



Báo cáo loạt ca lâm sàng

Tiếp nhận
28.03.2026Chỉnh sửa
30.60.2026Chấp nhận đăng
03.08.2026Công bố online
16.08.2026

ĐIỆN DI ION BẰNG DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU TRONG XỬ TRÍ THOÁT MẠCH ION CANXI: BÁO CÁO CA LÂM SÀNG VÀ TỔNG QUAN TƯỜNG THUẬT

Nguyễn Thanh Tuấn¹, Bùi Thị Hồng Thúy¹, Nguyễn Viết Thắng¹, Nguyễn Anh Thắng², Phan Thị Lâm Oanh², Dương Thị Kiều², Nguyễn Ánh Nguyệt², Phạm Thị Thúy Diệu², Phạm Thị Lê Hằng², Nguyễn Thị Phương Chi^{2,*}

¹Khoa Vật lý trị liệu, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

²Khoa Phục hồi chức năng, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

*Tác giả liên hệ

Nguyễn Thị Phương Chi
Khoa Phục hồi chức năng,
Bệnh viện Trung ương
Quân đội 108

Corresponding Author e-mail:

phuongchpr@yahoo.com



Bản quyền: © 2026 Nguyễn Thanh Tuấn và cs. Đây là một bài báo truy cập mở được phân phối theo các điều khoản của Giấy phép Ghi công Creative Commons ([CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)), cho phép sử dụng, phân phối và tái bản với mục đích phi thương mại, tác giả gốc và nguồn tác phẩm phải được ghi nhận đầy đủ.

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá tính khả thi bước đầu trên lâm sàng và đề xuất giả thuyết về cơ chế tác động của kỹ thuật điện di ion bằng dòng điện một chiều trong hỗ trợ xử trí thoát mạch ion canxi (Ca^{2+}). **Đối tượng và Phương pháp:** Báo cáo loạt ca lâm sàng gồm 02 bệnh nhân thoát mạch dung dịch calcium chloride (CaCl_2) 10% được điều trị phối hợp điện di ion. Nghiên cứu kết hợp tổng quan tường thuật 14 tài liệu tham khảo về cơ chế bệnh sinh và các chiến lược xử trí thoát mạch chất gây hại tử. **Kết quả:** Ở ca bệnh can thiệp sớm (4 giờ sau tai biến), tổn thương độ 2 (theo INS) có cải thiện triệu chứng và hồi phục hoàn toàn sau 10 buổi điều trị. Ở ca bệnh đến muộn (40 giờ) với tổn thương độ 4, ghi nhận có cải thiện triệu chứng ban đầu như giảm đau và giảm phù nề, nhưng không ngăn được tiến triển hoại tử, bệnh nhân sau đó vẫn cần can thiệp cắt lọc ngoại khoa. Qua tổng quan tường thuật, nhóm tác giả đề xuất giả thuyết điện di ion có thể tạo ra lực đẩy tĩnh điện (điện di ngược) và dòng chảy điện thẩm, từ đó có tiềm năng hỗ trợ dịch chuyển Ca^{2+} và dẫn lưu dịch mô kẽ. **Kết luận:** Điện di ion bằng dòng điện một chiều là một giả thuyết điều trị có tính khả thi, bước đầu cho thấy độ an toàn. Phương pháp này có thể được cân nhắc như một biện pháp vật lý hỗ trợ kết hợp trong xử trí thoát mạch Ca^{2+} , đặc biệt ở giai đoạn sớm. Cần thêm các nghiên cứu định lượng với cỡ mẫu lớn hơn để chứng minh rõ ràng cơ chế trích xuất ion và hiệu quả độc lập của phương pháp.

Từ khóa: thoát mạch, canxi clorua, điện di ion, điện di ngược, dòng chảy điện thẩm.

Trích dẫn: Nguyễn Thanh Tuấn, Bùi Thị Hồng Thúy, Nguyễn Viết Thắng và cộng sự. Vietnam Journal of Physiology. 2026; 30(03):86-95. doi:10.54928/vjop.v30i3.191

1. Giới thiệu

Thoát mạch (extravasation) là sự cố rò rỉ thuốc hoặc dung dịch tiêm tĩnh mạch vào mô kẽ, một biến cố y khoa không mong muốn nhưng phổ biến [1]. Trong đó, thoát mạch các dung dịch chứa Ca^{2+} (như calcium chloride, calcium gluconate) được xếp vào nhóm nguy cơ cao [2]. Các tổn thương do Ca^{2+} gây ra thường diễn tiến phức tạp, từ viêm tấy tại chỗ đến các biến chứng nghiêm trọng như hoại tử da toàn bộ, vô hóa mô mềm và đặc biệt là hội chứng chèn ép khoang cấp tính đe dọa chức năng chi thể.

