

## Bước đầu đánh giá cắt lớp vi tính hai mức năng lượng trong dự báo chuyển dạng xuất huyết sau lấy huyết khối ở bệnh nhân nhồi máu não cấp

Đặng Thanh Tú Anh<sup>1</sup>, Trương Minh Thương<sup>1,2</sup>, Nguyễn Đức Khang<sup>1,3</sup>, Đàm Chí Cường<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Chẩn đoán hình ảnh, Khoa Y, Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Trung tâm Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Quân Y 175, Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Nhân dân 115, Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>4</sup>Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Bình Dân, Thành phố Hồ Chí Minh

### Tóm tắt

**Mục tiêu:** Đánh giá giá trị dự đoán nguy cơ chuyển dạng xuất huyết sau can thiệp lấy huyết khối cơ học của cắt lớp vi tính hai mức năng lượng (DECT).

**Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu hồi cứu trên 24 bệnh nhân nhồi máu não tuần hoàn trước được can thiệp lấy huyết khối cơ học thành công (TICI 2b hoặc 3) từ tháng 07/2024 đến tháng 07/2025 tại Bệnh viện Quân Y 175. Tất cả bệnh nhân được chụp DECT trong vòng 24 giờ sau can thiệp và không ghi nhận xuất huyết não tại thời điểm đó. Các thông số liên quan đến hiện tượng thoát mạch thuốc cản quang được đo lường và phân tích khả năng dự báo chuyển dạng xuất huyết xảy ra trong vòng 07 ngày sau can thiệp.

**Kết quả:** Trong tổng số 24 bệnh nhân, có 5 trường hợp (20,8%) chuyển dạng xuất huyết. Các yếu tố hình ảnh liên quan đến vùng thoát mạch thuốc cản quang trong nhu mô não có giá trị dự báo chuyển dạng xuất huyết bao gồm: phân bố trong nhu mô não sâu, đường viền rõ, đậm độ cao nhất được chuẩn hoá (NDR) và nồng độ iốt cao nhất được chuẩn hoá (NICR) cao. Ngưỡng cắt NDR là 98,3% cho độ nhạy 100% và độ đặc hiệu 84,6% (AUC = 0,969). Ngưỡng cắt NICR là 221,5% cho độ nhạy 100% và độ đặc hiệu 94,7% (AUC = 0,989).

**Kết luận:** Trong quần thể nghiên cứu của chúng tôi, chỉ số NDR và NICR thu được nhờ DECT là các chỉ số hình ảnh đáng tin cậy giúp dự đoán nguy cơ chuyển dạng xuất huyết sau can thiệp lấy huyết khối cơ học. Đây có thể là công cụ hữu ích hỗ trợ cá thể hóa điều trị và tiên lượng sau tái tưới máu.

**Từ khóa:** Cắt lớp vi tính hai mức năng lượng, chuyển dạng xuất huyết, đột quy não, lấy huyết khối cơ học, thoát mạch iốt.

### Abstract

#### Dual-Energy computed tomography for early prediction of post-thrombectomy hemorrhage: a pilot study

**Purpose:** To assess whether dual-energy computed tomography (DECT) can predict the risk of hemorrhagic transformation after mechanical thrombectomy.

**Methods:** We retrospectively analyzed patients with anterior circulation stroke who achieved successful reperfusion (TICI 2b or 3) following mechanical thrombectomy. All underwent DECT within 24 hours post-procedure and showed no hemorrhagic transformation at that time. Quantitative iodine-extravasation-related metrics were extracted from DECT, and patients were followed up for HT occurrence within 07 days. Associations between the above parameters and hemorrhagic

Ngày nhận bài:

09/09/2025

Ngày phân biện:

09/10/2025

Ngày đăng bài:

20/01/2026

Tác giả liên hệ:

Đặng Thanh Tú Anh

Email:

tuanh.dr1124@gmail.com

ĐT: 0865735146

outcomes were evaluated.

**Results:** Among 24 patients, 5 (20.8%) developed hemorrhagic transformation. Predictive imaging features of iodine contrast extravasation included deep brain parenchymal distribution pattern, well-defined margins, an elevated normalized density ratio (NDR) value and normalized iodine concentration ratio (NICR) value. A NDR threshold of 98.3% predicted hemorrhage with 100% sensitivity and 84.6% specificity (AUC = 0.969). A NICR threshold of 221.5% predicted ICH with 100% sensitivity and 94.7% specificity (AUC = 0.989).

