

Nghiên cứu chế tạo thiết bị tìm tĩnh mạch bằng phương pháp phổ năng lượng kết hợp chụp ảnh nhiệt

Mai Hữu Thuận^{1*}, Nguyễn Văn Hùng², Nguyễn Thị Hồng Phượng³

¹Viện Vật lý Kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội;

²Khoa Vật lý xạ trị, Bệnh viện K- Cơ sở Tân Triều, Hà Nội;

³Viện Kỹ thuật Hóa học, Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

*Email: thuan.maihuu@hust.edu.vn

Nhận bài: 23/4/2023; Hoàn thiện: 02/6/2023; Chấp nhận đăng: 10/6/2023 ; Xuất bản: 25/6/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.88.2023.115-122>

TÓM TẮT

Bài báo này nghiên cứu, chế tạo thiết bị phát hiện mạch máu và khối u vú (BKA-06) trên nguyên lý hấp thụ bức xạ điện từ của khối chất và cơ chế điện tử của các thành phần trong máu, khi sử dụng cho phép các bác sĩ quan sát mạch máu dưới da bằng mắt thường hoặc phân tích trên hình ảnh nhiệt. BKA-06 có tích hợp mạch điều khiển dòng điện để có độ sáng thích hợp (độ rọi cực đại đạt 98592 lx) cho việc kiểm tra hệ thống mạch máu nông sâu dưới da. Kết quả thử nghiệm ban đầu trong phòng thí nghiệm cho thấy, BKA-06 cung cấp những hình ảnh thời gian thực với độ sâu qua lớp da 3÷5 cm. BKA-06 được kỳ vọng sẽ hỗ trợ các bác sĩ, nhân viên y tế khắc phục những khó khăn trong tiêm truyền, lấy máu.

Từ khóa: BKA-06; Mạch máu; Khối u nông; Chip LED đỏ; Ảnh nhiệt.

1. MỞ ĐẦU

Trong y khoa, việc xác định tĩnh mạch để truyền dịch và lấy máu là kỹ năng không dễ thực hiện. Việc tìm tĩnh mạch rất khó (đặc biệt là đối với trẻ em, phụ nữ và người béo phì...) thực tế cho thấy rất nhiều trường hợp trẻ sơ sinh, nhân viên y tế không lấy được mạch trên cẳng tay nên đã lấy máu từ tĩnh mạch trên đầu trẻ [1-3]. Không hiếm trường hợp tĩnh mạch bị lệch hoặc vỡ mạch khi tiêm, đâm nhầm vào động mạch hoặc lấy máu đã ảnh hưởng xấu đến người bệnh. Quá trình lấy ven đòi hỏi sự thao tác chính xác của người có kinh nghiệm và không được phép xảy ra sai sót bởi nếu lấy nhiều lần sẽ gây đau đớn, khó chịu cho bệnh nhân [4, 5].

Một số hãng cho ra đời các thiết bị chụp mạch máu với nhiều kiểu dáng khác nhau (Veinviewer, astodia, Vein E-Z, AccuVein AV400) để nâng cao chất lượng trong y học [6, 7]. Ở Việt Nam chưa có cơ sở nghiên cứu chế tạo thiết bị cầm tay định vị mạch máu và khối u. Do trang thiết bị hiện đại và chi phí nhập khẩu cao nên các cơ sở y tế tuyến dưới chưa được trang bị. Vì vậy, việc nghiên cứu chế tạo thiết bị sử dụng phương pháp phổ năng lượng từ chip LED tại Việt Nam có ý nghĩa thực tiễn và cần thiết. Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày một số kết quả bước đầu khi sử dụng BKA-06 kết hợp chụp ảnh nhiệt để xác định tĩnh mạch.

2. NỘI DUNG CẦN GIẢI QUYẾT

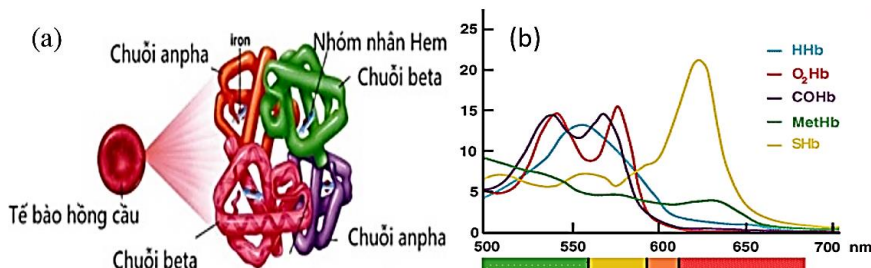
2.1. Phương pháp nghiên cứu

BKA-06 chế tạo dựa trên nguyên tắc hấp thụ, tán xạ ánh sáng của hồng cầu, đặc tính điện tử ở các mức năng lượng của tế bào ung thư vú và sự phân bố nhiệt của các tổ chức tế bào từ đó phân tích và lựa chọn các phần tử điện tử và các vật liệu cần thiết cho thiết bị chế tạo có dải bước sóng và công suất thích hợp.