Hiện nay, việc xử trí thoát mạch Ca^{2+} vẫn chưa có sự đồng nhất hoàn toàn trong các hướng dẫn lâm sàng [1]. Các biện pháp ban đầu như ngừng truyền, hút dịch, nâng cao chi hay chườm chủ yếu mang tính hỗ trợ [3]. Các thuốc giải độc (antidotes) như hyaluronidase hay natri thiosulfate tuy được khuyến cáo nhưng hiệu quả thực tế còn phụ thuộc nhiều vào thời điểm can thiệp. Theo tiêu chuẩn của Hiệp hội Điều dưỡng truyền dịch (INS) việc ngăn chặn hoàn toàn hoại tử vẫn là một thách thức lớn [4]. Trong các trường hợp nặng, can thiệp ngoại khoa cắt lọc hoại tử vẫn là giải pháp cuối cùng nhưng để lại nhiều di chứng [5].

Trong khi cơ chế gây độc của Ca^{2+} liên quan đến sự tích tụ dư thừa ion này trong mô kẽ, y văn hiện còn thiếu các phương pháp vật lý hỗ trợ xử trí trực tiếp. Kỹ thuật điện di ion (iontophoresis) sử dụng dòng điện một chiều từ lâu đã được ứng dụng để dẫn thuốc qua da [6] và từng bước được nghiên cứu trong xử trí các tổn thương hóa chất đặc hiệu [7]. Bên cạnh đó, khái niệm điện di ngược (reverse iontophoresis) đã được chứng minh trong việc lấy các chất qua da với lượng rất nhỏ để giám sát sinh hóa [8, 9]. Dưới tác động của điện trường, dòng điện một chiều không chỉ có khả năng làm tăng lưu lượng máu tại chỗ [10] mà còn tạo ra lực đẩy tĩnh điện (electromigration) và dòng chảy điện thẩm (electro-osmosis) [11].

Việc sử dụng các tiến bộ trong hệ thống dẫn truyền qua da [12, 13] làm cơ sở lý thuyết để suy luận sang khả năng hỗ trợ dịch chuyển CaCl_2 thoát mạch trong mô tổn thương là một hướng tiếp cận mới. Mặc dù cơ chế "giải độc" nồng độ lớn này chưa được chứng minh trực tiếp bằng định lượng trên lâm sàng, việc ứng dụng dòng điện một chiều vẫn có thể đóng vai trò như một giả thuyết điều trị tiềm năng nhằm hỗ trợ điều hòa dịch kẽ và giảm nồng độ Ca^{2+} tại chỗ, phù hợp với mục tiêu giảm thiểu tổn thương của các phác đồ chuẩn hóa [14].

Nghiên cứu này nhằm mục tiêu: (1) trình bày diễn biến lâm sàng của hai ca thoát mạch Ca^{2+} được điều trị phối hợp bằng điện di ion; (2) phân tích cơ sở lý thuyết tổng quan tường thuật để đề xuất giả thuyết về vai trò hỗ trợ của phương pháp vật lý này trong chiến lược xử trí hiện nay.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 02 bệnh nhân được chẩn đoán thoát mạch do tiêm truyền dung dịch CaCl_2 10%, được điều trị tại Khoa Phục hồi chức năng – Bệnh viện Trung ương Quân đội 108.

Tiêu chuẩn đánh giá: Tình trạng tổn thương, diện tích và mức độ thâm nhiễm được phân độ dựa trên các hướng dẫn xử trí thoát mạch hiện hành [1], Bệnh viện Nhi Hoàng gia Melbourne [14] và tiêu chuẩn của Hiệp hội Điều dưỡng truyền dịch (INS) [4].

2.2. Phương pháp

- Thiết kế nghiên cứu: Báo cáo loạt ca lâm sàng (Case series).
- Thu thập số liệu: Quan sát lâm sàng trực tiếp, ghi nhận tiến triển qua hình ảnh kỹ thuật số và các chỉ số triệu chứng (thang điểm VAS, diện tích cm^2) được lưu trữ trong hồ sơ bệnh án. (Do bối cảnh cấp cứu và tính chất hồi cứu của báo cáo ca bệnh, một số thông số sinh lý bệnh như áp lực mô, nồng độ Ca^{2+} dịch kẽ hay siêu âm Doppler mô mềm chưa được chuẩn hóa thu thập đầy đủ ở thời điểm tiếp nhận).

2.3. Quy trình kỹ thuật can thiệp điện di

- Áp dụng kỹ thuật điện di ion bằng dòng điện một chiều với các thông số:
- Thiết bị: Máy điện phân đa năng Cosmogamma Firing (AC International - Italia).

