

LIỀU CHIẾU XẠ VÀ MỘT SỐ YẾU TỐ LIÊN QUAN Ở NGƯỜI BỆNH CHỤP VÀ CAN THIỆP MẠCH VÀNH DƯỚI HỆ THỐNG DSA AZURION 5C20 TẠI BỆNH VIỆN HÙNG VƯƠNG GIA LAI

Trần Đình Trọng¹, Nguyễn Văn Giang²

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Can thiệp tim mạch là kỹ thuật có liều bức xạ cao nhất trong X-quang chẩn đoán. Việc đánh giá thực chứng mức liều phơi nhiễm trên dòng máy DSA thế hệ mới Azurion 5C20 trang bị công nghệ ClarityIQ có ý nghĩa then chốt nhằm tối ưu hóa an toàn bức xạ theo nguyên tắc ALARA.

Mục tiêu: (1) Mô tả 5 chỉ số liều bức xạ cốt lõi (DAP tổng, DAPcine, DAPfluo, Air Kerma Kar và thời gian soi FT) ở bệnh nhân chụp và can thiệp mạch vành; (2) Phân tích các yếu tố liên quan (BMI, loại thủ thuật, FT) và xây dựng mô hình hồi quy đa biến.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu mô tả cắt ngang hồi cứu trên 69 bệnh nhân (CAG: 32; CAG+PCI: 37) từ tháng 6-12/2024 tại Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai. Dữ liệu trích xuất từ EHC và phần mềm ClarityIQ. Phân tích bằng SPSS 26.0 (Mann-Whitney U, Spearman, hồi quy tuyến tính đa biến log-transformed).

Kết quả: Nhóm PCI nhận gánh nặng bức xạ cao gấp 2,5-2,7 lần nhóm CAG ($p<0,001$): tổng DAP trung vị nhóm PCI đạt 78,6 Gy.cm² so với CAG 31,4 Gy.cm²; Air Kerma Kar nhóm PCI đạt 1260 mGy so với CAG 490 mGy; FT nhóm PCI là 12,2 phút so với CAG 4,5 phút. Tương quan đơn biến cho thấy FT tương quan thuận rất mạnh với tổng DAP ($r=0,815$; $p<0,001$) và Air Kerma ($r=0,852$; $p<0,001$). Không có trường hợp nào nhận liều Kar $\geq$ 5,0 Gy. Mô hình hồi quy đa biến giải thích được 76,8% biến thiên của DAP ($R^2=0,768$) và 81,2% biến thiên của Kar ($R^2=0,812$). Kết luận: Hệ thống DSA Azurion 5C20 đảm bảo an toàn bức xạ tốt.

Cần thiết lập mức liều tham chiếu địa phương (Local DRLs) và kiểm soát chặt chẽ thời gian soi chiếu để giảm thiểu liều phơi nhiễm.

Từ khóa: Liều chiếu xạ, can thiệp mạch vành, chụp động mạch vành, hệ thống DSA Azurion 5C20, công nghệ ClarityIQ, sản lượng liều diện tích, Air Kerma, thời gian soi huỳnh quang, nguyên tắc ALARA, mức liều tham chiếu địa phương.

SUMMARY

RADIATION DOSE AND ASSOCIATED FACTORS IN PATIENTS UNDERGOING CORONARY ANGIOGRAPHY AND PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION ON THE AZURION 5C20 DSA SYSTEM AT HUNG VUONG GIA LAI HOSPITAL

Background: Interventional cardiology involves the highest radiation doses among diagnostic X-ray procedures. Empirical assessment of radiation exposure levels on the new-generation Azurion 5C20 DSA system equipped with ClarityIQ technology is crucial for optimizing radiation safety according to the ALARA principle.

Objectives: (1) To describe five core radiation dose metrics (total DAP, DAPcine, DAPfluo, cumulative Air Kerma Kar, and fluoroscopy time FT) in patients undergoing coronary angiography (CAG) and percutaneous coronary intervention (PCI); (2) To analyze related factors (BMI, procedure type, FT) and establish a multivariable regression model.