2.2. Cơ sở vật lý và nguyên tắc làm việc của BKA-06

Trong cấu tạo của hồng cầu sắc tố hem thuộc loại porphyrin là những chất có khả năng kết hợp với nguyên tử kim loại. Hem ở người là protoporphyrin IX kết hợp với Fe²⁺. Hem có 4 nhân pyrol liên kết với nhau bằng cầu nối menten (-CH=). Vòng porphyrin có gắn các gốc

metyl (-CH₃) ở vị trí 1, 3, 5, 8; các gốc vinyl (-CH=CH₂) ở vị trí 2,4; các gốc propionyl (-CH₂-CH₂-COOH) ở vị trí 6,7. Fe²⁺ gắn với đỉnh phía trong của nhân pyrrol bằng hai liên kết đồng hoá trị và hai liên kết phối trí và với globin qua gốc histidin (hình 1a) [8-10].



Hình 1. (a) Cấu trúc hóa học của Isoleucine và Hemoglobin (Hb) – nhân của hồng cầu; (b) Phổ hấp thụ của hồng cầu [11].

Mỗi Hb có 4 hem, mỗi hem có 1 Fe²⁺. Nhờ các mối liên kết đó mà khi phân tích máu trên thiết bị quang phổ, ta thu được phổ hấp thụ có cực đại trong vùng 540 nm ÷ 580 nm ($\lambda_1 = 542$ nm, $\lambda_2 = 556$ nm, $\lambda_3 = 578$ nm). Hấp thụ cực đại của thành phần SHb tại 622,8 nm (hình 1b) [11], tính chất quang học của máu người có hematocrit là 10% và độ bão hòa oxy 98% là $0,210 \pm 0,002$ mm⁻¹. Sự gia tăng hematocrit lên tới 50% sẽ dẫn đến sự gia tăng tuyến tính của sự hấp thụ và giảm sự tán xạ. Sự dao động của độ thâm thấu và tốc độ cắt tường đã dẫn đến sự thay đổi của cả ba tham số, 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 hấp thụ máu theo sau sự hấp thụ của hemoglobin và nước. Hệ số tán xạ giảm đôi với các bước sóng $\lambda = 500$ nm với xấp xỉ 1,7; Hệ số g cao hơn 0,9 so với toàn bộ dải bước sóng [12, 13]. Bằng việc xác định tính chất và cường độ của các tia phản xạ trên bề mặt các lớp mô da, cơ, mạch máu và do mật độ của các tế bào hồng cầu trong mạch máu so với vùng lân cận khác nhau, nên khi gia nhiệt bằng bức xạ ánh sáng có bước sóng 633 nm thì các tế bào hồng cầu hấp thụ tốt hơn nên nhiệt độ vùng này cao hơn vùng xung quanh, do đó trên ảnh nhiệt ta nhận biết được các mạch máu sâu dưới da. Dựa trên các yếu tố trên chúng tôi thiết kế chế tạo thiết bị tìm ven BKA-06.

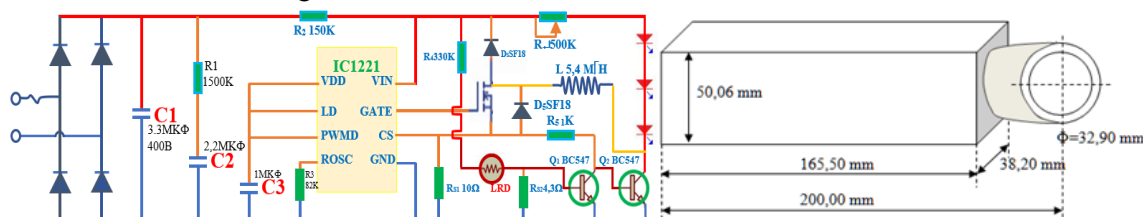
2.3. Kỹ thuật phân tích đo đạc

Phân tích thành phần mạch, linh kiện điện tử. Xác định các thông số vật lý của thiết bị bằng các thiết bị đo lường hiện đại và tin cậy (đồng hồ vạn năng Kyoritsu 1052 - Japan, Lux Meter Testo 0500 - Mỹ, nhiệt kế điện tử Testo 608-H2-Mỹ,...).

