

# Chế tạo mô hình hệ thống tĩnh mạch để tiêm truyền tĩnh mạch chi trên

Nguyễn Thị Huỳnh Lan

Ngành Kỹ thuật Y sinh, Khoa Y, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

nthlan@ntt.edu.vn

## Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm chế tạo hệ thống tĩnh mạch sử dụng trong mô hình tiêm truyền tĩnh mạch chi trên. Qua tìm hiểu về hình thái tĩnh mạch tử thi, để có được các giá trị chiều dài tĩnh mạch mu bàn tay, đường kính và độ dày của tĩnh mạch chi trên. Kết quả chế tạo được mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên bên phải. Đường kính trong tĩnh mạch nền nhỏ dần từ 4 mm đến 1 mm, đường kính ngoài từ 12 mm đến 9 mm. Phần thảo luận, giải thích về việc tăng độ dày thành mạch, không làm ảnh hưởng đến tính chính xác của mô hình chế tạo, trong thực hành tiêm so với thực tế lâm sàng. Vì đường kính trong 4 mm tương đương đường kính trong tĩnh mạch tử thi là 3,98 mm. Kết luận cho thấy, tùy theo mục đích sử dụng mô hình tĩnh mạch để tiêm truyền, đo huyết áp, đo nhịp tim hay dò tìm mạch, đếm nhịp mạch, đặt catheter mà chế tạo mô hình hệ thống tĩnh mạch có chiều dài, đường kính, độ dày, hình dạng, màu sắc sao cho phù hợp.

Nhận 10/02/2025

Được duyệt 02/04/2025

Công bố 28/04/2025

## Từ khóa

chế tạo, mô hình, tiêm truyền, tĩnh mạch, silicone

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

## 1 Đặt vấn đề

Xuất phát từ thực tế của Phòng Thực hành kỹ năng Skills Lab, Khoa Y, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành (NTTU) có nhu cầu sử dụng mô hình tiêm truyền tĩnh mạch chi trên trong đào tạo thực hành. Trong khi đó, các sản phẩm nhập khẩu từ các nước như Trung Quốc – Công ty Thiết bị y tế Huệ Lợi [1], Mỹ – Nasco Healthcare Model LF01121 [2], Đức – 3B Scientific Model 1021418 (P50/1) [3], Nhật Bản – Kyoto Kagaku Model MW9 [4], các hệ thống tĩnh mạch được làm từ silicone cứng, không tạo được cảm giác tiêm giống mạch máu thật, và có hình dạng không giống cấu trúc giải phẫu. Nhược điểm lớn nhất của mô hình tĩnh mạch nhập khẩu là độ bền không cao [1-4].

Cụ thể theo kết quả khảo sát của 4 nhóm đối tượng: giảng viên – điều dưỡng viên; giảng viên – bác sĩ; điều dưỡng viên; sinh viên ngành điều dưỡng, mỗi nhóm 10 người, với tổng số lượng mẫu  $n = 40$  người. Đánh giá chất lượng mô hình tĩnh mạch nhập khẩu của Đức, chỉ sau trung bình vài chục đến một trăm mũi tiêm là bị rỉ và xì nước, không còn sử dụng được nữa, bắt buộc phải thay bộ tĩnh mạch khác hoặc chỉ sử dụng tiêm không khí, không bơm nước vào mô hình tĩnh mạch (Hình 1). Điều này làm ảnh hưởng đến hiệu quả thực hành lâm sàng trên mô hình, từ đó đã nghiên cứu thử nghiệm nhiều loại hóa chất, sao cho đạt được 5 tiêu chí: độ đàn hồi, độ đặc khít, kích thước, an toàn, màu sắc theo thang Likert 5 điểm [5].



**Hình 1** Tĩnh mạch trong mô hình tiêm truyền tĩnh mạch chi trên của Đức chế tạo. Mỗi mũi tiêm đều để lại vết kim, chỉ sau trung bình vài chục đến một trăm mũi tiêm là bị rỉ và xì nước

Một nghiên cứu gần với hướng nghiên cứu của tác giả, về so sánh mô hình da tổng hợp có bán trên thị trường, thay thế cho đào tạo phẫu thuật [6]. Cụ thể: dữ liệu được thu thập, cho tám sản phẩm tổng hợp chất thay thế da, có bán trên thị trường, để so sánh khách quan với cơ chế sinh học của da người, được thực hiện thông qua phép đo mô đun đàn hồi. Tám sản phẩm đó là: moderex foam dressing, sigma lance basic, limbs và things, sigma lance advanced, suture doctor, sigma lance infinity, vải ni (felt), generic silicone

Kết quả cho thấy, nhìn chung vải ni (felt), nhận được kết quả đánh giá kém nhất trong các tiêu chí. Các sản phẩm chế tạo từ bọt (foam), được đánh giá gần giống với da nhất về đặc tính độ đàn hồi đối với 3 vùng da mặt, lưng và chi trên.

Tìm hiểu vật liệu dùng để chế tạo mô hình có đặc tính vật lý của da người, người ta thấy rằng các vật liệu phổ biến nhất được sử dụng để chế tạo da là huyền phù lông, chất sền sệt, chất đàn hồi, nhựa epoxy, kim loại và vải

ni. Chất độn nano và vi mô có thể được tích hợp vào các mô hình da để điều chỉnh các đặc tính vật lý của chúng. Silicone có độ bền cao trong thời gian dài và có thể được đúc, để thu được nhiều hình dạng khác nhau, từ hình học đơn giản đến hình dạng giải phẫu, hình người [7]. Silicone được cấu tạo từ các polyme hữu cơ, vô cơ có chứa Si, O, C và H [8].