**Conclusion:** NDR and NICR derived from DECT is a highly accurate predictor of post-thrombectomy HT in ischemic stroke patients. It may serve as a valuable imaging biomarker to stratify hemorrhagic risk and optimize post-procedural care.

**Keywords:** Dual-energy computed tomography, Hemorrhagic transformation, Acute ischemic stroke, Mechanical thrombectomy, Iodine extravasation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuyển dạng xuất huyết (HT) là biến chứng nghiêm trọng nhất sau can thiệp lấy huyết khối cơ học ở bệnh nhân nhồi máu não cấp [1]. Việc nhận diện sớm nguy cơ có thể giúp tiên lượng và cá thể hóa chiến lược điều trị sau can thiệp [2]. Các nghiên cứu trước đây cho thấy hiện tượng thoát mạch thuốc cản quang iốt sau can thiệp vào nhu mô não có liên quan đến tăng nguy cơ HT [3, 4]. Bên cạnh các tính năng tương tự cắt lớp vi tính đơn mức năng lượng như định lượng đậm độ HU, cắt lớp vi tính hai mức năng lượng (DECT) cho phép phát hiện và định lượng được nồng độ iốt [5]. Với các bằng chứng chứng minh nồng độ iốt thoát mạch phụ thuộc vào nồng độ iốt trong tuần hoàn hệ thống và có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như cung lượng tim, chức năng thận và kỹ thuật chụp [6], chúng tôi đề xuất nghiên cứu chỉ số tỷ lệ đậm độ HU và tỷ lệ nồng độ iốt thoát mạch trong nhu mô não được chuẩn hoá bằng xoang tĩnh mạch dọc trên (NDR và NICR) với kỳ vọng cải thiện khả năng dự báo HT sau can thiệp lấy huyết khối cơ học.

Tại Việt Nam, chỉ có một công trình nghiên cứu đánh giá giá trị của DECT trong dự báo HT sau lấy huyết khối cơ học tập trung đánh giá chỉ số nồng độ iốt cao nhất và đậm độ HU cao nhất của vùng thoát mạch thuốc cản quang iốt trong nhu mô não (ICE) [7]. Trên thế giới đã có vài nghiên cứu về DECT trong dự báo HT sau can thiệp dựa trên các chỉ số tương tự [8-10], trong đó chỉ có hai nghiên cứu đánh giá chỉ số NICR [10, 11]. Tuy nhiên, các kết quả này chưa có sự

thống nhất. Vì vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu “Bước đầu đánh giá cắt lớp vi tính hai mức năng lượng trong dự đoán nguy cơ chuyển dạng xuất huyết sau lấy huyết khối ở bệnh nhân nhồi máu não cấp” với trọng tâm đánh giá các chỉ số định lượng được chuẩn hoá trên DECT là NDR và NICR.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng

Tất cả bệnh nhân được chẩn đoán nhồi máu tuần hoàn não trước cấp tính được can thiệp lấy huyết khối cơ học tại Bệnh viện Quân y 175 từ tháng 07/2024 đến tháng 07/2025.

### 2.2. Tiêu chuẩn đưa vào

- Bệnh nhân can thiệp thành công (TICI 2b – 3).
- Bệnh nhân được chụp DECT trong vòng 24 giờ sau can thiệp lấy huyết khối cơ học.

### 2.3. Tiêu chuẩn loại ra

- Bệnh nhân có hình ảnh chất lượng thấp, không đủ chuỗi ảnh tái tạo.
- Bệnh nhân không đủ dữ kiện theo dõi (“đủ dữ kiện theo dõi” khi có hình ảnh cắt lớp vi tính sọ não 72 giờ sau can thiệp lấy huyết khối cơ học hoặc diễn tiến lâm sàng ổn định tối thiểu 07 ngày sau can thiệp).

- Hình ảnh DECT trong vòng 24 giờ sau lấy huyết khối cơ học xác định có HT.