Methods: A retrospective cross-sectional study was conducted on 69 patients (CAG: 32; CAG+PCI: 37) from June to December 2024 at Hung Vuong Gia Lai Hospital. Data were extracted from EHC and ClarityIQ software. Statistical analysis was performed using SPSS 26.0 (Mann-Whitney U test, Spearman correlation, and log-transformed multivariable linear regression).

¹Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai,

²Trường Đại học Y Dược Thái Nguyên

Tác giả chịu trách nhiệm chính: Trần Đình Trọng

Email: trantrongbih0961@gmail.com

Ngày nhận bài: 08/08/2026

Ngày phản biện khoa học: 14/08/2026

Ngày duyệt bài: 28/08/2026

Results: The PCI group received a radiation burden 2.5-2.7 times higher than the CAG group ($p<0.001$): median total DAP for PCI reached 78.6 Gy.cm² vs. CAG 31.4 Gy.cm²; Air Kerma Kar for PCI was 1260 mGy vs. CAG 490 mGy; FT for PCI was 12.2 minutes vs. CAG 4.5 minutes. Univariate correlation revealed that FT had a very strong positive correlation with total DAP ($r=0.815$; $p<0.001$) and Air Kerma ($r=0.852$; $p<0.001$). No cases received a dose of $Kar \geq 5.0$ Gy. The multivariable regression model explained 76.8% of the variation in DAP ($R^2=0.768$) and 81.2% of the variation in Kar ($R^2=0.812$).

Conclusion: The Azurion 5C20 DSA system ensures good radiation safety. Establishing local Diagnostic Reference Levels (Local DRLs) and strictly controlling fluoroscopy time are necessary to minimize radiation exposure.

Keywords: Radiation dose, percutaneous coronary intervention, coronary angiography, Azurion 5C20 DSA system, ClarityIQ technology, dose-area product, cumulative Air Kerma, fluoroscopy time, ALARA principle, local diagnostic reference levels.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong kỹ thuật tim mạch can thiệp, phơi nhiễm bức xạ ion hóa là một nguy cơ nghề nghiệp và sức khỏe cộng đồng đáng lo ngại đối với cả bệnh nhân và kíp thủ thuật [4],[5]. Các hiệu ứng xác định (deterministic effects) như ban đỏ da, loét da muộn và hiệu ứng ngẫu nhiên (stochastic effects) như ung thư thứ phát đòi hỏi sự tuân thủ nghiêm ngặt nguyên tắc ALARA (As Low As Reasonably Achievable) và hệ thống Mức liều Tham chiếu Chẩn đoán (Diagnostic Reference Levels - DRLs) [2],[3],[8].

Hệ thống DSA thế hệ mới Philips Azurion 5C20 tích hợp công nghệ xử lý hình ảnh thông minh ClarityIQ, được thiết kế nhằm giảm đáng kể liều chiếu xạ thông qua thuật toán lọc nhiễu

thích ứng và tự động điều khiển dòng phát tia (AEC) [7]. Tại Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai, số lượng bệnh nhân thực hiện thủ thuật mạch vành tăng nhanh, nhưng hiện chưa có đánh giá thực chứng về mức liều phơi nhiễm và các yếu tố ảnh hưởng trên hệ thống thiết bị mới này, cũng như chưa có mức liều tham chiếu địa phương (Local DRLs) làm căn cứ giám sát chất lượng nội bộ. Đề tài được tiến hành nhằm hai mục tiêu cụ thể:

(1) Mô tả 5 thông số liều bức xạ cốt lõi (DAP tổng, DAPcine, DAPfluor, Air Kerma tích lũy Kar và thời gian soi FT) ở bệnh nhân chụp và can thiệp mạch vành dưới hệ thống Azurion 5C20;

(2) Phân tích mối liên quan giữa các thông số liều bức xạ với loại thủ thuật, chỉ số thể trạng BMI và thời gian soi huỳnh quang thông qua phân tích đơn biến và mô hình hồi quy đa biến.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu: Bệnh nhân có chỉ định chụp chẩn đoán động mạch vành (CAG) hoặc chụp và can thiệp mạch vành qua da (CAG+PCI) dưới hệ thống DSA Azurion 5C20 tại Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai từ tháng 6/2024 đến tháng 12/2024, có đầy đủ dữ liệu báo cáo liều bức xạ (Dose Report).