2.4. Thiết kế chế tạo

Lựa chọn linh kiện: Chip LED ánh sáng đỏ, IC ổn áp và ổn dòng, ...

Thiết kế mạch ổn dòng cho LED:



Hình 2. Mạch nguyên lý LED driver led tích hợp cảm biến và sơ đồ thiết bị vỏ thiết bị.

Chế tạo vỏ thiết bị:

- Vỏ thiết bị: Nhôm;
- Vật liệu đầu chiếu: Nhựa cứng;

- Đường kính đầu chiếu: $\Phi = 32,90$ mm;
- Chiều dài đầu chiếu: 34,50 mm;
- Kích thước thiết bị: 200,00 x 38,20 x 50,06 mm.

2.5. Quá trình đo đạc

Thực nghiệm 1: Sau khi thiết kế và kiểm tra các phần tử của thiết bị tiến hành lắp ráp thiết bị theo sơ đồ thiết kế, rồi tiến hành đo các thông số về điện cơ bản của BKA-06 (điện áp, cường độ dòng điện khi hoạt động) bằng đồng hồ vạn năng (Kyoritsu 1052 - Japan) và một số chỉ số khác.

Thực nghiệm 2: Tiến hành đo khảo sát các thông số của BKA-06: đo cường độ sáng với ba chế độ của thiết bị (khởi động, test nông, test sâu) và kiểm tra sự tăng nhiệt của thiết bị trong vùng soi chiếu trong thời gian từ 1 đến 25 phút.

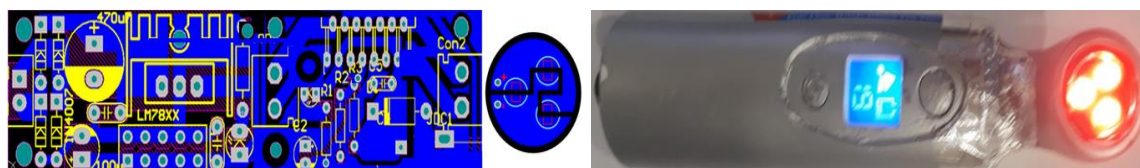
Thực nghiệm 3: Tiến hành soi chiếu BKA-06 lên bề mặt da tay của người lớn, trẻ em và các vị trí khác trên cơ thể.

3. MÔ PHỎNG, TÍNH TOÁN, THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát các thông số cơ bản của BKA-06

3.1.1. Thông số kỹ thuật của thiết bị

Các thông số của thiết bị đã được kiểm định theo tiêu chuẩn mã số: V11.M-13.16 & V11.M-03.10.



Hình 3. Ảnh sơ đồ mạch in và BKA-06 khi lắp ráp hoàn thiện.

Thông số kỹ thuật:

- Nguồn điện: 220 V ~ 50 Hz;
- Công suất tiêu thụ cực đại: 12,19 W;
- Bước sóng led: 622,8 nm;
- Kích thước: 210,08 x 41,22 x 50,08 mm; $\Phi 32,92 \pm 0,02$ mm;
- Trọng lượng: 892 g;
- Khả năng xuyên các lớp mô trên vú là: 15 cm;
- P_{led} : 0,3 W.

3.1.2. Đo công suất và độ rọi

Dùng Lux Meter (Testo 0500 Mỹ), đặt đầu cảm biến của lux meter sát đầu phát của BKA-06, đo độ rọi ở các chế độ thay đổi khác nhau.

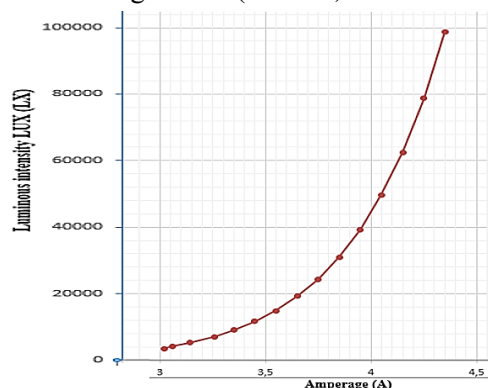
Dùng nhiệt kế điện tử (Testo 608-H2), đặt đầu cảm biến tiếp xúc da vùng soi, đo sự tăng nhiệt ở các chế độ thay đổi khác nhau (bảng 2 và hình 4).