### 2.4. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

### 2.5. Phương pháp chọn mẫu

Trong thời gian nghiên cứu, chúng tôi liên tục chọn các bệnh nhân đáp ứng đủ tiêu chuẩn

chọn mẫu và không có tiêu chuẩn loại trừ tại Bệnh viện Quân Y 175 với xác suất như nhau.

### 2.6. Thu thập dữ liệu

Các dữ liệu lâm sàng được thu thập từ hệ thống lưu trữ bệnh án điện tử (HSOFT).

Hình ảnh được thu thập từ máy cắt lớp vi tính 512 dãy đầu thu (Revolution Apex, GE Healthcare) của Hoa Kỳ với hai chuỗi ảnh nguồn 70 kVp và 140 kVp, các chuỗi ảnh tái tạo bao gồm ảnh đơn mức năng lượng ảo 120 kVp, ảnh không cản quang ảo và bản đồ iốt. Các dữ liệu hình ảnh được đọc trên máy trạm Work Station với phần mềm AW Server.

Các biến số trên hình ảnh DECT trong vòng 24 giờ sau can thiệp lấy huyết khối sẽ được ghi nhận độc lập bởi nghiên cứu viên cùng một bác sĩ chẩn đoán hình ảnh có hơn 20 năm kinh nghiệm. Các biến số định tính bao gồm “thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện”, “ICE phân bố trong nhu mô não sâu” và “đường viền ICE” được xác định trên bản đồ iốt. Nếu có sự khác biệt kết quả đọc ban đầu, kết quả được ghi nhận sẽ là kết quả cuối cùng được thống nhất giữa hai bác sĩ.

Các biến số định lượng bao gồm NDR và NICR lần lượt là tỷ lệ đậm độ cao nhất và tỷ lệ nồng độ iốt cao nhất của ICE so với xoang tĩnh mạch dọc trên. Trong đó, việc xác định giá trị đậm độ cao nhất của thành phần ICE và xoang tĩnh mạch dọc trên được thực hiện trên ảnh 120kV, trong khi giá trị nồng độ iốt cao nhất của các thành phần này được xác định trên bản đồ iốt. Đối với giá trị nồng độ iốt hoặc đậm độ cao nhất của xoang tĩnh mạch dọc trên, chúng tôi chọn giá trị cao nhất trong ba ROI tròn 0,1cm<sup>2</sup> đặt chính giữa lòng xoang trên ba lát cắt ngang qua vị trí quan sát lòng xoang lớn nhất (tránh các vị trí hợp lưu và có xảo ảnh). Đối với giá trị nồng độ iốt hoặc đậm độ cao nhất của ICE, chúng tôi chọn ROI có giá trị cao nhất

trong nhiều ROI 0,3cm<sup>2</sup> đặt tại các lát cắt qua vùng quan sát thấy thoát mạch nhiều nhất trên bản đồ iốt. Giá trị ghi nhận cuối cùng được sử dụng để phân tích sau đó là giá trị trung bình thu được bởi hai người đọc. Cuối cùng, hai người đọc cùng thống nhất kết quả hình ảnh sọ não và bệnh án theo dõi trong vòng 07 ngày sau can thiệp lấy huyết khối xác định kết cục có hoặc không có HT.

### 2.7. Xử lý dữ liệu

Kết quả sau thu thập được xử lý và tính toán bằng phần mềm SPSS 23. So sánh hai tỉ lệ bằng phép kiểm  $\chi^2$  và hiệu chỉnh bằng phép kiểm Fisher chính xác nếu tần số quan sát < 5. So sánh hai số trung bình bằng kiểm định T trong trường hợp có phân phối chuẩn, kiểm định phi tham số Mann - Whitney U với phân phối không chuẩn. Phân tích đường cong ROC và tìm ngưỡng cắt tối ưu cho các chỉ số NDR và NICR.

### 2.8. Vấn đề y đức

Nghiên cứu này được sự chấp thuận của Hội đồng Y đức Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, dựa trên hình ảnh, bệnh án điện tử, không thực hiện bất kỳ can thiệp nào trên bệnh nhân, không ảnh hưởng đến quyết định điều trị của bác sĩ lâm sàng.