2.2. Thời gian, địa điểm: Trung tâm Điện quang Can thiệp, Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai, từ tháng 6 đến tháng 12/2024.

2.3. Thiết kế: Nghiên cứu mô tả cắt ngang hồi cứu.

2.4. Cỡ mẫu, chọn mẫu: Thu thập toàn bộ 69 bệnh nhân thỏa mãn tiêu chuẩn trong thời gian nghiên cứu (CAG đơn thuần: 32; CAG kết hợp PCI: 37).

2.5. Phương pháp thu thập, các thông số liều bức xạ: Dữ liệu được trích xuất hồi cứu từ phần mềm quản lý bệnh viện EHC và báo cáo liều ClarityIQ của hệ thống Philips DSA. Các đại lượng đo lường gồm: (1) Tổng sản lượng liều diện tích (DAP tổng - Gy.cm²): tổng năng lượng bức xạ phát ra trong toàn bộ ca; (2) DAPcine (Gy.cm²): liều bức xạ tích lũy phát ra trong các thì chụp lưu phim tĩnh/động chất lượng cao; (3) DAPfluor (Gy.cm²): liều bức xạ phát ra trong chế độ soi huỳnh quang dẫn đường; (4) Air Kerma tích lũy (Kar - mGy): bức xạ hấp thụ tại điểm tham chiếu C-arm (cách tâm xoay 15cm về phía bóng), ước tính nguy cơ tổn thương da; (5) Thời gian soi huỳnh quang (FT - phút): tổng thời gian đập bàn đập soi tia X.

2.6. Xử lý số liệu: Dữ liệu được xử lý bằng SPSS 26.0. Các biến định lượng có phân bố lệch được mô tả bằng trung vị (Median) và khoảng tứ phân vị (IQR: Q1-Q3); biến phân bố chuẩn mô tả bằng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Kiểm định Mann-Whitney U được sử dụng để so sánh 2 nhóm thủ thuật do cỡ mẫu từng nhóm không lớn và phân bố liều bức xạ thường lệch phải. Hệ số tương quan Spearman (r) đánh giá mối liên quan đơn biến giữa BMI, thời gian soi với các chỉ số liều. Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến sử dụng biến đổi logarit tự nhiên (ln) đối với DAP và Kar nhằm chuẩn hóa phân bố và bóc tách tác động độc lập của từng yếu tố, báo cáo qua tỷ số trung bình hình

học ($GMR=e^{\beta}$) và hệ số Beta (β) đã chuẩn hóa; khoảng tin cậy 95% của hệ số B được ước tính theo phân phối phù hợp với cỡ mẫu nghiên cứu. Ba biến độc lập được đưa vào mô hình dựa trên ý nghĩa lâm sàng và kết quả phân tích đơn biến: BMI, thời gian soi và loại chỉ định (CAG hay CAG+PCI). Mức ý nghĩa thống kê $p<0,05$.

2.7. Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu sử dụng dữ liệu hồi cứu từ hồ sơ bệnh án điện tử và báo cáo liều của hệ thống DSA, không can thiệp trực tiếp lên người bệnh; thông tin định danh được tách khỏi tệp phân tích và chỉ phục vụ mục đích nghiên cứu. Nghiên cứu thuộc đề tài cấp cơ sở của Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai [Số quyết định phê duyệt của Hội đồng Đạo đức/Khoa học: 46/QĐ-HVGL, ngày 26/03/2026].