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

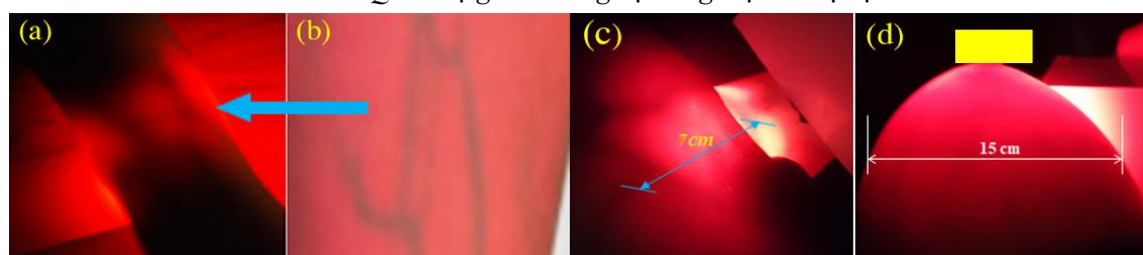
I(A)	U(V)	P(W)	Lux (lx)	I(A)	U(V)	P(W)	Lux (lx)	I(A)	U(V)	P(W)	Lux (lx)
3,01	0,70	2,11	3447	3,55	1,33	4,73	14888	4,35	2,13	8,63	49656
3,06	0,82	2,50	4157	3,65	1,46	5,35	19234	4,15	2,33	9,69	62546
3,14	0,90	2,82	5276	3,75	1,61	6,04	24378	4,25	2,56	10,87	78768
3,45	1,21	4,17	11693	3,85	1,77	6,81	30978	4,35	2,80	12,19	98592

Kết quả khảo sát cho thấy cường độ dòng điện đạt 0,75÷2,80 (A), công suất tiêu thụ đạt cực

đại là 12,19W, độ rọi tăng từ 3.447÷98.592(lx). Với độ rọi từ 3.447 ÷14.888 lx đủ sáng để soi các mao mạch sát dưới da, chế độ này phù hợp cho chế độ soi bề mặt khối u nông hoặc soi lấy ven mạch máu (hình 5a, 5b). Với độ rọi từ 19.234÷62.546 lx phù hợp cho chế độ soi khối u, hạch nông dưới da (u hạch cổ, vòm họng, vú), chế độ này có độ xuyên sâu khoảng 3÷ 7 cm (hình 5c). Độ rọi từ 62.546÷98.592 lx phù hợp cho chế độ soi u, hạch sâu dưới da vùng vú 7 ÷ 15 cm chế độ này phù hợp cho hỗ trợ tầm soát ung thư vú (hình 5d).



Hình 4. Quan hệ giữa cường độ dòng điện và độ rọi.



Hình 5. Ảnh thiết bị BKA-06 soi mạch máu trên cẳng tay và ngực người lớn.

3.1.3. Đo nhiệt độ cục bộ vùng bị soi chiếu

Dùng nhiệt kế điện tử (Testo 608-H2, Mỹ), đặt đầu cảm biến tiếp xúc da vùng soi, đo sự tăng nhiệt ở các chế độ thay đổi khác nhau.

Nhiệt độ của chế độ thử nghiệm thay đổi không nhiều theo thời gian sàng lọc. Nhiệt độ thay đổi của chế độ thử nghiệm sâu là lớn nhất trong các chế độ và khoảng 1,0 °C trong 30 phút. Có nghĩa là thiết bị hoạt động ổn định với nhiệt độ.

Bảng 1. Đo sự tăng nhiệt độ tại vùng soi chiếu của thiết bị BKA-06.

Thời gian	T^0C_{bd} (ban đầu)	T^0C_{kd} (khởi động)	T^0C_{tn} (kiểm tra nông)	T^0C_{ts} (kiểm tra sâu)
1 phút	35,56	35,69	35,83	36,02
5 phút	35,57	35,78	35,98	36,25
10 phút	35,57	35,88	36,15	36,42
15 phút	35,56	35,97	36,28	36,53
20 phút	35,55	36,04	36,36	36,58
25 phút	35,57	36,06	36,39	36,61
30 phút	35,62	36,19	36,65	36,79
Trung bình	$\overline{T^0C_{BD}}=35,754$	$\overline{T^0C_{KD}}=36,017$	$\overline{T^0C_{TN}}=36,266$	$\overline{T^0C_{TS}}=36,516$