## 3. KẾT QUẢ

### 3.1. Đặc điểm chung của dân số

Chúng tôi thu được tổng cộng 24 trường hợp vào mẫu nghiên cứu (13 nam và 11 nữ) với độ tuổi trung bình 64,0 ± 2,3 tuổi, độ tuổi thấp nhất là 40 và cao nhất là 87. Trong đó có 05 trường hợp (chiếm 20,8%) có kết cục HT được chẩn đoán bằng hình ảnh cắt lớp vi tính sọ não không thuốc tương phản 72 giờ sau lấy huyết khối cơ học. Số trường hợp có ICE là 18 (chiếm 75%), trong đó 05/18 (chiếm 27,8%) trường hợp diễn tiến HT. Trong 06 trường hợp còn lại không có ICE, không có trường hợp nào diễn tiến HT.

### 3.2. Giá trị của DECT trong dự báo HT sau can thiệp lấy huyết khối cơ học

**Bảng 1.** Sự liên quan giữa thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện trong 24 giờ sau lấy huyết khối cơ học với kết cục HT

Đặc điểm DECT	Có HT (n=5)	Không HT (n=19)	Giá trị p
Thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện			1,000
Có	1/5 (20%)	6/19 (31,6%)	
Không	4/5 (80%)	13/19 (68,4%)	

Hầu hết các trường hợp đều không có thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện ở cả hai nhóm có HT và không HT và không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ).

**Bảng 1.** Sự liên quan giữa đặc điểm định tính của ICE trong 24 giờ sau lấy huyết khối cơ học với kết cục HT

Đặc điểm DECT	Có HT (n=5)	Không HT (n=13)	Giá trị p
Phân bố ICE trong nhu mô não sâu			0,047 <sup>a</sup>
Có	4/5 (80%)	3/13 (23,1%)	
Không	1/5 (20%)	10/13 (76,9%)	
Đường viền của ICE			0,009 <sup>a</sup>
Rõ	3/5 (60%)	0/13 (0%)	
Rõ một phần	1/5 (20%)	9/13 (69,2%)	
Không rõ	1/5 (20%)	4/13 (30,8%)	

**Ghi chú:**—ICE: Vùng thoát mạch thuốc cản quang iốt

<sup>a</sup> Có ý nghĩa thống kê

ICE phân bố ở nhu mô não sâu chiếm ưu thế trong nhóm có HT với 4/5 trường hợp (chiếm 80%), trong khi chỉ chiếm 03/13 trường hợp không HT (23,1%). Sự khác biệt là có ý nghĩa thống kê với  $p=0,047$ .

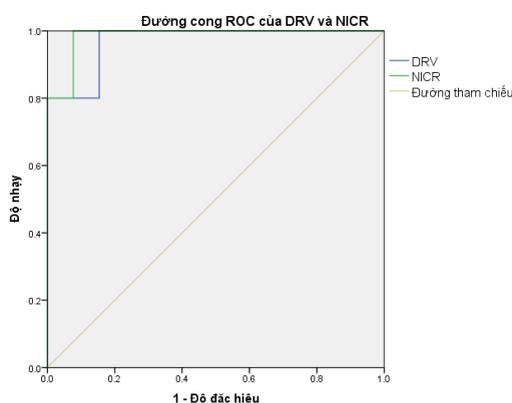
ICE có đường viền rõ chiếm ưu thế trong nhóm HT (60,0%), trong khi đó ICE có đường viền rõ một phần lại chiếm ưu thế trong nhóm không HT (69,2%). Giá trị kiểm định  $p=0,009$ , chứng tỏ sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê.

**Bảng 3.** Sự liên quan giữa các chỉ số định lượng chuẩn hoá của ICE trên trong 24 giờ sau lấy huyết khối cơ học với kết cục HT

Đặc điểm DECT	Có HT (n=5)	Không HT (n=13)	Giá trị p
Đậm độ cao nhất của ICE được chuẩn hoá Trung vị (%)	173,2	92,0	0,001 <sup>a</sup>
Nồng độ iốt cao nhất của ICE được chuẩn hoá Trung vị (%)	552,0	115,0	0,001 <sup>a</sup>

**Ghi chú:**—ICE: Vùng thoát mạch thuốc cản quang trong nhu mô não

<sup>a</sup> Có ý nghĩa thống kê



**Biểu đồ 1.** Biểu đồ đường cong ROC của NDR và NDR

Chỉ số NDR ở nhóm HT là cao hơn so với nhóm không HT, cụ thể trung vị của giá trị này lần lượt là 173,2% và 92,0% ở nhóm HT và không HT. Sự khác biệt là có ý nghĩa thống kê ( $p=0,001$ ). Đường cong ROC của NDR cho thấy chỉ số này có giá trị tốt trong dự báo HT với AUC là 0,969 ( $p=0,03$ ). Với giá trị ngưỡng cắt là 98,3%, chỉ số NDR có thể dự báo HT với độ nhạy 100% và độ đặc hiệu 84,6%.