Một nghiên cứu về chế tạo mô hình bằng silicone, dùng cho vi phẫu thần kinh ngoại biên [9]. Trong nghiên cứu này, vật liệu gồm chất đàn hồi silicone, sử dụng gồm 2 thành phần A (SL-3358) và B (SL-3358), do tập đoàn KCC, Hàn Quốc cung cấp. Dầu silicone được mua từ Sapor, Thổ Nhĩ Kỳ (PMX200-350 CST). Sợi bông đã được mua từ các nhà cung cấp địa phương. Thuốc nhuộm được sử dụng để tạo màu được lấy từ Wacker Chemie AG (Đức). Các tính chất cơ học, được đánh giá bằng máy kiểm tra vạn năng, và dùng kính hiển vi điện tử quét (SEM), cũng xác nhận rằng kim khâu không tạo ra các lỗ đáng kể tại các vị trí thực hành khâu vi mô [9].

## 2 Phương pháp nghiên cứu

Đầu tiên, tham khảo các bài báo về hình thái tĩnh mạch tử thi, để có được các giá trị chiều dài tĩnh mạch mu bàn tay, đường kính, độ dày của tĩnh mạch chi trên. Sau đó phân tích hình thái tĩnh mạch của 40 chi trên từ 20 tử thi hiến tặng tại Trường Đại học Y khoa Hàn Quốc gồm 10 nam, 10 nữ, độ tuổi trung bình ( $76,75 \pm 13$ ) tuổi, dao động từ (48-94) tuổi [10]. Sau khi mổ từng chi trên, mô hình phân bố của tĩnh mạch nền và các cấu trúc được ghi lại.

Kết quả, đường kính tĩnh mạch nền là ( $4,93 \pm 1,18$ ) mm (tay trái), và ( $4,08 \pm 1,49$ ) mm (tay phải). Cánh tay trái có đường kính tĩnh mạch nền rộng hơn cánh tay phải, nên có lợi hơn cho thủ thuật tiêm. Phân tích dựa trên

giới tính cho thấy đường kính tĩnh mạch nền của nữ 4,53 mm lớn hơn của nam 4,48 mm.

Một nghiên cứu khác về tĩnh mạch đầu, và nền ở cung tĩnh mạch mu bàn tay, đã được mổ xẻ để quan sát chiều dài cung tĩnh mạch mu bàn tay, đường kính và độ dày của tĩnh mạch đầu và nền (Hình 2). Đây là nghiên cứu quan sát cắt ngang, được tiến hành trên 50 bàn tay của tử thi (36 bàn tay của tử thi nam, 14 bàn tay của tử thi nữ) tại Khoa Giải phẫu, Bệnh viện Đại học Y khoa Kathmandu, Duwakot [11].

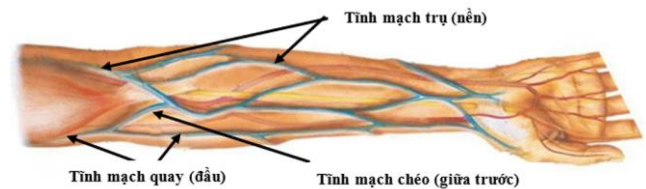
Kết quả cho thấy, chiều dài trung bình của cung tĩnh mạch lưng mu bàn tay ở xác chết nam ( $190,3 \pm 28,4$ ) mm lớn hơn đáng kể so với ở xác chết nữ ( $165,1 \pm 13,6$ ) mm. Đường kính trung bình của tĩnh mạch đầu, dựa trên chu vi ngoài và trong tương ứng ở mu bàn tay phải lớn hơn ( $2,98 \pm 0,08$ ) mm và ( $2,89 \pm 0,08$ ) mm, so với mu bàn tay trái ( $2,93 \pm 0,08$ ) mm và ( $2,86 \pm 0,07$ ) mm. Ngoài ra, bề dày trung bình của tĩnh mạch nền ở cả hai giới tính ( $0,10 \pm 0,01$ ) mm.



**Hình 2** Hình ảnh mổ xẻ bàn tay tử thi, cho thấy cung tĩnh mạch mu bàn tay, và thước cặp kỹ thuật số được sử dụng để đo chiều dài cung tĩnh mạch lưng mu bàn tay [11]

Các vị trí phổ biến nhất để tiếp cận tĩnh mạch là các tĩnh mạch nông ở chi trên, đặc biệt là các tĩnh mạch mu

bàn tay, và tĩnh mạch giữa khuỷu tay [12]. Tĩnh mạch quay (cephalic vein) ở vị trí mặt ngoài của cẳng tay, chạy dọc theo cạnh ngoài của cánh tay. Đây là một vị trí dễ tiếp cận, và hay được sử dụng khi cần tiêm ven hoặc rút máu. Tĩnh mạch trụ (basilic vein) ở vị trí mặt trong của cánh tay, gần với da. Mặc dù dễ tiếp cận, nhưng tĩnh mạch này thường có thể nằm sâu hơn, và có thể khó tìm hơn so với các tĩnh mạch khác. Tuy nhiên, khi tìm thấy, đây là một lựa chọn ổn định để tiêm ven. Tĩnh mạch chéo (median cubital vein) ở vị trí vùng khuỷu tay, là vị trí tiêm ven phổ biến nhất [13]. Nó nằm ở giữa, kết nối giữa tĩnh mạch quay và tĩnh mạch trụ (Hình 3). Đây là tĩnh mạch dễ dàng tiếp cận, và thường được sử dụng vì có vị trí thuận lợi, và ít tổn thương các mô xung quanh. Trong thực tế, việc lựa chọn vị trí tiêm tĩnh mạch phụ thuộc vào tình trạng lâm sàng của bệnh nhân, khả năng tiếp cận tĩnh mạch, và kỹ thuật của người thực hiện thủ thuật.