- Điện cực: Sử dụng bản cực kim loại đặt trong lớp đệm vải ẩm (nước lọc). Kích thước điện cực (5 × 5 cm, 6 × 8 cm hoặc 8 × 10 cm) bao phủ diện tích vùng thoát mạch.
- Cực tính: Điện cực âm (Cathode) đặt trực tiếp lên vùng tổn thương. Lựa chọn này dựa trên giả thuyết tận dụng lực tĩnh điện và kích hoạt dòng chảy điện thẩm hướng ra ngoài bề mặt da để hỗ trợ giảm phù nề [8, 11]. Điện cực dương (Anode) đặt đối diện.
- Thông số dòng điện: Cường độ: 5 mA, được điều chỉnh dựa trên ngưỡng cảm giác an toàn để tối ưu hóa hiệu quả vận chuyển ion mà không gây bỏng hóa học dưới điện cực [6, 7]. Thời gian: 15 phút/lần/ngày.
- Tiêu chí kết thúc: Tùy thuộc vào diễn biến lâm sàng của từng ca bệnh (hết sưng nề hoặc chuyển giai đoạn ngoại khoa) [5].
- Theo dõi an toàn: Sau mỗi buổi điều trị, nhân viên y tế kiểm tra trực tiếp vùng da dưới điện cực để phát hiện sớm các dấu hiệu kích ứng, đỏ da quá mức hoặc bỏng điện nhẹ (nếu có), hỏi cảm giác của bệnh nhân để điều chỉnh cường độ kịp thời.

2.4. Các can thiệp phối hợp và đánh giá hiệu quả

Trong cả hai ca lâm sàng, điện di ion không được sử dụng như một liệu pháp đơn độc mà là một phần trong phác đồ điều trị đa phương thức:

- Ở Ca 1: Bệnh nhân được phối hợp nâng cao chi và che phủ gạc ẩm NaCl 0,9%.
- Ở Ca 2 (nhập viện muộn sau 40 giờ): Bệnh nhân được phối hợp thêm sóng ngắn, điện xung, nâng cao chi và chăm sóc tại chỗ bằng hồng ngoại, gạc ẩm.

Thảo luận về tính nhân quả: Nhóm tác giả thừa nhận việc phối hợp nhiều phương pháp vật lý và chăm sóc đồng thời (như nâng cao chi, đắp gạc, sóng ngắn) gây nhiễu đến việc đánh giá hiệu quả độc lập của điện di ion. Các biểu hiện cải thiện về đau, phù nề hay màu sắc da là kết quả tổng hợp của toàn bộ các can thiệp phối hợp. Trong báo cáo này, điện di ion được nhìn nhận như một biện pháp hỗ trợ tiềm năng trong tổng thể phác đồ, thay vì khẳng định vai trò quyết định duy nhất.

2.5. Phương pháp tổng quan tường thuật (Narrative Review)

- Nguồn dữ liệu: PubMed, Google Scholar và Cochrane Library.
- Thời gian tìm kiếm: Từ tháng 01/2000 đến tháng 03/2026.
- Từ khóa: thoát mạch, điện di ion, điện di ngược, extravasation, calcium chloride, iontophoresis, reverse iontophoresis, electro-osmotic flow.
- Lựa chọn tài liệu: Do số lượng nghiên cứu trực tiếp về ứng dụng điện di ion trong thoát mạch Ca^{2+} vô cùng hạn chế, nghiên cứu này không áp dụng phương pháp tổng quan hệ thống (systematic review) mà thực hiện tổng quan tường thuật (narrative review). Các tài liệu được chọn lọc chủ yếu để xây dựng cơ sở lý thuyết về sự di chuyển ion qua da, từ đó đối chiếu với diễn biến lâm sàng của bệnh nhân nhằm thảo luận về cơ chế giả thuyết của kỹ thuật.

2.6. Đạo đức trong nghiên cứu

Nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc đạo đức y sinh học. Bệnh nhân đã được giải thích đầy đủ về quy trình kỹ thuật, các nguy cơ và đồng ý cho phép công bố hình ảnh lâm sàng. Mọi thông tin cá nhân đều được bảo mật.

3. Kết quả

3.1. Tổng hợp y văn về cơ chế bệnh sinh và xử trí thoát mạch ion canxi

Thoát mạch các dung dịch chứa Ca^{2+} là một biến cố y khoa cấp tính có thể để lại hậu quả nghiêm trọng. Dữ liệu y văn hiện nay chủ yếu dựa trên các báo cáo ca bệnh đơn lẻ, thiếu các nghiên cứu đối chứng quy mô lớn, dẫn đến việc thiếu hụt một hướng dẫn điều trị thống nhất trên phạm vi toàn cầu [1].

Về cơ chế bệnh sinh: Các nghiên cứu thực nghiệm và lâm sàng đều thống nhất rằng tổn thương mô do thoát mạch Ca^{2+} là hệ quả của sự kết hợp đa yếu tố. Trước hết, nồng độ thẩm thấu cao của dung dịch gây ra sự chênh lệch áp suất lớn, dẫn đến rút nước từ nội bào ra ngoại bào và gây chết tế bào trực tiếp [2]. Quan

trọng hơn, nồng độ Ca^{2+} tự do tăng cao đột ngột trong dịch kẽ kích hoạt sự co thắt mạnh mẽ của các tiểu động mạch và tiểu tĩnh mạch, gây thiếu máu cục bộ cơ năng tại vùng tổn thương [2, 14]. Sự lắng đọng các tinh thể muối canxi không hòa tan (calcinosis) không chỉ gây phản ứng viêm dị vật kéo dài mà còn là tác nhân chính dẫn đến tình trạng vôi hóa mô mềm và hoại tử toàn bộ bề dày da [4, 12].