Chỉ số NICR ở nhóm HT cao hơn so với nhóm không HT, cụ thể trung vị của giá trị này lần lượt là 552% và 115%. Sự khác biệt là có ý nghĩa thống kê ( $p=0,001$ ). Việc đo chỉ số NICR có giá trị tốt trong dự báo HT với AUC là 0,985 ( $p=0,002$ ). Với giá trị ngưỡng cắt là 221,5%, chỉ số NICR có thể dự báo HT với độ nhạy 100% và độ đặc hiệu 92,3%.

#### 4. BÀN LUẬN

##### 4.1. Thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện

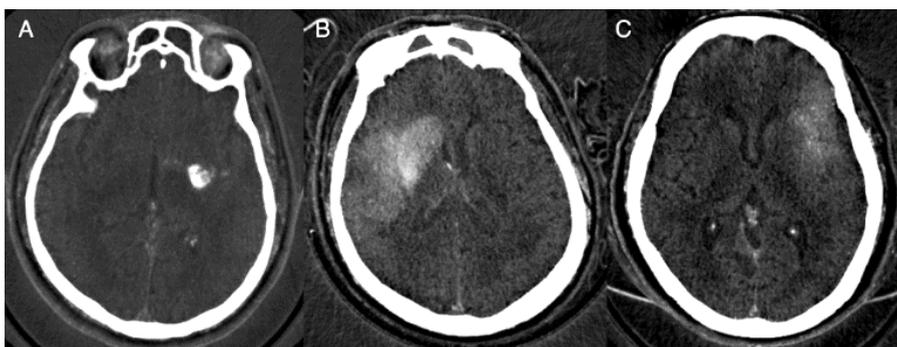
Nghiên cứu của chúng tôi không tìm thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về sự hiện diện của hiện tượng thoát mạch iốt trong khoang dưới nhện giữa hai nhóm có và không HT ( $p>0,05$ ). Tuy chưa được nghiên cứu nào ghi nhận trước đó, nhưng với việc tác giả Kim (2020) [12] đã nhận định thoát mạch thuốc cản quang trong khoang dưới nhện dự báo HT cao hơn, thì việc đánh giá số liệu thực tế của dấu hiệu này là vô cùng cần thiết. Giá trị  $p$  trong nghiên cứu của chúng tôi  $>0,05$ , chứng tỏ sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, với số lượng mẫu được chọn vào ít, kết luận sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê cần được xem xét lại.

##### 4.2. Sự phân bố ICE trong nhu mô não sâu

ICE hiện diện trong nhu mô hạch nền và chất trắng sâu được xem là có phân bố trong nhu mô

não sâu. Trong nghiên cứu của chúng tôi, ICE phân bố trong nhu mô não sâu là ưu thế ở nhóm HT với 80%, trong khi chỉ chiếm 23,1% ở nhóm không HT với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p=0,047$ ). Hiện chưa có nghiên cứu nào về DECT đánh giá dấu hiệu này. Trên lý thuyết, các vùng nhu mô não sâu có hệ thống tuần hoàn bàng hệ kém phát triển hơn, từ đó dẫn đến sự tổn thương hàng rào máu não nặng nề hơn trong bệnh cảnh đột quy do tắc mạch máu lớn, tạo điều kiện diễn tiến đến HT sau đó [13]. Công trình nghiên cứu của tác giả Ni (2023) [14] nhận định rằng nhóm bệnh nhân có lõi nhồi máu ở các vùng nhu mô não sâu có nguy cơ HT cao hơn nhiều so với nhóm bệnh nhân có lõi nhồi máu chỉ ở vỏ não. Nghiên cứu của chúng tôi mặc dù không nghiên cứu trên lõi nhồi máu, chúng tôi thực hiện đánh giá trên ICE, là một vùng phản ánh tổn thương hàng rào máu não do nhồi máu và tái tưới máu quá mức tạm thời sau can thiệp.