**Hình 3** Tĩnh mạch chéo (giữa trước) là vị trí phổ biến nhất để tiêm tĩnh mạch chi trên.

Từ các tham khảo trên, tác giả nhận thấy silicone dạng lỏng, có đặc tính gần giống với mô sinh học của tĩnh mạch, chọn pha màu xanh lam để tạo ống tĩnh mạch máu chi trên, có nhiều phân nhánh gần giống với giải phẫu. Hóa chất và thuốc nhuộm được chọn, để đưa vào nghiên cứu này đều có sẵn thông qua các nền tảng mua hàng trực tuyến, có thể truy cập được như AmazonTM hoặc trang web chuyên dụng của nhà sản xuất.

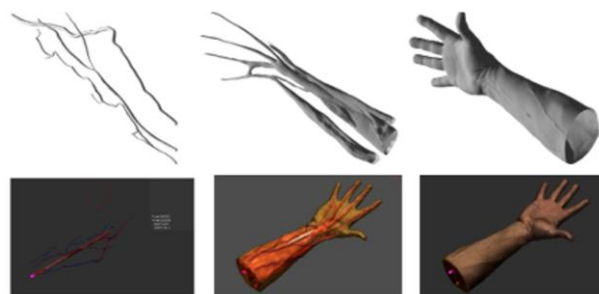
Phương pháp chế tạo: từ các số liệu về hình thái tĩnh mạch tử thi, giá trị chiều dài, đường kính và độ dày của tĩnh mạch chi trên, ta vẽ mô phỏng hệ thống tĩnh mạch

bằng phần mềm SolidWorks. Sau đó tạo khuôn theo hình vẽ mô phỏng này. Tiến hành pha trộn silicone lỏng với thuốc nhuộm, rồi đổ silicone xung quanh khuôn. Thời gian đông đặc 30 phút, thời gian đông rắn hoàn toàn 4 giờ. Cuối cùng, tháo ra khỏi khuôn, sẽ có độ rỗng của mô hình hệ thống tĩnh mạch. Hoàn thành quá trình chế tạo.

Có 3 phương pháp kiểm tra đánh giá đặc tính cơ học. Phương pháp 1 là đánh giá theo tiêu chuẩn của nhà cung cấp hóa chất. Phương pháp 2 là dùng phần mềm SolidWorks để vẽ 3D, sau đó đưa vào phần mềm tính toán Ansys (phương pháp phần tử hữu hạn), nhập các thông số kích thước, khối lượng riêng để tính độ đàn hồi, ứng suất (Hình 4). Phương pháp 3 là đánh giá bằng thực nghiệm, để thực hiện phương pháp này, đầu tiên phải chế tạo mô hình hệ thống tĩnh mạch có kích thước, và hình dạng đúng chuẩn của máy thì mới đo được. Tuy nhiên, phương pháp thứ 3 chưa được thực hiện do gặp khó khăn trong việc tìm máy đo phù hợp.

Trong nghiên cứu này, tác giả đánh giá đặc tính cơ học theo phương pháp 1, tức là theo tiêu chuẩn của nhà cung cấp hóa chất gồm silicone, và thuốc nhuộm. Thông số kỹ thuật và đặc tính cơ học của hóa chất: tỷ lệ trộn theo trọng lượng 1 loại A và 1 loại B, độ nhớt

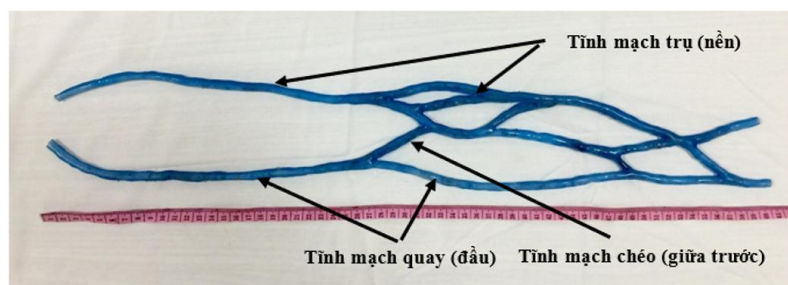
loại 3 000 cps và 9 300 cps, khối lượng riêng 1,07 (g/mL), độ bền kéo 160 psi, độ co rút < 0,001 in/in, nhiệt độ giới hạn (-53 đến 232) °C.



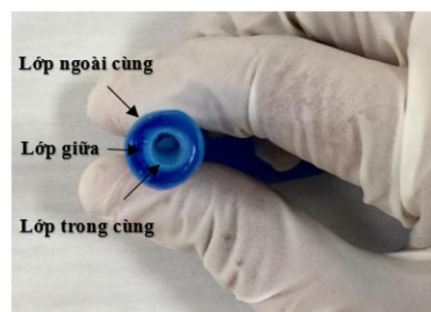
**Hình 4** Các hình vẽ mô phỏng bằng phần mềm SolidWorks đọc từ trái sang phải. Hàng trên cùng (Hàng 1) hình vẽ riêng lẻ từng phần: mạch máu, mô cơ, bao da. Hàng dưới cùng (Hàng 2): sau khi đã lồng ghép các phần lại với nhau, ta có thể tùy chọn từng đối tượng để quan sát (nguồn GrabCAD). Dữ liệu các hình vẽ này được đưa vào phần mềm tính toán Ansys để tính độ đàn hồi, ứng suất.