Biểu hiện lâm sàng: Triệu chứng của thoát mạch Ca^{2+} diễn tiến rất nhanh, bắt đầu từ ban đỏ, sưng nề và đau nhức dữ dội tại vị trí tiêm truyền [14]. Nếu không được xử trí kịp thời, tổn thương sẽ tiến triển thành phỏng rộp, sạm da và hoại tử khô hoặc ướt. Đặc biệt, hội chứng chèn ép khoang cấp tính là biến chứng nguy hiểm nhất, đe dọa trực tiếp đến khả năng bảo tồn chi thể, đòi hỏi sự can thiệp ngoại khoa khẩn cấp [5].

Về chiến lược xử trí: Y văn ghi nhận các nhóm giải pháp sau:

- Xử trí ban đầu: Ngừng truyền ngay lập tức, hút dịch thoát mạch qua catheter và nâng cao chi để hỗ trợ dẫn lưu là các biện pháp cơ bản được đồng thuận cao [3, 14].
- Điều trị dược lý: Sử dụng hyaluronidase để phân tán dịch kẽ hoặc natri thiosulfate để chuyển hóa muối Ca^{2+} thành dạng hòa tan (calcium thiosulfate) nhằm hạn chế canxi hóa [3]. Tuy nhiên, tiêu chuẩn thực hành của INS (2021) nhấn mạnh rằng hiệu quả của thuốc giải độc phụ thuộc chặt chẽ vào thời gian phát hiện và hiện vẫn chưa có bằng chứng mức độ cao cho thấy các thuốc này có thể ngăn chặn hoàn toàn sự tiến triển của hoại tử khi nồng độ ion tại chỗ quá cao [4].
- Can thiệp ngoại khoa: Cắt lọc hoại tử hoặc rạch giải áp khoang được chỉ định cho các trường hợp thất bại với điều trị bảo tồn [5].

Khoảng trống y văn và hướng tiếp cận mới: Mặc dù mục tiêu tiên quyết là làm giảm nồng độ tác nhân gây độc tại mô, nhưng các phương pháp hiện tại chủ yếu tác động gián tiếp (làm loãng hoặc chuyển hóa hóa học). Trong khi đó, các tiến bộ về công nghệ dẫn truyền thuốc qua da đã chứng minh rằng dòng điện một chiều có khả năng điều phối sự di chuyển của các phân tử nhỏ thông qua lực đẩy tĩnh điện và dòng chảy điện thẩm [11, 12, 13]. Việc ứng dụng kỹ thuật này tạo ra cơ sở lý thuyết ban đầu cho giả thuyết rằng điện di ion có thể hỗ trợ dịch chuyển một phần Ca^{2+} dư thừa ra khỏi mô theo một cách không xâm lấn [6, 7, 13]. Tuy nhiên, giả thuyết này cần được diễn giải cẩn trọng vì chưa có bằng chứng định lượng trực tiếp về mức độ ion được lấy ra.

3.2. Báo cáo ca lâm sàng

Ca bệnh số 1

Thông tin chung: Bệnh nhân nữ, 42 tuổi. Chẩn đoán trước khi thoát mạch: cơn tetani. Được tiêm 1g CaCl_2 pha loãng trong 10 ml nước cất, tiêm tĩnh mạch chậm và gây thoát mạch. Thời gian đến viện: 4 giờ sau thoát mạch. Vị trí tổn thương: Mu bàn tay phải. Đánh giá ban đầu: Tổn thương độ 2 theo phân loại của Aaliya Fanham và Gorski [11, 14].

Mô tả tổn thương ban đầu: Khi nhập viện, vùng mu tay phải xuất hiện tổn thương kích thước 2×2 cm, sưng nóng đỏ đau rõ rệt. Quầng viêm phù nề lan rộng 3×5 cm. Bệnh nhân đau tăng khi ấn và vận động bàn tay, VAS: 6 điểm. Không ghi nhận phỏng nước hay hoại tử tại thời điểm khám bệnh (Hình 1A).



Hình 1: Tổn thương ở ca bệnh số 1: ban đầu (A) và khỏi bệnh (B)

Phác đồ điều trị:

- Điện di ion bằng dòng điện một chiều: Sử dụng điện cực 5 × 5 cm, cực âm đặt tại vị trí tổn thương, điện cực dương đặt đối diện ở lòng bàn tay. Cường độ 5 mA, thời gian 15 phút/lần. Tần suất: 1 lần/ngày.
- Điều trị hỗ trợ: nâng cao chi, che phủ da tổn thương bằng gạc ẩm NaCl 0,9%.