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu: Bảng 1 trình bày đặc điểm dịch tễ và thể trạng bệnh nhân. Điểm mấu chốt phương pháp luận là chỉ số BMI giữa hai nhóm tương đồng có ý nghĩa ($p=0,315$), giúp loại bỏ biến nhiễu thể trạng khi so sánh liều bức xạ giữa CAG và PCI. Cân nặng và chiều cao khác biệt có ý nghĩa giữa hai nhóm ($p=0,040$ và $p=0,018$), phù hợp đặc điểm tự nhiên của quần thể nghiên cứu, trong khi tuổi và giới tính chưa khác biệt có ý nghĩa (Bảng 1).

Bảng 1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu theo nhóm thủ thuật (n=69)

Đặc điểm	Chung (n=69)	CAG (n=32)	CAG+PCI (n=37)	p
Tuổi (năm), TB $\pm$ ĐLC	63,81 $\pm$ 10,77	66,38 $\pm$ 11,00	61,59 $\pm$ 10,20	0,066
Giới tính nam, n (%)	47 (68,1)	20 (62,5)	27 (73,0)	0,352
Cân nặng (kg), TB $\pm$ ĐLC	61,49 $\pm$ 10,37	58,75 $\pm$ 10,00	63,86 $\pm$ 10,23	0,040

Đặc điểm	Chung (n=69)	CAG (n=32)	CAG+PCI (n=37)	p
Chiều cao (cm), TB±ĐLC	161,14±7,57	158,84±6,46	163,14±7,97	0,018
BMI (kg/m ²), TB±ĐLC	23,61±3,19	23,19±3,10	23,97±3,27	0,315

TB±ĐLC: Trung bình ± độ lệch chuẩn. BMI giữa hai nhóm tương đồng ($p=0,315$), loại trừ khả năng gây nhiễu của thể trạng khi so sánh liều bức xạ giữa hai nhóm thủ thuật.

Các chỉ số đo liều bức xạ theo nhóm thủ thuật: Liều bức xạ gia tăng vượt trội ở nhóm can thiệp (CAG+PCI): các chỉ số liều chiếu xạ tổng quát (tổng DAP, DAPcine, DAPfluo và Air Kerma) cũng như thời gian soi chiếu (FT) ở nhóm can thiệp đều cao gấp khoảng 2,4-2,7 lần so với nhóm chỉ chụp mạch vành chẩn đoán (CAG) đơn thuần, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê rất rõ ràng ($p<0,001$) (Bảng 2).

Bảng 2. So sánh các chỉ số liều bức xạ giữa nhóm CAG và CAG+PCI

Chỉ số đo liều	Chung (n=69)	CAG (n=32)	CAG+PCI (n=37)	p
Tổng DAP (Gy.cm ²)	42,8 (28,5-65,2)	31,4 (22,1-42,5)	78,6 (54,2-105,8)	<0,001
DAPcine (Gy.cm ²)	22,5 (14,2-36,8)	16,8 (11,0-23,4)	41,2 (28,6-59,3)	<0,001
DAPfluo (Gy.cm ²)	19,8 (12,1-30,5)	14,2 (9,5-20,2)	36,9 (24,1-49,6)	<0,001
Thời gian soi FT (phút)	6,8 (4,2-11,5)	4,5 (3,1-6,8)	12,2 (8,4-17,6)	<0,001
Air Kerma Kar (mGy)	685 (420-1080)	490 (330-670)	1260 (850-1690)	<0,001

Giá trị trình bày dưới dạng trung vị (khoảng tứ phân vị Q1-Q3). Kiểm định Mann-Whitney U so sánh hai nhóm.

Phân bố khoảng liều Air Kerma theo tiêu chuẩn ICRP 85/120: Phân tầng nguy cơ tổn thương da theo khuyến cáo ICRP được ghi nhận trong Bảng 3. Nhóm chụp CAG (n=32): có 93,8% bệnh nhân (30/32) có mức Air Kerma dưới 1,0 Gy và 100% bệnh nhân nằm trong khoảng dưới 2,0 Gy; không có ca nào tiềm cận hay vượt ngưỡng cảnh báo bức xạ. Nhóm can thiệp CAG+PCI (n=37): liều bức xạ dịch chuyển rõ rệt về phía các khoảng liều cao hơn; tỷ lệ bệnh nhân nhận liều $\geq 1,0$ Gy lên tới 64,9% (24/37), trong đó tập trung nhiều nhất ở khoảng 1,0-<2,0 Gy (51,4%).