### 3 Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả: sản phẩm là mô hình hệ thống tĩnh mạch (Hình 5 và Hình 6). Đường kính trong tĩnh mạch nhỏ dần từ (4-1) mm, đường kính ngoài từ (12-9) mm. Có 3 lớp: lớp ngoài cùng dày 1 mm, lớp giữa có gel lỏng dày 2 mm, độ giãn dài và đứt trên 1 000 %, lớp trong cùng dày 1 mm.



**Hình 5** Mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên có 5 ô lưới, màu xanh lam, chất liệu silicone, chiều dài 600 mm, khối lượng 100 g



**Hình 6** Mô hình hệ thống tĩnh mạch có 3 lớp: lớp ngoài cùng, lớp giữa, lớp trong cùng

3.2 Thảo luận

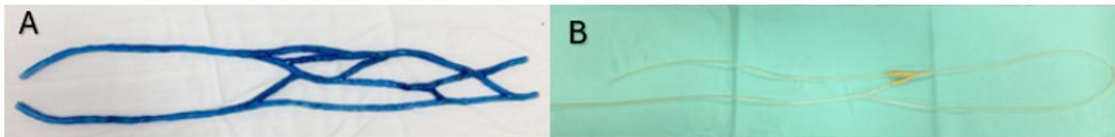
Thảo luận 1. Hiệu quả của các thông số thành mạch trong thực hành lâm sàng trên mô hình

**Bảng 1** Các thông số thành mạch

| Thông số thành mạch  | Tỉ lệ pha trộn hóa chất 1:1                                        | Hiệu quả thực hành lâm sàng                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Số lớp: 3            | 50 g silicone loại A và 50 g silicone loại B                       | Hệ thống tĩnh mạch có 3 lớp, giống thực tế hơn so với 1 lớp. Đồng thời tăng độ bền sử dụng |
| Lớp trong cùng: 1 mm | 10 g silicone loại A (SL-3358) và 10 g silicone loại B (SL-3358)   | Độ đàn hồi tốt, dẻo dai giữ mạch không bị xẹp                                              |
| Lớp giữa: 2 mm       | 25 g silicone gel loại A (gel SL) và 25 g silicone loại B (gel SL) | Độ đặc khít tốt, giúp bịt kín lỗ kim sau mỗi lần tiêm                                      |
| Lớp ngoài cùng: 1 mm | 15 g silicone loại A (SL-3358) và 15 g silicone loại B (SL-3358)   | Độ đàn hồi tốt, dẻo dai không bị rách sau mỗi lần tiêm                                     |

Thảo luận 2. So sánh mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo, với mô hình tĩnh mạch của Đức chế tạo, và tĩnh mạch tử thi

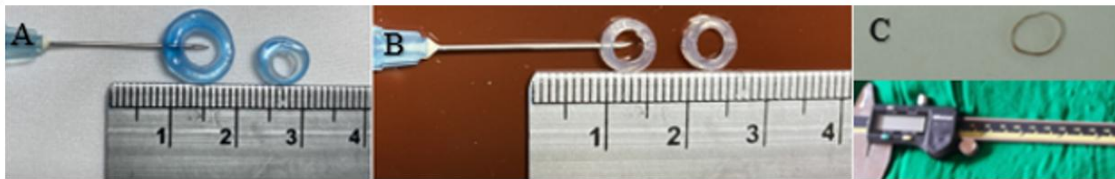
Hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo, có chiều dài từ nách đến cẳng tay 600 mm, ngắn hơn so với hệ thống tĩnh mạch của Đức chế tạo 700 mm, do khác biệt trong việc chọn mẫu để chế tạo (Hình 7).



**Hình 7** Hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo có chiều dài 600 mm (Hình A), ngắn hơn so với hệ thống tĩnh mạch của Đức chế tạo (Hình B)

Để tăng độ bền, và giúp sinh viên dễ dò tìm tĩnh mạch, nên tác giả đã chế tạo mô hình tĩnh mạch có độ dày 4 mm dày hơn so với mô hình của Đức 1 mm, dày hơn tĩnh mạch tử thi 0,10 mm (Hình 8). Việc tăng độ dày

thành mạch, không làm ảnh hưởng đến tính chính xác của mô hình trong thực hành tiêm so với thực tế lâm sàng, vì đường kính trong tĩnh mạch nền 4 mm tương đương đường kính trong tĩnh mạch tử thi 3,98 mm.



**Hình 8** So sánh độ dày của thành tĩnh mạch nền. Tĩnh mạch tác giả chế tạo dày 4mm (Hình A), tĩnh mạch của Đức chế tạo 1 mm (Hình B), tĩnh mạch tử thi  $0,10 \pm 0,01$  mm (Hình C) [11]

Trường hợp tiêm trên người thật, khi kim tiêm được rút ra, các sợi cơ trơn ở thành mạch máu nhỏ và cơ vân gần đó có thể co lại nhẹ. Điều này giúp giảm đường kính mạch máu, giảm chảy máu. Da và mô dưới da có độ