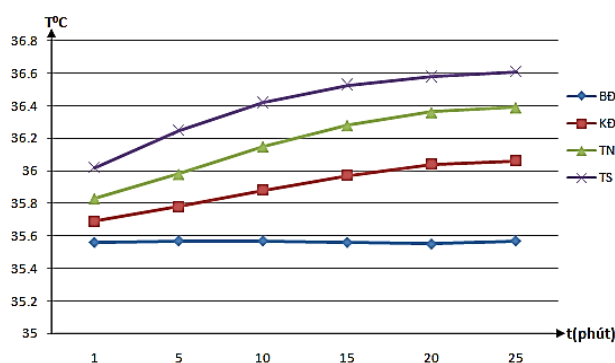
Ta có độ tăng nhiệt trung bình ở các chế độ:

- Khởi động: $\Delta T^0C_{kd} = \overline{T^0C_{KD}} - \overline{T^0C_{BD}} = 36,017 - 35,754 = 0,263 \pm 0,001 \text{ } ^\circ\text{C}$

- Kiểm tra nồng: $\Delta T^{\circ}C_{TN} = \overline{T^{\circ}C}_{TN} - \overline{T^{\circ}C}_{BD} = 0,512 \pm 0,001 \text{ }^{\circ}C$
- Kiểm tra nồng: $\Delta T^{\circ}C_{TS} = \overline{T^{\circ}C}_{TS} - \overline{T^{\circ}C}_{BD} = 0,762 \pm 0,001 \text{ }^{\circ}C$



Hình 6. Ảnh kiểm tra sự tăng nhiệt trên bề mặt soi chiếu của thiết bị BKA-06.



Hình 7. Quan hệ giữa nhiệt độ và thời gian soi chiếu.

Kết quả độ tăng nhiệt trên đồ thị cho thấy thời gian soi chiếu tăng thì nhiệt vùng soi chiếu tăng nhưng có chiều hướng tiến đến nhiệt độ bão hòa (nguyên nhân là nhiệt vùng soi chiếu truyền sang vùng lân cận và môi trường, diện tích tiếp xúc vùng soi chiếu khoảng 4 cm² rất nhỏ so với cơ thể). Độ chênh nhiệt lớn nhất trong thời gian soi liên tục là $\Delta T^{\circ}C = 0,762 \pm 0,001 \text{ }^{\circ}C$, chưa đến 1 ^oC. Như vậy, khi dùng thiết bị BKA-06 soi, không có khả năng gây bỏng vùng soi chiếu so với các phương pháp khác.

3.2. Kết quả soi mạch máu

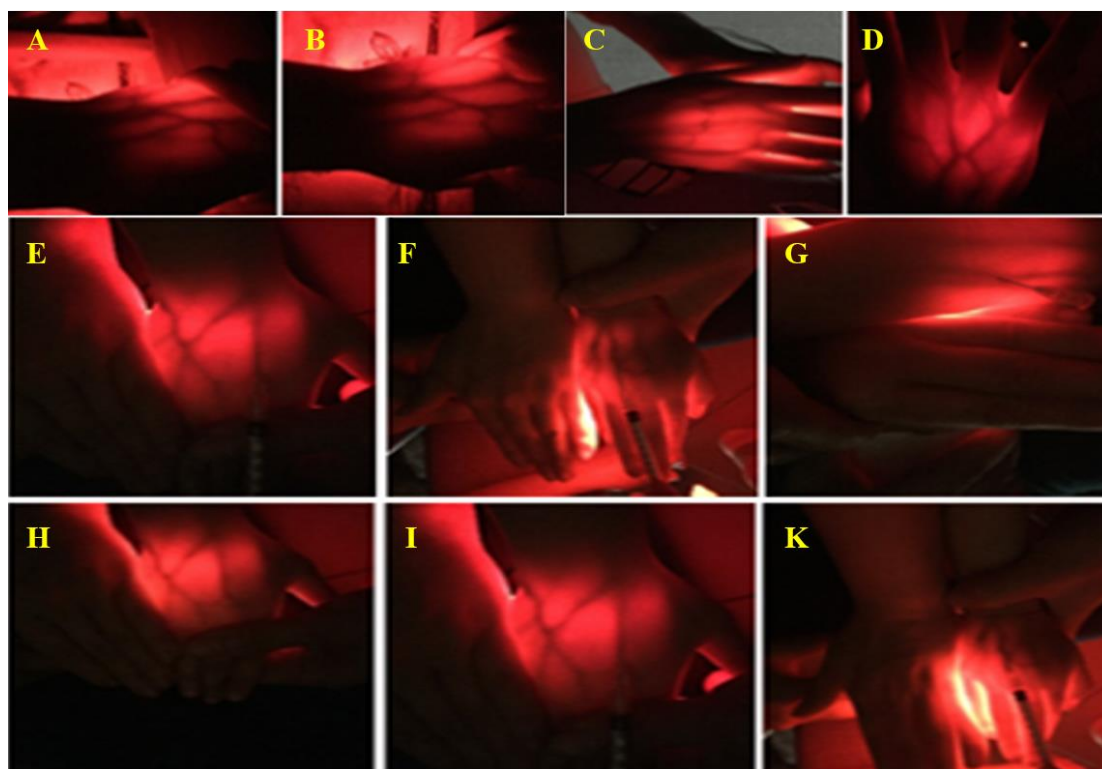
3.2.1. Kết quả soi mạch máu trên cẳng tay và bàn tay