Đáp ứng điều trị

- Sau buổi điều trị thứ nhất: sưng nề giảm đáng kể, giảm đau (Hình 2A).
- Sau buổi thứ hai: diện đỏ da giảm, phù nề cải thiện, vận động bàn tay dễ dàng hơn (Hình 2B).
- Sau buổi thứ ba: vùng tổn thương giảm trên 50% diện tích so với ban đầu (1 × 2 cm), da mềm hơn, đau giảm nhiều (Hình 2C). VAS: 3 điểm.
- Sau 10 buổi điều trị: tổn thương phục hồi hoàn toàn, da trở lại màu sắc bình thường, không để lại sẹo hoặc biến chứng, hết đau hoàn toàn (Hình 1B).



Hình 2. Đáp ứng điều trị ở ca bệnh số 1. Sau điều trị lần 1 (A). Sau điều trị lần 2 (B). Sau điều trị lần 3 (C)

Ca bệnh số 2

Thông tin chung: Bệnh nhân nam, 55 tuổi. Bệnh nền: Suy thận cấp – tăng kali huyết, suy tim – hở van động mạch chủ nặng. Được chỉ định tiêm truyền 2g calcium chloride pha vào dịch NaCl 0,9% và gây thoát mạch. Thời gian đến viện: 40 giờ sau thoát mạch. Vị trí tổn thương: Mặt trong cẳng tay phải. Đánh giá ban đầu: Tổn thương độ 4 do có bằng chứng tổn thương toàn bộ bề dày da và hoại tử mô [11, 14].

Mô tả tổn thương ban đầu: Tổn thương lan rộng kích thước 8 × 20 cm, trung tâm tím đen, xung quanh ửng đỏ, bề mặt da căng bóng. Phù nề nhẹ toàn bộ vùng cẳng tay. Bệnh nhân đau nhiều, thang điểm VAS: 8. Chưa xuất hiện phỏng nước nhưng có dấu hiệu tiến triển nặng (hình 3A).



Hình 3. Tổn thương ở ca bệnh số 2: ban đầu (A) và hậu phẫu ngày thứ 4 (B)

Phác đồ điều trị áp dụng:

- Điện di ion bằng dòng điện 1 chiều: sử dụng điện cực 8 × 10 cm, 2 điện cực âm đặt trên vùng tổn thương, 2 điện cực dương ở đối diện trên cẳng tay. Cường độ 5 mA, 15 phút/lần và 1 lần/ngày.
- Điều trị hỗ trợ:
 - Liệu pháp sóng ngắn: giúp giảm phù nề, tăng tuần hoàn.
 - Liệu pháp điện xung: giúp giảm đau, tăng dẫn lưu tĩnh mạch, bạch huyết.
 - Nâng cao chi + che phủ da tổn thương bằng gạc ẩm NaCl 0,9%.

Đáp ứng điều trị

- Sau buổi thứ nhất: giảm đau nhẹ, sắc tố tím giảm, mô mềm hơn (Hình 4A).
- Sau buổi thứ hai: vùng đỏ tím giảm, ranh giới rõ hơn, phù nề giảm (Hình 4B).
- Sau buổi thứ ba: vùng đỏ tím tiếp tục thu hẹp (6 x 18 cm), bệnh nhân giảm đau rõ (Hình 4C). VAS: 5 điểm.
- Sau 10 buổi: tổn thương cải thiện gần hoàn toàn, da hồng trở lại, giảm phù nề đáng kể (6 x 18 cm), chỉ còn đau nhẹ vùng khuỷu tay (Hình 4D). VAS: 2 điểm.



Hình 4. Đáp ứng điều trị ở ca bệnh số 2. Sau điều trị lần 1 (A). Sau điều trị lần 2 (B). Sau điều trị lần 3 (C). Sau điều trị lần 10 (D)

Biến chứng: Dù đáp ứng điều trị ban đầu rất tốt, nhưng đến ngày thứ 11 bệnh nhân xuất hiện:

- Tắc tĩnh mạch nông vùng nếp gấp khuỷu (trên siêu âm), gây phù nề – sưng – nóng – đau bỏng rát (Hình 5A).
- Xuất hiện bong tróc da, chảy dịch (Hình 5B).
- Da vùng trung tâm hoại tử, chuyển từ hoại tử ướt sang hoại tử khô (Hình 5C).



Hình 5. Biến chứng ở ca bệnh số 2. Ngày đầu sau tắc tĩnh mạch nông (A). Hoại tử ướt (B). Hoại tử khô (C)

Xử trí biến chứng

- Ngừng điện di ion.
- Chăm sóc hoại tử bằng hồng ngoại, gạc ẩm, nâng cao tay.
- Khi hoại tử ổn định, tiến hành phẫu thuật cắt lọc hoại tử, khâu khít mép da.
- Theo dõi liên tục tổn thương: tiến triển tốt sau 4 ngày hậu phẫu (hình 3B) và dần liền vết mổ.

Nhận định ca bệnh: Ca lâm sàng số 2 thực chất là một trường hợp thất bại một phần của điều trị bảo tồn. Quá trình can thiệp phối hợp (bao gồm điện di ion) có cải thiện triệu chứng ban đầu và hỗ trợ phần nào trong việc chăm sóc tại chỗ, nhưng không ngăn chặn được tiến trình hoại tử mô không thể đảo ngược do tiếp cận xử lý quá muộn. Kết quả phẫu thuật cắt lọc và khâu khít mép da diễn biến thuận lợi ở giai đoạn sau (Hình 3B).

