tạo ra hình ảnh 2D, 3D (nếu kết hợp với các thiết bị khác) của vùng soi chiếu trên cơ thể. Quan sát trực tiếp bằng mắt thường vào hình ảnh ta thấy được một số cấu trúc bên trong da là hệ thống mạch máu từng lớp theo chiều sâu.

Thiết bị có ưu điểm là đơn giản, dễ dàng sử dụng, hình ảnh rõ nét có thể quan sát bằng mắt. Vùng ánh sáng phát ra nằm trong vùng màu đỏ của quang phổ vì thế gần như không có hại cho mắt cũng như da.

Phương pháp chụp hình ảnh dựa trên nguyên lý hấp thụ năng lượng của khối chất là phương pháp mới trong chẩn đoán hình ảnh tại Việt Nam, vì thế chúng tôi vẫn tiếp tục nghiên cứu, nâng cấp và mở rộng ứng dụng cho thiết bị.

4. Kết luận

Đã thiết kế chế tạo thành công BVDD với các thông số cơ bản (khả năng chiếu sâu qua lớp mô lớn nhất 3÷5 cm). Thiết bị không gây bỏng phần soi chiếu, phát ánh sáng đỏ (bước sóng chính 633 nm là bức xạ lạnh, không gây tác dụng phụ), có ba chế độ soi chiếu, cường độ sáng cực đại 98238 lux, hình ảnh quan sát trực tiếp bằng mắt thường.

Đã tiến hành khảo sát các thông số an toàn khi sử dụng thiết bị ở các chế độ (khởi động, kiểm tra nông, kiểm tra sâu) trong lấy tĩnh mạch.

Tiến hành đo thử nghiệm trên tình nguyện viên là trẻ em cho kết quả ban đầu tương đối tốt.

Thiết bị BVDD hứa hẹn có thể nâng cấp, kết hợp... để tạo ra những kết quả tốt hơn nữa trong việc hỗ trợ cho y bác sĩ khi thực hiện các kỹ thuật tiêm truyền và lấy máu.

Lời cảm ơn

Cảm ơn đề tài **T2018 –PC-125** đã hỗ trợ hoàn thành công trình trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. WHO, *Strategy for the safe and appropriate use of injection worldwide*, Geneva, 2010.
- [2]. Ministry of Health, *Basic competence standards of Vietnamese nurses issued with decision No. 1352/QĐ-BYT dated April 4, 2012 of Ministry of Health*, Hanoi, 2012.
- [3]. Ministry of Health, *Guideline on safe injection in healthcare facilities issued with decision No. 3671/QĐ-BYT dated September 27, 2012 of Ministry of Health*, Hanoi, 2012.
- [4]. Nguyen. T. H. T, "Safety injection and associated factors among nurses in national hospital of pediatrics," *Journal of medicine research*, vol. 112, no. 3, pp. 101-109, 2018.
- [5]. Pham. V. T, Tran. T. M. P, and Bui. T. M. A, "The evaluation of safe injection at Ha Dong general hospital, Hanoi, 2012," *Journal of practical medicine*, vol. 841, no. 9, pp. 82-88, 2012.
- [6]. A. Roggan, M. Friebe, K. Dirschel, A. Hahn, and G. Muller, "Optical properties of circulating human blood in the wavelength range 400–2500 nm," *Journal of Biomedical Optics*, vol. 4, no. 11, pp. 36-46, 1999.
- [7]. M. Uyuklu, M. Canpolat, H. J. Meiselman, and O. K. Baskurt, "Wave length selection in measuring red blood cell aggregation based on light transmittance," *Journal of Biomedical Optics*, vol. 16, no. 11, pp. 1-9, 2011.
- [8]. O. K. Baskurt, M. Uyuklu, M. R. Hardeman, and H. J. Meiselman, "Photometric measurements of red blood cell aggregation: light transmission versus light reflectance," *Journal of Biomedical Optics*, vol. 14, no. 5, pp. 1-6, 2009.
- [9]. A. Gaspar-Rosas, and G. B. Thurston, "Erythrocyte aggregate rheology by transmitted and reflected light," *Biorheology*, vol. 25, no. 3, pp. 471-487, 1988.
- [10]. S. Shin, Y. Yang, and J. S. Suh, "Measurement of erythrocyte aggregation in a microchip-based stirring system by light transmission," *Hemorheology and Microcirculation*, vol. 41, no. 3, pp. 197-200, 2009.
- [11]. G. M. Van Leeuwen, J. J. Lagendijk, B. J. Van Leersum, A. P. Zwamborn, S. N. Hornsleth, and A. N. Kotte, "Calculation of change in brain temperature due to exposure to a mobile phone," *Phys. Med. Biol*, vol. 44, no. 26, pp. 2367-2379, 1999.