Bảng 3. Phân bố Air Kerma tích lũy (Kar) theo các khoảng liều cảnh báo ICRP

Khoảng Kar	CAG (n=32)	CAG+PCI (n=37)	Chung (n=69)	Đánh giá theo ICRP
<1 Gy	30 (93,8)	13 (35,1)	43 (62,3)	Mức an toàn
1-<2 Gy	2 (6,2)	19 (51,4)	21 (30,4)	Mức trung bình
2-<3 Gy	0 (0,0)	4 (10,8)	4 (5,8)	Ngưỡng cảnh báo sớm
3-<5 Gy	0 (0,0)	1 (2,7)	1 (1,4)	Ngưỡng theo dõi lâm sàng

Khoảng Kar	CAG (n=32)	CAG+PCI (n=37)	Chung (n=69)	Đánh giá theo ICRP
≥5 Gy	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	Không ghi nhận

Phân tích tương quan đơn biến giữa thời gian soi, BMI với các chỉ số liều: Kết quả kiểm định tương quan Spearman (Bảng 4) cho thấy thời gian soi huỳnh quang (FT) có tương quan thuận cực kỳ mạnh với cả tổng

DAP ($r=0,815$; $p<0,001$) và Air Kerma Kar ($r=0,852$; $p<0,001$). Trong khi đó, chỉ số khối cơ thể BMI có tương quan thuận mức độ trung bình với tổng DAP ($r=0,426$; $p<0,001$) và Air Kerma ($r=0,398$; $p=0,001$).

Bảng 4. Phân tích tương quan đơn biến Spearman giữa thời gian soi, BMI và các chỉ số liều bức xạ

Yếu tố ảnh hưởng	Tổng DAP, r	Tổng DAP, p	Air Kerma, r	Air Kerma, p
BMI (kg/m ²)	0,426	<0,001	0,398	0,001
Thời gian soi FT (phút)	0,815	<0,001	0,852	<0,001

Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến dự báo liều bức xạ: Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến (Bảng 5) bóc tách tác động độc lập của từng biến khi giữ nguyên các yếu tố còn lại. Cả BMI, thời gian soi và loại chỉ định (CAG hay CAG+PCI) đều là yếu tố dự báo độc lập có ý nghĩa thống kê đối với cả tổng DAP và Air Kerma Kar ($p<0,05$ ở mọi biến), trong đó

thời gian soi có hệ số Beta chuẩn hóa lớn nhất ($\beta=0,63$ với DAP; $\beta=0,67$ với Kar), tiếp theo là loại chỉ định và BMI. Mô hình giải thích được phần lớn biến thiên của cả hai chỉ số liều ($R^2=0,768$ với tổng DAP và $R^2=0,812$ với Kar), cho thấy ba yếu tố này bao quát tốt các nguồn biến thiên liều chính trong thực hành lâm sàng tại đơn vị.

Bảng 5. Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến dự báo tổng DAP và Kar

Biến độc lập	Hệ số B	SE	Beta (β)	p
— Tổng DAP (Gy.cm ²) —				
BMI (kg/m ²)	1,74	0,62	0,19	0,006
Thời gian soi (phút)	3,68	0,39	0,63	<0,001
Chỉ định (CAG+PCI so với CAG)	18,25	5,24	0,23	0,001
— Air Kerma Kar (mGy) —				
BMI (kg/m ²)	31,85	10,72	0,16	0,004
Thời gian soi (phút)	68,42	6,71	0,67	<0,001
Chỉ định (CAG+PCI so với CAG)	265,80	91,30	0,19	0,005

SE: sai số chuẩn; Beta (β): hệ số hồi quy chuẩn hóa, thể hiện tác động độc lập của từng biến khi giữ nguyên các yếu tố còn lại trong mô hình. Mô hình đa biến giải thích 76,8% biến thiên của tổng DAP ($R^2=0,768$) và 81,2% biến thiên của Kar ($R^2=0,812$).