Hình ảnh chụp mạch máu trên tay (người lớn) trên hình 6 trẻ em có độ tuổi từ 1- 6 và trên bề mặt ban tay người lớn bằng thiết bị BKA-06.

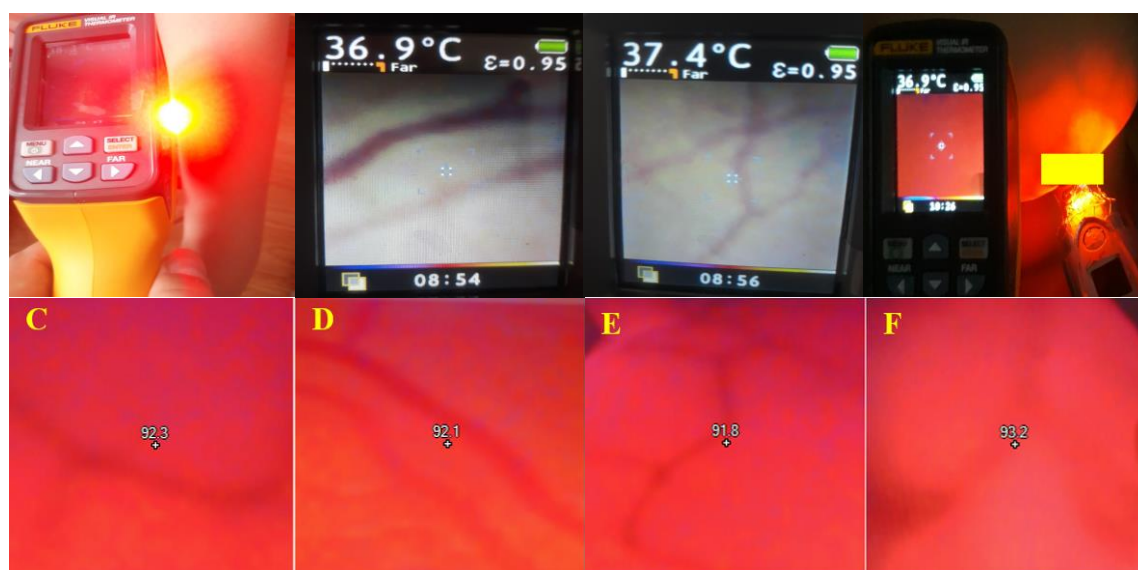
Kết quả thu được cho thấy hình ảnh các mạch máu dưới da rất rõ và dễ dàng nhận biết vị trí của chúng bằng mắt thường, khi dùng thiết bị BKA-06 gia nhiệt (lưu ý rằng BKA- 06 chỉ gây tăng nhiệt bề mặt cỡ 0,7 ^oC nhưng vị trí có mật độ hồng cầu cao thì hấp thụ cao nên nhiệt ở vị trí này các hơn các vùng có mật độ hồng cầu thấp) cho vùng soi chiếu thì hình ảnh trên camera nhiệt cũng cho hình ảnh vị trí mạch máu rất sắc nét. Đối với các mạch máu sâu dưới da 2-3 cm khi gia nhiệt bằng BKA - 06 cũng thu được hình ảnh có thấy độ tương phản của hình ảnh mạch máu trên camera nhiệt rõ rệt hơn.