4. Bàn luận**4.1. Giả thuyết về vai trò hỗ trợ của điện di ion trong xử trí thoát mạch ion canxi**

Kết quả lâm sàng bước đầu gợi ý điện di ion bằng dòng điện một chiều có thể là một hướng tiếp cận có tiềm năng. Tuy nhiên, đây chỉ nên được xem là một giả thuyết điều trị cần được kiểm chứng thêm. Dựa trên tổng quan y văn, vai trò hỗ trợ của phương pháp này có thể được thảo luận qua các cơ sở lý thuyết sau, dù cần được diễn giải hết sức cẩn trọng trong bối cảnh sinh lý bệnh phức tạp của tổn thương cấp tính:

- **Điện di ngược (Reverse Iontophoresis) và sự dịch chuyển ion:** Khái niệm điện di ngược đã được chứng minh trong việc lấy các chất qua da với lượng rất nhỏ phục vụ giám sát sinh hóa (ví dụ: theo dõi nồng độ lithium) [8, 9]. Việc sử dụng cơ sở lý thuyết này để suy luận sang khả năng hỗ trợ "giải độc" lượng lớn CaCl_2 thoát mạch trong mô là một giả thuyết ban đầu có tính khả thi. Về nguyên lý điện học, ion dương Ca^{2+} có thể chịu lực điện trường hướng về cực âm (cathode). Tuy nhiên, trong cơ thể sống, Ca^{2+} không tồn tại đơn thuần ở dạng ion tự do; nó có thể gắn với protein, kết tủa dưới dạng phosphate hoặc carbonate, nằm sâu trong dịch kẽ hoặc đã bị tế bào hấp thu. Do đó, không thể mặc nhiên kết luận rằng đặt cực âm trên da sẽ kéo được một lượng lớn Ca^{2+} ra khỏi mô nếu không có các bằng chứng định lượng trực tiếp (như đo nồng độ canxi tại dịch thu dưới điện cực, nồng độ tại dịch kẽ hay mô tổn thương).
- **Dòng chảy điện thẩm (Electro-osmotic flow):** Theo y văn nghiên cứu trên da lành, do da người mang điện tích âm ở pH sinh lý, dòng chảy điện thẩm thường di chuyển theo hướng từ cực dương sang cực âm [11]. Việc đặt điện cực âm tại vùng tổn thương được kỳ vọng giúp tạo dòng dung môi hướng từ mô kẽ ra ngoài để hỗ trợ giảm phù nề. Tuy nhiên, điện thẩm qua da phụ thuộc rất lớn vào điện tích bề mặt da, pH, nồng độ điện giải, độ ẩm, cấu hình điện cực và đặc biệt là tình trạng viêm. Trong mô viêm, thâm nhiễm và phù nề cấp tính sau thoát mạch, các điều kiện sinh lý này thay đổi đáng kể, vì vậy cơ chế điện thẩm trong bối cảnh tổn thương cấp không thể được suy luận trực tiếp từ kết quả trên da lành.
- **Hiệu ứng huyết động và cơ chế rửa trôi (Washout Effect):** Kích thích điện một chiều đã được ghi nhận là có khả năng làm tăng lưu lượng tuần hoàn vi mạch qua da. Sự gia tăng tưới máu tại chỗ này có thể tạo điều kiện thuận lợi cho cơ chế rửa trôi, hỗ trợ hòa loãng nồng độ ion và đào thải các chất trung gian hóa học ra khỏi vùng mô tổn thương [10].

4.2. Hiệu quả lâm sàng, thời điểm can thiệp và các yếu tố nhiễu

Sự khác biệt về diễn tiến giữa hai ca lâm sàng tái khẳng định tầm quan trọng của thời điểm can thiệp, nhưng đồng thời cũng làm bộc lộ rõ những yếu tố nhiễu trong việc đánh giá hiệu quả thực sự của phương pháp.

- Ở ca bệnh can thiệp sớm (4 giờ sau tai biến), điện di ion được áp dụng khi tổn thương chưa tiến triển đến mức hoại tử cấu trúc không đảo ngược. Theo hướng dẫn của INS, can thiệp trong "cửa sổ thời gian" sớm là yếu tố tiên quyết. Mặc dù bệnh nhân phục hồi hoàn toàn, nhưng kết quả lâm sàng này bị nhiễu bởi các can thiệp đi kèm như kê ca chi và che phủ gạc ẩm NaCl. Do đó, biểu hiện giảm phù nề và hết đau không thể được quy kết hoàn toàn là do khả năng đào thải ion của điện di ion, mà là thành quả tổng hợp của toàn bộ các biện pháp xử trí.
- Ở ca bệnh đến muộn (sau 40 giờ), hoại tử và thiếu máu cục bộ đã hình thành rõ rệt. Trong ca này, bệnh nhân được áp dụng đa can thiệp phục hồi chức năng (sóng ngắn, điện xung, điện di ion, đắp gạc, kê ca chi), do đó tính nhân quả của việc quy kết sự cải thiện cho điện di ion là rất yếu. Thực tế, ca bệnh số 2 là một trường hợp thất bại một phần của điều trị bảo tồn. Dù ghi nhận có cải thiện các triệu chứng bề mặt ban đầu (giảm đau, giảm sưng tấy), phác đồ phối hợp này hoàn toàn không ngăn được tiến triển hoại tử ở ca đến muộn, bệnh nhân cuối cùng vẫn phải trải qua phẫu thuật cắt lọc. Vì thiếu nhóm chứng, không thể khẳng định chắc chắn phương pháp này "giúp khu trú đáng kể diện tích hoại tử".