IV. BÀN LUẬN

So sánh mức liều với các nghiên cứu trong và ngoài nước: Mức liều trung vị tổng DAP ở nhóm CAG (31,4 Gy.cm²) và nhóm PCI (78,6 Gy.cm²) trong nghiên cứu này hoàn toàn tương đồng với báo cáo khảo sát quốc gia tại Pháp (36 Gy.cm² cho CAG và 78 Gy.cm² cho PCI) [1], đồng thời thấp hơn đáng kể so với nghiên cứu đa trung tâm tại Uttarakhand, Ấn Độ (153 Gy.cm² cho PCI) [6]. Sự khác biệt giữa các nghiên cứu có thể phản ánh khác nhau về thể hệ thiết bị, thuật toán xử lý ảnh, độ phức tạp giải phẫu mạch vành của quần thể nghiên cứu và thói quen kỹ thuật của từng ekip can thiệp. Mức liều tối ưu ghi nhận trong nghiên cứu này minh chứng cho hiệu quả tích cực của công nghệ giảm liều thông minh ClarityIQ trên hệ thống Philips Azurion 5C20 tại Bệnh viện Hùng Vương Gia Lai, đồng thời cho thấy tiềm năng áp dụng làm mức tham chiếu ban đầu để theo dõi xu hướng liều theo thời gian tại đơn vị.

Cơ chế bức xạ và tác động của thời gian soi chiếu: DAPcine chiếm tỷ trọng áp đảo (>50%) trong tổng liều DAP ở cả hai nhóm. Mặc dù thời gian chụp cine ngắn hơn nhiều so với thời gian soi chiếu, cường độ phát tia trong chế độ chụp phim cao gấp nhiều lần chế độ soi do yêu cầu chất lượng hình ảnh động cao để đánh giá tổn thương và hướng dẫn can thiệp. Tuy nhiên, thời gian soi chiếu (FT) mới chính là biến dự báo liều độc lập mạnh nhất với hệ số tương quan Spearman $r=0,815-0,852$ ($p<0,001$) và hệ số Beta đa biến $\beta=0,63-0,67$, cao hơn rõ rệt so với BMI ($\beta=0,16-0,19$) và loại chỉ định ($\beta=0,19-0,23$). Khi không chế BMI và bản chất thủ thuật, mỗi phút soi huỳnh quang tăng thêm làm tổng DAP tăng 8,5% (GMR=1,085) và Air Kerma Kar tăng 9,6% (GMR=1,096).

Kết quả này gợi ý rằng kiểm soát thời gian soi - thông qua kỹ năng thao tác, sử dụng soi ngắt quãng và tối ưu quy trình - là đòn bẩy can thiệp hiệu quả nhất để giảm liều, hơn là chỉ tập trung vào đặc điểm thể trạng người bệnh vốn khó thay đổi.

Quản lý an toàn bức xạ da theo tiêu chuẩn ICRP 85/120: Nghiên cứu ghi nhận 100% bệnh nhân CAG nằm trong vùng an toàn tuyệt đối (Kar<2,0 Gy). Nhóm PCI ghi nhận 13,5% ca (5/37) vượt ngưỡng cảnh báo sớm Kar $\geq$ 2,0 Gy, và duy nhất 1 ca (1,4%) tiệm cận mức 3,0-5,0 Gy. Việc không có trường hợp nào chạm mốc Kar $\geq$ 5,0 Gy khẳng định sự an toàn đối với các biến chứng hoại tử da nặng, tuy nhiên nhóm 5 ca vượt ngưỡng cảnh báo sớm vẫn cần được đưa vào quy trình theo dõi da và tư vấn chủ động, đặc biệt khi các thủ thuật can thiệp phức tạp có xu hướng kéo dài thời gian soi.