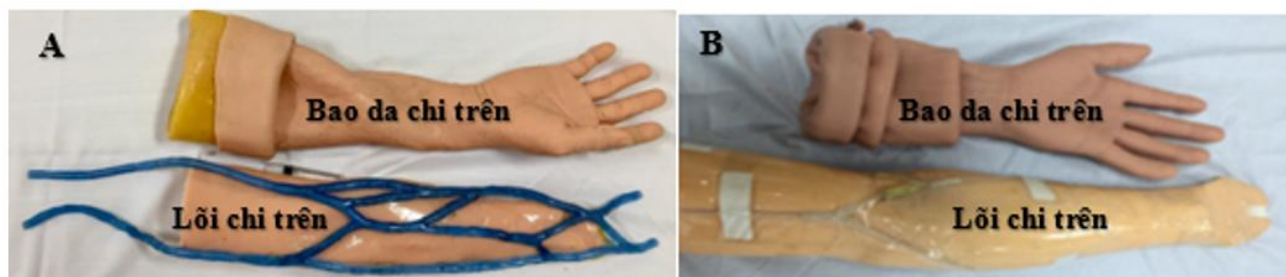
đàn hồi nhất định, nên khi kim rút ra, chúng sẽ bật trở lại vị trí ban đầu, tạo ra một áp lực cơ học tự nhiên giúp hỗ trợ làm kín vết tiêm. Tuy nhiên, phần lớn hiệu quả bịt kín là nhờ vào cơ chế đông máu và tác động áp lực

ép nhẹ bằng bông gòn sau tiêm. Trường hợp thực hành tiêm trên mô hình, sử dụng nước thay thế máu. Nước không có cơ chế tự đông như máu, nên sau khi rút kim ra sẽ để lại lỗ trống. Chính nhờ gel lỏng ở lớp giữa của mô hình, bịt kín vết kim, ngăn cản không để nước xì ra bên ngoài. Do đó, việc tăng độ dày thành mạch mang

lại ưu điểm: tăng độ bền, tăng số lần sử dụng mô hình hệ thống tĩnh mạch. Vì lớp gel càng dày thì càng nhanh bịt kín vết kim tiêm sau khi rút kim ra. Chất liệu của mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo bằng silicone dẻo, có độ bền kéo 160 psi, (Bảng 2 và Hình 9).

**Bảng 2** So sánh mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo, với mô hình tĩnh mạch của Đức chế tạo và tĩnh mạch tử thi: chiều dài từ nách đến cẳng tay, đường kính trong, đường kính ngoài tĩnh mạch nền, độ dày của tĩnh mạch nền, số lớp thành tĩnh mạch, số mũi tiêm, chất liệu

| Thông số kỹ thuật                   | Tĩnh mạch tác giả chế tạo | Tĩnh mạch của Đức chế tạo | Tĩnh mạch tử thi        |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Chiều dài từ nách đến cẳng tay (mm) | 600                       | 700                       | 700                     |
| Đường kính trong tĩnh mạch nền (mm) | 4-1                       | 5                         | 3,98                    |
| Đường kính ngoài tĩnh mạch nền (mm) | 12-9                      | 7                         | $4,08 \pm 1,49$         |
| Độ dày của tĩnh mạch nền (mm)       | 4                         | 1                         | $0,10 \pm 0,01$         |
| Số lớp thành tĩnh mạch              | 3                         | 1                         | 3                       |
| Số mũi tiêm                         | $\geq 500$                | 100                       | Tùy thuộc vào mô        |
| Chất liệu                           | Silicone dẻo, và gel      | Silicone cứng             | Mô sinh học ngâm formon |



**Hình 9** Mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên, do tác giả chế tạo kết hợp với lõi chi trên và bao da chi trên do tác giả chế tạo từ một nghiên cứu trước đó (Hình A) [14-16]. So sánh với mô hình tĩnh mạch chi trên của Đức chế tạo (Hình B)

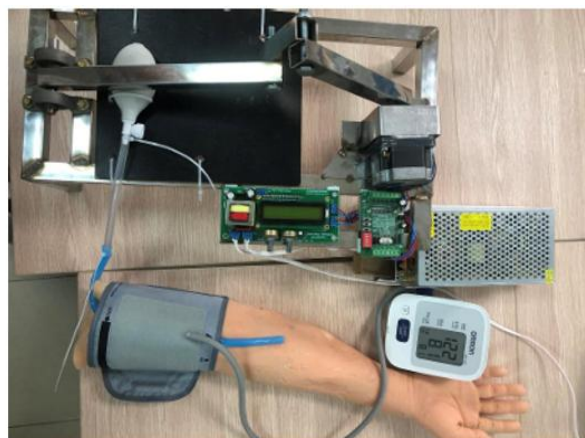
Thảo luận 3. Chuẩn bị dụng cụ cho bài thực hành tiêm tĩnh mạch chi trên (Hình 10). Gồm mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả vừa chế tạo, trong kết quả nghiên cứu này. Kết hợp với lõi chi trên và bao da chi trên, túi nhựa chứa nước thải, ống tiêm (5, 10, và 20) mL và kim tiêm số (20-23) G, kim dài (25-40) mm.



**Hình 10** Chuẩn bị dụng cụ cho bài thực hành tiêm tĩnh mạch chi trên

Thảo luận 4. Mô hình tạo tín hiệu huyết áp, nhịp tim, nhịp mạch trong xây dựng bài thực hành kỹ năng đo huyết áp, đo nhịp tim, kỹ năng dò tìm mạch, đếm nhịp mạch trên mô hình. Có 2 phương pháp mô phỏng tạo tín hiệu huyết áp, là bơm đẩy không khí liên tục vào bộ mô hình tĩnh mạch dẫn khí, để đo áp suất chất khí. Tuân theo phương trình trạng thái khí lý tưởng, công thức (1) (2), hoặc bơm nước liên tục, vào bộ mô hình tĩnh mạch để đo áp suất động chất lỏng. Tuân theo định luật bảo toàn thể tích hay còn gọi là phương trình liên tục, công thức (3) và phương trình Bernoulli, công thức (4).