##### 4.3. Đường viền của ICE



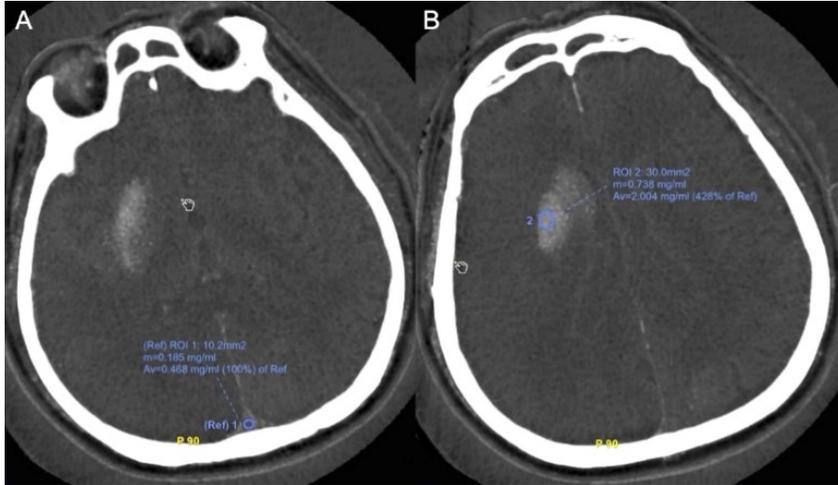
**Hình 1.** Tính chất đường viền của ICE. A, rõ. B, rõ một phần. C, không rõ.

Hình thái đường viền của ICE được chia thành 3 dạng là: rõ, rõ một phần và không rõ. Trong nghiên cứu của chúng tôi, ICE có đường viền rõ chiếm tỷ lệ cao ở nhóm HT so với nhóm không HT (60% so với 0%) và sự khác biệt là có ý nghĩa thống kê với  $p=0,009$ . Hiện chưa có dữ liệu nghiên cứu trước đây hoặc bằng chứng sinh lý bệnh liên quan đến dấu hiệu này. Chúng tôi đặt ra giả thuyết về mức độ tổn thương hàng rào máu não có thể lý giải như sau: Ở nhóm HT, đường viền rõ của ICE có thể xuất hiện do thoát thuốc cản quang nhanh và khu trú, khi hàng rào máu não bị tổn thương nặng và áp lực mạch máu tăng cao sau tái tưới máu. Ngược lại, nhóm không HT với sự tổn thương hàng rào máu não nhẹ hơn, có thể rò rỉ thuốc cản quang ra khỏi lòng mạch chậm hơn, lan tỏa qua các khoảng gian bào, dẫn đến hình ảnh đường viền mờ hơn. Chúng tôi cần nhấn mạnh rằng cơ chế sinh lý bệnh này hiện chỉ mang tính suy luận và chưa được kiểm chứng thực nghiệm. Phát hiện này hiện chỉ nên được xem là một quan sát ban đầu gợi ý mối liên quan tiềm năng giữa đặc điểm đường viền của ICE và nguy cơ HT sau can thiệp.

#### 4.4. Chỉ số đậm độ cao nhất của ICE được chuẩn hoá

NDR là tỷ lệ của đậm độ cao nhất của ICE với đậm độ cao nhất của xoang tĩnh mạch dọc trên được đo trên chuỗi ảnh 120 kV. Trong nghiên cứu của chúng tôi, ngưỡng cắt tối ưu cho giá trị NDR trong dự đoán HT là 98,3%, có độ nhạy 100% và độ đặc hiệu 84,6%. Ngưỡng cắt này của chúng tôi là không khác biệt đáng kể so với nghiên cứu của tác giả Qiao (2024) [15] với NDR > 100% có thể dự báo chuyển dạng xuất huyết với độ nhạy và độ đặc hiệu lần lượt là 89,7% và 75,6%. Như vậy, có thể nhận xét rằng với ngưỡng cắt NDR quanh ngưỡng 100% cho giá trị dự báo HT với độ nhạy và độ đặc hiệu cao.