Đánh giá, nhận xét:

- Thiết bị BKA-06 tạo ra hình ảnh 2D, 3D 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 [14, 15]. Đối với khối u vú, cũng có thể quan sát được vị trí các mạch máu quanh các vùng xâm lấn của khối u.



Hình 6. Kết quả soi mạch máu trên bề mặt bàn tay (A) trẻ 15 tháng tuổi, (B) trẻ 29 tháng tuổi, (C) trẻ 4 tuổi, (D) trẻ 6 tuổi, (E-K) người lớn có số tuổi thứ tự 12, 15, 22, 35, 47, 56 tuổi bằng thiết bị BKA-06.



Hình 7. Kết quả chụp ảnh nhiệt kết hợp thiết bị BKA-06 soi mạch máu trên bề mặt tay trẻ em, (D)mạch máu cẳng tay, (E, F) mạch máu trên vú người lớn.

- 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 thì không có hại cho mắt cũng như da, bởi đèn hồng ngoại được dùng nhiều trong việc chữa trị các bệnh về da trong ngành thẩm mỹ và nhiều lĩnh vực khác trong y tế.

- Kết quả bước đầu chế tạo thành công thiết bị và đạt một số kết quả tốt có thể nâng cấp tạo ra những sản phẩm thiết yếu mới cho ngành y, cải thiện chất lượng trong việc tiêm truyền và lấy máu.

- BKA-06 có tính chuyên biệt cho việc chụp mạch máu chụp khối u nông. Có ưu điểm nổi bật khi chụp vú so với phương pháp CTscan hay MRI là: Không phải tiêm thuốc cản quang, thời gian chụp 3 ÷ 5 phút (CT scan, MRI 25 ÷ 30 phút) giá thành thiết bị ước tính 7 ÷ 9 triệu do đó nếu tính chi phí cho một lần chụp kiểm tra là không đáng kể so với chụp MRI (2,3 ÷ 2,8 triệu/1 lần chụp), bệnh nhân có thể thao tác tự chụp và nhìn thấy hình ảnh phần soi chụp của mình một cách đơn giản, dễ sử dụng. BKA-06 chưa chụp được tác tổ chức nội tạng, các vị trí sâu hơn, các tổ chức xương như MRI hay CT scan. BKA-06 cho một số kết quả ban đầu khá tốt có thể nâng cấp tạo ra những sản phẩm thiết yếu mới cho ngành y, cải thiện về phương pháp lấy ven trong tiêm truyền cũng như hỗ trợ cho viện tầm soát ung thư vú tại các cơ sở y tế trong nước.

- 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. Thiết bị BKA-06 hứa hẹn có những ứng dụng vượt trội hơn so với các phương pháp chẩn đoán khác.

4. KẾT LUẬN

1. Đã thiết kế chế tạo thành công thiết bị (BKA-06) với các thông số cơ bản:

+ Công suất tiêu thụ cực đại: 12,19 W;

+ Kích thước: 210,08 x 41,22 x 50,08 mm; Φ 32,92 ± 0,02 mm; Trọng lượng: 892 g;

+ Khả năng xuyên các lớp mô trên vú cực đại: 15 cm

BKA-06 không tác dụng nhiệt phần soi chiếu, phát ánh sáng đỏ (bước sóng chính 622,8 nm là bức xạ lạnh, không gây tác dụng phụ), có thay đổi cường độ sáng cực đại 98238 lux, thời gian kiểm tra 3 ÷ 5 phút, hình ảnh qua sát trực tiếp bằng mắt thường.

2. 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 ven, cũng như kiểm tra soi chụp trên vú.

3. Tiến hành đo thử nghiệm trên tình nguyện viên và người bệnh cho kết quả ban đầu rất tốt: Có thể quan sát xác định rõ nét vị trí mạch máu trên bàn tay, cẳng tay và các tổ chức xung quanh khối u một cách trực diện (khi kết hợp gia nhiệt bằng thiết bị BKA-06 với thiết bị chụp ảnh nhiệt) mà không cần giải phẫu hay sử dụng thêm phương pháp chẩn đoán khác.