Phương pháp 1. Mô phỏng tín hiệu huyết áp, nhịp tim bằng chất khí lý tưởng (Hình 11)



**Hình 11** Mô hình chi trên tiêm truyền, được nối với máy bóp bóng để tự động hóa mô phỏng tín hiệu huyết áp, nhịp tim. Trên hình, máy đo huyết áp hiệu Omron hiển thị giá trị huyết áp tâm thu 122 mmHg, huyết áp tâm trương 81 mmHg, nhịp tim 81 lần/phút. Kết quả đo cho thấy huyết áp mô phỏng đang ở trạng thái bình thường.

Phương trình trạng thái khí lý tưởng

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \quad (1)$$

Trong đó:  $P_1, V_1, T_1, P_2, V_2, T_2$ : lần lượt là áp suất, thể tích, nhiệt độ chất khí lý tưởng tại trạng thái 1 và 2.

Xét trong điều kiện đẳng nhiệt, dùng công thức:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad (2)$$

Từ công thức (2) ta thấy, nếu chất khí đi qua đoạn mạch máu có đường kính trong tăng thì thể tích chất khí tăng, suy ra áp suất chất khí tại đó giảm, tức là huyết áp thấp.

Phương pháp 2. Mô phỏng tín hiệu huyết áp, nhịp tim bằng chất lỏng lý tưởng

Định luật bảo toàn thể tích chất lỏng lý tưởng

$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$  (3) Trong đó:  $S_1, v_1, S_2, v_2$ : lần lượt là tiết diện, vận tốc chất lỏng lý tưởng tại vị trí 1 và 2  
Phương trình Bernoulli

$$P + \rho gh + \rho \frac{v^2}{2} = \text{const} \quad (4) \quad \text{Trong đó:}$$

$P, \rho gh, \rho \frac{v^2}{2}$ : lần lượt là áp suất thủy lực, áp suất tĩnh, áp suất động

Từ công thức (3) và công thức (4) cho thấy, tăng tiết diện sẽ giảm vận tốc chảy, kéo theo giảm áp suất động tác dụng lên thành mạch máu, tức là huyết áp thấp.

Mô hình tiêm truyền chi trên, được nối với máy bóp bóng để tự động hóa (Hình 11). Bóng bóp được lấy từ máy đo huyết áp có kích thước vừa phải, lưu lượng khí mà mỗi lần bóng đẩy ra đủ cho ống mạch máu dẫn khí với đường kính trong từ 4 mm. Kết quả đo hiển thị trên máy đo huyết áp tâm thu 122 mmHg, huyết áp tâm trương 81 mmHg, nhịp tim 81 lần/phút.



**Hình 12** Dò tìm mạch, đếm nhịp mạch tại cổ tay. Khi sử dụng mô hình hệ thống tĩnh mạch dùng trong thực hành đếm nhịp mạch, thì cần chế tạo độ dày thành mạch mỏng, để tăng cảm nhận xúc giác khi bơm khí vào

Kết luận hệ thống mô hình này có thể mô phỏng được tín hiệu huyết áp bình thường, cao hay thấp tùy thuộc vào tốc độ bóp bóng, kích thước bóng bóp, đường kính ống mạch máu dẫn khí. Ngoài ra, khi mô phỏng được

thông số huyết áp, mô hình này còn sử dụng để thực hành kỹ năng dò tìm mạch, đếm nhịp mạch tại cổ tay (Hình 12).

**Thảo luận 5.** Khả năng ứng dụng trong môi trường lâm sàng thực tế

Mô hình tĩnh mạch của Đức chế tạo, có số lần tiêm tối đa khoảng 100 lần tiêm/1 bộ. Mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo khoảng 500 lần tiêm/1 bộ. Ví dụ: chỉ cần 2 bộ mô hình hệ thống tĩnh mạch là có thể đào tạo với qui mô 250 sinh viên, mỗi sinh viên có từ 4 lần thực hành tiêm trở lên (Bảng 3).

**Bảng 3** Dự trù mua sắm mô hình, tính theo qui mô số sinh viên đào tạo thực hành

| Tên mô hình                          | Số lần mỗi sinh viên thực hành | Số bộ tĩnh mạch | Công thức tính qui mô số sinh viên                                                                                                   |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mô hình tĩnh mạch của Đức chế tạo    | 4                              | 2               | $\frac{\text{số bộ tĩnh mạch} \times 100}{\text{số lần mỗi sinh viên thực hành}}$ $= \frac{2 \times 100}{4} = 50 \text{ sinh viên}$  |
| Mô hình tĩnh mạch do tác giả chế tạo | 4                              | 2               | $\frac{\text{số bộ tĩnh mạch} \times 500}{\text{số lần mỗi sinh viên thực hành}}$ $= \frac{2 \times 500}{4} = 250 \text{ sinh viên}$ |

**Thảo luận 6.** Đánh giá chất lượng của mô hình hệ thống tĩnh mạch do tác giả chế tạo. Đối tượng gồm 4 nhóm ở phần đặt vấn đề tiếp tục thực hiện khảo sát (Bảng 4- Bảng 6). Khảo sát này được thực hiện theo phương pháp có đối chứng, giữa mô hình hệ thống tĩnh mạch chế tạo là đối tượng thực nghiệm với tĩnh mạch nhập khẩu của Đức là đối tượng đối chứng. Người khảo sát thực hiện trả lời 3 câu hỏi sau: giới tính, độ tuổi, nghề nghiệp, và đánh giá sản phẩm theo 5 tiêu chí: độ đàn hồi, độ đặc khít, kích thước, an toàn, màu sắc theo thang Likert 5 điểm.