#### 4.5. Chỉ số nồng độ iốt cao nhất của ICE được chuẩn hoá



**Hình 2.** A, ROI 0,1cm<sup>2</sup> ở xoang tĩnh mạch dọc trên được đặt làm giá trị tham chiếu.  
B, ROI 0,3cm<sup>2</sup> ở ICE cho thấy NICR có giá trị là 428%.

NICR là tỷ lệ của nồng độ iốt cao nhất của ICE với nồng độ iốt cao nhất của xoang tĩnh mạch dọc trên được đo trên bản đồ iốt. Chúng tôi nhận thấy rằng mặc dù có sự khác nhau về tiêu chí chọn lựa mẫu giữa nghiên cứu của chúng tôi và nghiên cứu của tác giả Byrne (2020) [10] và Ma (2022) [11], cụ thể là nghiên cứu của hai tác giả này đều thực hiện trên các bệnh nhân có lõi nhồi máu nhỏ với thang điểm ASPECT  $\geq 7$  và được chụp DECT trong vòng 60 phút, trong khi đó chúng tôi thực hiện đánh giá trên các bệnh nhân có điểm ASPECT bất kỳ và chụp DECT trong vòng 24 giờ sau can thiệp, cả ba nghiên cứu đều có cùng một nhận định rằng chỉ số NICR có khả năng dự báo HT một cách đáng tin cậy. Điều này càng củng cố giả thuyết việc chuẩn hoá nồng độ iốt thoát mạch trong nhu mô não bằng xoang tĩnh mạch dọc trên có thể làm tăng tính khách quan, cải thiện khả năng chẩn đoán HT so với chỉ số nồng độ iốt thoát mạch cao nhất từng gây tranh cãi trước đây. Tuy nhiên, khi xét về giá trị ngưỡng cắt, kết quả nghiên cứu của chúng tôi có phần khá tương đồng với ngưỡng cắt 222,8% trong nghiên cứu của tác giả Ma (2022) [11], nhưng lại cao hơn khá nhiều so với ngưỡng cắt 100% của tác giả Byrne (2020) [10].

Hạn chế trong nghiên cứu của chúng tôi là thiết kế hồi cứu đơn trung tâm trên số lượng mẫu nhỏ với các tiêu chí chọn mẫu nghiêm ngặt. Điều này dẫn đến số bệnh nhân có kết cục HT khá ít, bên cạnh đó chúng tôi không ghi nhận trường hợp xuất huyết não PH2 nào (theo Phân loại xuất huyết của Heidelberg, 2015), trong khi đây là dạng xuất huyết tiên lượng xấu nhất và cần được quan tâm trong phân tích tiên lượng sau lấy huyết khối cơ học. Điều này làm hạn chế khả năng đánh giá mối liên quan giữa các chỉ số hình ảnh học và biến cố xuất huyết nghiêm trọng nhất. Ngoài ra, dù tất cả bệnh nhân đều được chụp cắt lớp vi tính theo dõi định kỳ 72 giờ sau thủ thuật, các hình ảnh sọ não tiếp theo chỉ được thực hiện dựa trên tình trạng lâm sàng. Do đó, có thể một số bệnh nhân có diễn tiến xuất huyết não không triệu chứng vẫn chưa được chẩn đoán. Bên cạnh đó, thời điểm chụp DECT sau can thiệp trong vòng 24 giờ đầu hiện chưa có sự thống nhất, việc chuẩn hóa mốc thời gian tối ưu để dự báo HT cũng là một vấn đề cần được nghiên cứu thêm.