4.3. Tính an toàn, khả thi và các hạn chế của báo cáo

Về tính an toàn và khả thi, máy điện di dòng điện một chiều là thiết bị điều trị phổ biến, chi phí thấp tại các cơ sở Phục hồi chức năng. Quá trình can thiệp trên 2 bệnh nhân bước đầu không ghi nhận các biến chứng bất lợi tại chỗ như bỏng điện hay kích ứng da quá mức do cực điện.

Tuy nhiên, báo cáo loạt ca bệnh mang tính giả thuyết này có những hạn chế lớn cần được nhìn nhận một cách khách quan:

1. Thiếu chứng cứ định lượng: Nghiên cứu hoàn toàn chưa đo lường sự thay đổi nồng độ Ca^{2+} tại chỗ, khiến cho cơ chế "trích xuất ion" vẫn chỉ dừng lại ở mức độ suy luận lý thuyết.

2. Yếu tố nhiễu từ đồng can thiệp: Việc phối hợp các biện pháp cơ học, nhiệt và điện trị liệu khác gây khó khăn cho việc phân lập hiệu quả độc lập của điện di ion.
3. Hạn chế về thiết kế: Không có nhóm chứng đối chiếu và cỡ mẫu nhỏ ($n=2$) không cho phép đưa ra các kết luận mang tính khẳng định về mức độ hiệu quả.

Tóm lại, điện di ion bằng dòng điện một chiều là một giả thuyết điều trị có tính khả thi, có thể được cân nhắc như một biện pháp vật lý hỗ trợ kết hợp trong phác đồ điều trị đa phương thức, đặc biệt ở giai đoạn sớm của thoát mạch Ca^{2+} . Cần có các nghiên cứu thực nghiệm và lâm sàng được thiết kế chặt chẽ hơn để kiểm chứng cơ sở sinh lý và định lượng chính xác hiệu quả của phương pháp này.

5. Kết luận

Qua báo cáo hai ca lâm sàng và phân tích tổng quan tường thuật, bài viết đề xuất rằng điện di ion bằng dòng điện một chiều là một giả thuyết điều trị có tính khả thi, có thể được cân nhắc như một biện pháp hỗ trợ trong các nghiên cứu tiếp theo về xử trí thoát mạch Ca^{2+} . Phương pháp này bước đầu cho thấy tính an toàn trên lâm sàng. Ở trường hợp can thiệp sớm, bệnh nhân có sự cải thiện triệu chứng ban đầu. Tuy nhiên, đối với ca bệnh tiếp cận muộn, các can thiệp phối hợp đã không ngăn chặn được tiến triển hoại tử mô. Do hạn chế về cỡ mẫu, thiếu nhóm chứng và có sự đan xen của nhiều can thiệp vật lý đồng thời, chưa thể khẳng định hiệu quả độc lập của điện di ion. Khả năng tác động thông qua lực tĩnh điện và dòng chảy điện thẩm hiện tại cần được nhìn nhận một cách cẩn trọng do chưa có số liệu đo lường định lượng trực tiếp sự dịch chuyển Ca^{2+} tại mô.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn toàn bộ các bệnh nhân và cán bộ nhân viên Khoa Phục hồi chức năng – Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 đã hỗ trợ chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này. .

Tuyên bố về xung đột lợi ích

Các tác giả tuyên bố không có xung đột về lợi ích tài chính hoặc mối quan hệ cá nhân nào có thể ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu được báo cáo trong bài báo này.

Tuyên bố về việc sử dụng trí tuệ nhân tạo

Nhóm tác giả không có sử dụng trí tuệ nhân tạo trong quá trình nghiên cứu cũng như viết bài.

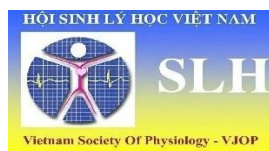
Đóng góp của tác giả

Xác định các tác giả đã tham gia vào nghiên cứu ở các vai trò: Lên ý tưởng và thiết kế nghiên cứu, thực hiện thí nghiệm, phân tích dữ liệu, giải thích kết quả, chuẩn bị hình ảnh, soạn thảo bản thảo, chỉnh sửa và rà soát bản thảo, phê duyệt bản thảo cuối cùng.