Nghiên cứu có điểm mạnh là thu thập đầy đủ 5 chỉ số liều cốt lõi trực tiếp từ báo cáo liều của hệ thống, hạn chế sai số so với ước tính gián tiếp, đồng thời áp dụng mô hình hồi quy log-transformed phù hợp với phân bố lệch điển hình của dữ liệu liều bức xạ. Hạn chế của nghiên cứu là thiết kế hồi cứu, cỡ mẫu tại một trung tâm (n=69) nên khả năng khái quát hóa còn hạn chế; nghiên cứu chưa đánh giá liều đối với nhân viên can thiệp, chưa phân tích theo mức độ phức tạp giải phẫu tổn thương mạch vành, và chưa theo dõi lâm sàng dài hạn các trường hợp có Kar tiệm cận ngưỡng cảnh báo.

V. KẾT LUẬN

Gánh nặng liều bức xạ: Thủ thuật PCI có liều bức xạ cao gấp 2,5-2,7 lần so với CAG đơn thuần ($p<0,001$). Tổng DAP trung vị nhóm PCI là 78,6 Gy.cm², Air Kerma Kar là

1260 mGy, và FT là 12,2 phút.

Mức độ an toàn da: 100% ca CAG và 86,5% ca PCI nằm dưới ngưỡng cảnh báo tổn thương da ICRP ($K_{ar} < 2,0$ Gy). Không ghi nhận ca nào vượt ngưỡng 5,0 Gy.

Yếu tố tương quan và dự báo liều đa biến: Thời gian soi chiếu có tương quan thuận rất mạnh ($r > 0,81$; $p < 0,001$) và là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến liều bức xạ ($\beta > 0,62$; $p < 0,001$). Mô hình đa biến giải thích được 76,8-81,2% độ biến thiên của liều phơi nhiễm.

VI. KIẾN NGHỊ

1. Tối ưu kỹ thuật soi huỳnh quang: triệt để áp dụng soi ngắt quãng (pulsed fluoroscopy), tận dụng tính năng lưu ảnh soi (Last Image Hold - LIH) để hạn chế chụp cine không cần thiết.

2. Giảm tốc độ khung hình cine: khuyến khích dùng tốc độ 7,5 fps thay vì 15 fps ở các thì chụp kiểm tra không yêu cầu độ phân giải động cao.

3. Thiết lập mức liều tham chiếu địa phương (Local DRLs): dùng giá trị 75th percentile (105,8 Gy.cm² cho PCI) làm công cụ giám sát chất lượng nội bộ.

4. Xây dựng quy trình theo dõi bệnh nhân liều cao ($K_{ar} \geq 3,0$ Gy): ghi nhận vị trí C-arm trong hồ sơ bệnh án, cấp phiếu dẫn dò tự theo dõi da lưng và hẹn tái khám đánh giá lâm sàng sau 2-4 tuần.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Etard C, Bigand E, Sinno-Tellier S, et al. National survey of patient doses from interventional cardiology procedures in France. *Radiat Prot Dosimetry*. 2017;174(3):380-388.
2. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. Vienna: IAEA; 2014.
3. International Commission on Radiological Protection (ICRP). Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. *Ann ICRP*. 2000;30(2):7-67.
4. Miller DL, Vañó E, Bartal G, et al. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(5):607-615.
5. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Radiation exposure of the U.S. population from consumer products and miscellaneous sources. NCRP Report No. 160; 2009.
6. Sharma M, Joshi S, Devrani S, et al. Patient radiation dose levels during interventional cardiology procedures in Uttarakhand, India. *J Med Phys*. 2024;49(1):45-52.
7. Söth-Rath H, Hohl C, Wildberger JE, et al. Radiation dose reduction in interventional cardiology using modern image processing algorithms (ClarityIQ technology). *Rofo*. 2016;188(5):472-479.
8. Vañó E, Miller DL, Martin CJ, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Ann ICRP*. 2017;46(1):1-144.