Lời cảm ơn: Công trình này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài Cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo mã số: B2021-BKA-06. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Bộ Giáo dục và Đào tạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dương Thị Tuấn, Anh. "Đánh giá thực trạng việc thực hiện quy trình tiêm tĩnh mạch của điều dưỡng bệnh viện xây dựng.", trang 6-11, 13-20, (2011).
- [2]. Đặng Thị Thanh, Thùy. "Kiến thức, kỹ năng thực hành tiêm an toàn và một số yếu tố liên quan của học sinh trường trung cấp y tế tỉnh Kon Tum năm 2016.", trang 12-14, (2016).
- [3]. Delvo, Elaine D. "Implementa, on of Near-- Infrared Technology (AccuVein AV-- 400®) To Facilitate Successful PIV Cannula, on.".
- [4]. Steven G. Adie, Stephen A. Boppart. "Optical Coherence Tomography for Cancer Detection". Springer Science Business Media, pp 209-251, (2009), https://10.1007/978-0-387-93874-5_11.
- [5]. Yao-Sheng Hsieh, Yi-Ching Ho, Shyh-Yuan Lee, Ching-Cheng Chuang, Jui-che Tsai, Kun-Feng Lin, Chia-Wei Sun. "Dental Optical Coherence Tomography". Sensors, 13, pp 8928-8949, (2013).
- [6]. Demir, D., & Inal, S. "Does the use of a vein visualization device for peripheral venous catheter placement increase success rate in pediatric patients?". Pediatric emergency care, 35(7), 474-479, (2019).
- [7]. Inal, S., & Demir, D. "Impact of peripheral venous catheter placement with vein visualization device support on success rate and pain levels in pediatric patients aged 0 to 3 years". Pediatric emergency care, 37(3), 138-144, (2021).
- [8]. Abd El, R. A. E. R., & Aziz, Y. M. O. "Effectiveness of Accu-Vein AV400 device versus ultrasound-

- guided cannulation of the great saphenous vein at the ankle in infants: a randomized controlled trial*". Int J Anesthesiol Res, 8, 594-599, (2020).
- [9]. Williams, J. P., Creese, A. J., Roper, D. R., Green, B. N., & Cooper, H. J. "Hot electron capture dissociation distinguishes leucine from isoleucine in a novel hemoglobin variant, Hb Askew, β 54 (D5) Val \rightarrow Ile". Journal of the American Society for Mass Spectrometry, 20, 1707-1713, (2009).
- [10]. Fronticelli, C., Sanna, M. T., Perez-Alvarado, G. C., Karavitis, M., Lu, A. L., & Brinigar, W. S. "Allosteric Modulation by Tertiary Structure in Mammalian Hemoglobins: introduction of the functional characteristics of bovine hemoglobin into human hemoglobin by five amino acid substitutions". Journal of Biological Chemistry, 270(51), 30588-30592, (1995).
- [11]. Higgins, C. "Hemoglobin and its measurement". Hemoglobin, (2005).
- [12]. Demir, D., Inal, S. "Does the Use of a Vein Visualization Device for Peripheral Venous Catheter Placement Increase Success Rate in Pediatric Patients?". Pediatric Emergency Care, (2017). <https://10.1097/PEC.0000000000001007>
- [13]. Grosenick, D., Rinneberg, H., Cubeddu, R., Taroni, P. "Review of optical breast imaging and spectroscopy". Journal of Biomedical Optics 21(9), 091311, (2016). <https://10.1117/1.JBO.21.9.091311>
- [14]. Wang, Y.; Bower, B.A.; Izatt, J.A.; Tan, O.; Huang, D. "Retinal blood flow measurement by circumpapillary Fourier domain Doppler optical coherence tomography". J. Biomed. Opt, 13, pp. 202-208, (2008), <https://10.1117/1.2998480>.
- [15]. International Journal Of Engineering, Education And Technology (ARDIJEEET), ISSN 2320-883X, volume 2 issue 1, British Journal of Anaesthesia 110 (6): 966–71, (2013). <https://10.1093/bja/aet003.4>.

ABSTRACT

Study on fabrication of a device for finding viens and early detection of breast cancer using optical energy spectroscopy

The research aims to design and develop a device for detecting blood vessels and breast tumors, referred to as BKA-06. Based on the principle of electromagnetic radiation absorption of substances and the electronic mechanisms of blood components, the device allows physicians to visually observe subcutaneous blood vessels with the naked eye or analyze them through thermal imaging. The BKA-06 integrates a current control circuit to provide appropriate brightness (with a maximum illuminance of 98592 lx) for examining the superficial vascular system under the skin. Initial laboratory testing results show that the BKA-06 provides real-time images with a depth penetration of 3 to 5 cm through the skin. It is expected that the BKA-06 will assist doctors and healthcare professionals in overcoming difficulties in injection and blood sampling.

Keywords: BKA-06; Blood vessels detection device; Red LED lights; Medicine; Thermal imaging.