Tài liệu tham khảo

1. Kim JT, Park JY, Lee HJ. Guidelines for the management of extravasation. J Educ Eval Health Prof. 2020;17(21):1-6.
2. Luu B, Singh C. The Danger of 10% Intravenous Calcium Chloride Extravasation. In: WebM&M: Case Studies [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2019 Oct 30 [cited 2026 Apr 5]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK612676/>.
3. Ong J, Van Gerpen R. Recommendations for Management of Noncytotoxic Vesicant Extravasations. J Infus Nurs. 2020;43(6):319-343.
4. Gorski LA, Hadaway L, Hagle ME, et al. Infusion Therapy Standards of Practice, 8th Edition. J Infus Nurs. 2021;44(1S):S1-S224.
5. Kierulf G, Becher N, Goldsmith A. The Surgical Management of Peripheral IV Extravasation Injuries in Infants and Children. J Pediatr Surg Open. 2024;7:100150.

6. Cameron MH. Physical Agents in Rehabilitation: An Evidence-Based Approach to Practice. 6th ed. St. Louis (MO): Elsevier; 2022. Chapter 9, Electrical Currents; p. 220-255.
7. Yamashita M, Yamashita M, Suzuki M. Iontophoretic delivery of calcium for experimental hydrofluoric acid burns. *Crit Care Med*. 2001;29(8):1575-8.
8. Leboulanger B, Fathi M, Guy RH. Reverse iontophoresis as a noninvasive tool for lithium monitoring and pharmacokinetic profiling. *Pharm Res*. 2004;21(7):1214-22.
9. De la Paz E, Saha T, Del Cano Ochoa R, et al. Non-invasive monitoring of interstitial fluid lactate through an epidermal iontophoretic device. *Talanta*. 2023;252:124122.
10. Maly AM, Petrofsky J. The effect of electrical stimulation on a normal skin blood flow in active young and older adults. *Med Sci Monit*. 2007;13(4):CR147-55.
11. Guy RH, Kalia YN, Delgado-Charro MB. Iontophoresis: electrorepulsion and electroosmosis. *J Control Release*. 2000;64(1-3):129-32.
12. Jeong WY, Kwon M, Choi HE, et al. Recent advances in transdermal drug delivery systems: a review. *Biomater Res*. 2021;25(1):24.
13. Saini P, Manda RK, Dubey A, et al. Recent Advances in Transdermal Drug Delivery Systems: Review Article. *J Pharma Insights Res*. 2024;2(6):087-097.
14. Fanham A. Extravasation injury management [Internet]. Melbourne: The Royal Children's Hospital; 2020 [cited 2026 Apr 5]. Available from: https://www.rch.org.au/clinicalguide/guideline_index/Extravasation_injury_management/.



DIRECT CURRENT IONTOPHORESIS IN THE MANAGEMENT OF CALCIUM ION EXTRAVASATION: CASE REPORTS AND NARRATIVE REVIEW

Nguyen Thanh Tuan¹, Bui Thi Hong Thuy¹, Nguyen Viet Thang¹, Nguyen Anh Thang², Phan Thi Lam Oanh², Duong Thi Kieu², Nguyen Anh Nguyet², Pham Thi Thuy Dieu², Pham Thi Le Hang², Nguyen Thi Phuong Chi^{2,*}

¹Department of Physical Therapy, 108 Military Central Hospital, Vietnam.

²Department of Rehabilitation, 108 Military Central Hospital, Vietnam.

Objectives: To evaluate the preliminary clinical feasibility and propose a theoretical mechanism of action for direct current (DC) iontophoresis as an adjunctive treatment in managing calcium (Ca^{2+}) extravasation.

Methods: This study reports a case series of two patients with 10% calcium chloride (CaCl_2) extravasation who received DC iontophoresis alongside other supportive measures. The clinical findings were integrated with a narrative review of 14 key references regarding the pathophysiology and management of vesicant extravasation injuries. **Results:** In the early intervention case (4 hours post-injury), the grade 2 lesion (per INS standards) showed symptom improvement and achieved complete resolution after 10 sessions. In the late presentation case (40 hours post-injury) with a grade 4 injury, initial symptom improvement in pain and edema was observed, but it failed to prevent the progression of necrosis, ultimately requiring surgical debridement. The narrative review hypothesizes that iontophoresis may facilitate ion transport through electro-repulsion (reverse iontophoresis) and electro-osmotic flow, potentially assisting in Ca^{2+} mobilization and interstitial fluid drainage. **Conclusion:** Direct current iontophoresis is a feasible therapeutic hypothesis with a good initial safety profile. It may be considered as an adjunctive physical measure in the management of Ca^{2+} extravasation, particularly in the early stages. Further quantitative studies with larger sample sizes are required to definitively prove the ion extraction mechanism and the independent efficacy of this method.

Keywords: extravasation, calcium chloride, iontophoresis, reverse iontophoresis, electro-osmotic flow, narrative review.