## 5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng của DECT, đặc biệt là các chỉ số DRV và NICR, trong việc dự báo HT sau can thiệp lấy huyết khối cơ học. Phương tiện này có thể hỗ trợ cá thể hoá chiến lược điều trị: xác định sớm nhóm bệnh nhân nguy cơ cao để cân nhắc thời điểm khởi trị liệu pháp chống đông, tăng cường theo dõi và kiểm soát huyết áp; đồng thời nhận diện nhóm nguy cơ thấp để khởi trị sớm hơn, giảm tái tắc mạch và cải thiện phục hồi. Trong tương lai, nếu được xác nhận bằng các nghiên cứu tiền cứu, đa trung tâm, có cỡ mẫu lớn và áp dụng phân tích đa biến, các dấu hiệu và chỉ số trên DECT có thể trở thành thành phần quan trọng trong mô hình dự báo nguy cơ HT, góp phần tối ưu hóa điều trị sau can thiệp lấy huyết khối ở bệnh nhân đột quỵ nhồi máu não cấp.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ganesh A, Goyal M. Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke: Recent Insights and Future Directions. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2018;18(9):59.
2. Seners P, Wouters A, Maier B, Boisseau W, Gory B, Heit JJ, et al. Role of Brain Imaging in the Prediction of Intracerebral Hemorrhage Following Endovascular Therapy for Acute Stroke. *Stroke.* 2023;54(8).
3. Yang F, Zeng Y, Zhu F, Hu X. Prognostic value of contrast staining on dual-energy CT after endovascular therapy in acute ischemic stroke: a meta-analysis. *BMC Neurology.* 2023;23(326).
4. Xu T, Wang Y, Yuan J, Chen Y, Luo H. Contrast extravasation and outcome of endovascular therapy in acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2021;11(7):e044917.
5. Chen S, Zhang J, Quan X, Xie Y, Deng X, Zhang Y, et al. Diagnostic accuracy of dual-energy computed tomography to differentiate intracerebral hemorrhage from contrast extravasation after endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke: systematic review and meta-analysis. *European Radiology.* 2022;32:432–41.
6. Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. *Radiology.* 2010;256(1):32-61.
7. Thanh VT, Thông PM, Lưu VĐ, Tuấn TA, Kiên LH, Anh NQ, cs. Giá trị của cắt lớp vi tính hai mức năng lượng trong tiên lượng nguy cơ chảy máu não sau lấy huyết khối cơ học. *Điện quang Việt Nam.* 2020;41.
8. Bonatti M, Lombardo F, Zamboni GA, Vittadello F, Dossi RC, Bonetti B, et al. Iodine Extravasation Quantification on Dual-Energy CT of the Brain Performed after Mechanical Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke Can Predict Hemorrhagic Complications. *American Journal of Neuroradiology* 2018;39(3):441-7.
9. Wang Z, Chen W, Lin H, Luo S, Liu Y, Lin Y, et al. Early diagnosis and prediction of intracranial hemorrhage using dual-energy computed tomography after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke. *ScienceDirect.* 2021;203.
10. Byrne D, Walsh JP, Schmiedeskamp H, Settecase F, Heran MKS, Niu B, et al. Prediction of Hemorrhage after Successful Recanalization in PatICEnts with Acute Ischemic Stroke: Improved Risk Stratification Using Dual-Energy CT Parenchymal Iodine Concentration Ratio Relative to the Superior Sagittal Sinus. *American Journal of Neuroradiology.* 2020;41(1):64-70.
11. C. Ma DX, Q. Hui, X. Gao, M. Peng. Quantitative Intracerebral Iodine Extravasation in Risk Stratification for Intracranial Hemorrhage in PatICEnts with Acute Ischemic Stroke. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2022;43(11):1589–96.
12. Kim H, Lee S-J, Lee T-K, Jung K-O. Subarachnoid Contrast Accumulation and Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score Applied to Contrast Accumulation After Thrombectomy as Predictors of Symptomatic Hemorrhage. *World Neurosurg.* 2020;138:e847-e58.
13. Arba F, Piccardi B, Palumbo V, Biagini S, Galmozzi F, Iovene V, et al. Blood-brain barrier leakage and hemorrhagic

- transformation: The Reperfusion Injury in Ischemic Stroke (RISK) study. *Eur J Neurol.* 2021;28(9):3147-54.
14. Ni H, Lu G-D, Hang Y, Jia Z-Y, Cao Y-Z, Shi H-B, et al. Association between Infarct Location and Hemorrhagic Transformation of Acute Ischemic Stroke following Successful Recanalization after Mechanical Thrombectomy. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2023;44(1):54-9.
15. Qiao X, Zheng F, Wei M, Zhao Z. The ratio of the maximum density values: a new method for predicting hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke patients undergoing mechanical thrombectomy. *Front Neurol.* 2024;15.