**Bảng 4** Tiêu chuẩn chọn mẫu làm khảo sát. Gồm 4 nhóm đối tượng. Mỗi nhóm 10 người

| TT | Nhóm đối tượng               | Đơn vị                        | Số lượng (người) |
|----|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1  | Giảng viên – Điều dưỡng viên | NTTU, BV Chợ Rẫy, BV Bình Dân | 10               |
| 2  | Giảng viên – Bác sĩ          | NTTU, BV 1 A, BV Nhi đồng 1   | 10               |
| 3  | Điều dưỡng viên              | BV Thẩm mỹ                    | 10               |
| 4  | Sinh viên điều dưỡng         | NTTU                          | 10               |
|    | <b>Tổng</b>                  |                               | <b>40</b>        |

**Bảng 5** Kết quả khảo sát 40 người, gồm 4 nhóm đối tượng: Giảng viên – Điều dưỡng viên, Giảng viên – Bác sĩ, Điều dưỡng viên, Sinh viên điều dưỡng đánh giá điểm tập trung ở loại khá (17 người) và tốt (23 người)

| STT  | Nhóm đối tượng               | Kết quả khảo sát (người)               |                        |                       |               |                            |
|------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|
|      |                              | [1]<br>Hoàn<br>toàn<br>không<br>đồng ý | [2]<br>Không<br>đồng ý | [3]<br>Bình<br>thường | [4]<br>Đồng ý | [5]<br>Hoàn toàn<br>đồng ý |
| 1    | Giảng viên – Điều dưỡng viên |                                        |                        |                       | 6             | 4                          |
| 2    | Giảng viên – Bác sĩ          |                                        |                        |                       | 3             | 7                          |
| 3    | Điều dưỡng viên              |                                        |                        |                       | 5             | 5                          |
| 4    | Sinh viên Điều dưỡng         |                                        |                        |                       | 3             | 7                          |
| Tổng |                              |                                        |                        |                       | 17            | 23                         |

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (5)$$

$$SD = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (6)$$

Thế công thức (5) vào công thức (6) để tính độ lệch chuẩn  $SD$  (Std. Deviation)

Trong đó:  $x_1, x_2, \dots, x_n$ : các giá trị của từng nhóm đối tượng đánh giá

$\bar{X}$ : điểm trung bình của từng nhóm đối tượng đánh giá

$SD$ : độ lệch chuẩn, đánh giá độ tập trung của từng nhóm đối tượng

**Bảng 6** Kết quả thống kê từ phần mềm SPSS

| Tiêu chí    | Số lượng | Cực tiểu | Cực đại | Trung bình | Độ lệch<br>chuẩn |
|-------------|----------|----------|---------|------------|------------------|
| Độ đàn hồi  | 40       | 5,00     | 5,00    | 5,0000     | 0,00000          |
| Độ đặc khít | 40       | 4,00     | 5,00    | 4,8250     | 0,38481          |
| Kích thước  | 40       | 4,00     | 5,00    | 4,6750     | 0,47434          |
| An toàn     | 40       | 5,00     | 5,00    | 5,0000     | 0,00000          |
| Màu sắc     | 40       | 5,00     | 5,00    | 5,0000     | 0,00000          |
| Tổng        | 40       |          |         | 4,7500     |                  |

Có 40 người thực hiện đánh giá theo thang điểm Likert 5 điểm. Tỷ lệ phần trăm của từng đối tượng chủ yếu tập trung ở loại khá, tốt. Trong đó loại khá 17 người (chiếm 42,5 %), loại tốt 23 người (chiếm 57,5 %). Không có đánh giá các loại rất kém, kém, trung bình.

Giá trị điểm trung bình là 4,750, tập trung từ 4,675 đến 4,825 phản ánh mức độ hài lòng cao.

Các tiêu chí độ đàn hồi, an toàn, màu sắc có độ lệch chuẩn 0,0000. Tiêu chí độ đặc khít có độ lệch chuẩn 0,38481. Tiêu chí kích thước có độ lệch chuẩn 0,47434. Các giá trị của độ lệch chuẩn đều nhỏ hơn 1, có giá trị thấp. Tức là ý kiến về nội dung khảo sát của câu đó đa phần là đồng nhất, 4 nhóm đối tượng đều có nhận định giống nhau về câu hỏi đó, mức độ nằm ở giá trị điểm trung bình là 4,750.

#### 4 Kết luận và đề xuất

##### 4.1 Kết luận

Tùy theo mục đích sử dụng mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên để tiêm truyền, đo huyết áp, đo nhịp tim hay dò tìm mạch, đếm nhịp mạch, đặt catheter mà chế tạo mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên có chiều dài, đường kính, độ dày, hình dạng, màu sắc sao cho phù hợp.

##### 4.2 Đề xuất

Góp phần làm phong phú thêm tạo hình mô hình tĩnh mạch chi trên. Sản phẩm hoàn thành, nộp và lưu giữ tại văn phòng ngành Kỹ thuật Y sinh, Khoa Y, NTTU. Mô hình hệ thống tĩnh mạch chi trên có thể sử dụng để đào tạo thực hành cho sinh viên các ngành Y Đa khoa, và ngành Điều dưỡng. Hoặc sử dụng để triển lãm giới thiệu sản phẩm tự chế tạo của Khoa Y trong các buổi tư vấn tuyển sinh của Trường.

##### Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ – Đại học Nguyễn Tất Thành, mã số đề tài 2023.01.117/ HD-KHCN

#### Tài liệu tham khảo

1. Công ty TNHH Thiết bị y tế Huê Lợi. (truy cập ngày 10 tháng 02 năm 2025). Mô hình thực hành tiêm truyền chi trên. <https://tbythueloi.com/mo-hinh-thuc-hanh-tiem-truyen-can-h-tay>
2. Công ty TNHH XNK Thiết bị Khoa học Công nghệ Hữu Hào. (truy cập ngày 10 tháng 02 năm 2025). Mô hình chi trên tiêm truyền tĩnh mạch LF01121 NASCO – Mỹ. <https://mohinhyduoc.vn/mo-hinh-can-h-tay-tiem-truyen-tinh-mach-lf01121-nasco-my>
3. Công ty TNHH XNK Công nghệ Đại Á. (truy cập ngày 10 tháng 02 năm 2025). Mô hình tiêm truyền tĩnh mạch chi trên 1021418 (P50/1). <https://daiatech.vn/in/3222/>
4. Công ty TNHH Xuất nhập khẩu và đầu tư Thùy Trang. (truy cập ngày 10 tháng 02 năm 2025). Mô hình tiêm tĩnh mạch chi trên cao cấp KYOTO KAGAKU. <https://thietbithuytrang.vn/mo-hinh-tiem-tinh-mach-can-h-tay-cao-cap-kyoto-kagaku>
5. Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396-403. 10.9734/BJAST/2015/14975



6. Laura Awad, Benjamin J. Langridge, Faith H. K. Jeon, Edward Bollen, Peter E. M. Butler. (2023). A comparison of commercially available synthetic skin substitutes for surgical simulation training. *GMS Journal for Medical Education*, 40, 5.
7. A. K. Dąbrowska, G.-M. Rotaru, S. Derler, F. Spano, M. Camenzind, S. Annaheim, R. Stämpfli, M. Schmid and R. M. Rossi. (2016). Materials used to simulate physical properties of human skin. *Skin Research and Technology*, 22, pp. 3-14.
8. Levier RR, Harrison MC, Cook RR, Lane TH. (1993). *What is silicone*. *Plast Reconstr Surg*, 92, pp. 163-167.
9. Gul B.U., Yanilmaz D.K., Arslan D., Bayramicli M., Akbulut O. (2019). Silicone-based simulation models for peripheral nerve microsurgery. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 72 , 3, pp. 477-483.
10. Dasom Kim, Jin Woo Park, Sung Bum Cho, and Im Joo Rhyu. (2023). Anatomical Structures to Be Concerned With During Peripherally Inserted Central Catheter Procedures. *Journal of Korean Medical Science*, 38, 41.
11. Tiwari, N., Budhathoki, D., Shrestha, I., Timsina, R., Shah, S. K., & Malla, B. K. (2019). Morphology of dorsal venous arch of hand: a cadaveric study. *Journal of College of Medical Sciences-Nepal*, 15(2), 139-143..
12. Rachael Zimlich, BSN, RN. (2023). The Anatomy of the Median Cubital Vein. *Very Well Health*. <https://www.verywellhealth.com/median-cubital-vein-5118185>
13. Salameh, M. A., Shatarat, A. T., Badran, D. H., Abu-Abeeleh, M. A., Massad, I. M., & Bani-Hani, A. M. (2019). The best vein to be accessed based on descriptive study of dorsal metacarpal vein. *Anatomy & Cell Biology*, 52(4), 390.
14. Nguyễn Thị Huỳnh Lan. (2018). *Ứng dụng công nghệ để chế tạo mô hình da người được sử dụng cho sinh viên khoa y thực hành khâu vết thương và tiêm serum*. Đề tài Nghiên cứu Khoa học cấp trường số: 2016.03.10/ HĐ-KHCN, Trường ĐH Nguyễn Tất Thành.
15. Nguyễn Thị Huỳnh Lan. (2021). *Ứng dụng công nghệ để chế tạo mô hình da người được sử dụng cho sinh viên thực hành chăm sóc vết thương*. Đề tài Nghiên cứu Khoa học cấp trường số: 2020.01.166/ HĐ-KHCN, Trường ĐH Nguyễn Tất Thành.
16. Nguyễn Thị Huỳnh Lan. (2025). *Chế tạo bộ mô phỏng hệ thống tĩnh mạch cho các mô hình tiêm truyền tĩnh mạch chi trên*. Đề tài Nghiên cứu Khoa học cấp trường số: 2023.01.117/ HĐ-KHCN, Trường ĐH Nguyễn Tất Thành.

## Fabrication of an Upper Limb Intravenous Injection Venous System Model

Nguyen Thi Huynh Lan

Biomedical Engineering Department, Faculty of Medicine, Nguyen Tat Thanh University

nthlan@ntt.edu.vn

**Abstract** This study aims to develop a venous system model for use in upper limb intravenous injection and infusion training. The method investigated the morphology of cadaver veins to determine the length, diameter, and wall thickness of the superficial veins in the upper limb. As a result, a model of the right upper limb venous system of a 40-year-old man was constructed. The internal diameter of the cephalic vein gradually narrowed from 4 mm to 1 mm, while the external diameter reduced from 12 mm to 9 mm. Four participant groups were selected to conduct two evaluation surveys. The first survey was conducted to assess the quality of a German-imported venous model, and the second one was conducted to evaluate the quality of the model developed by the author. Results have shown that increasing the vein wall thickness did not affect the model's accuracy when used in injection practice compared to clinical reality, since the 4 mm internal diameter was equivalent to the 3.98 mm internal diameter observed in cadaver veins. In conclusion, depending on the intended use of the venous model whether for intravenous injection, blood pressure measurement, heart rate monitoring, pulse detection, pulse counting, or catheter placement of the model should be designed with appropriate length, diameter, wall thickness, shape, and color.

**Keywords** Fabrication, model, intravenous injection, vein, silicone