

# Áp dụng EPID trong việc đảm bảo chất lượng máy gia tốc xạ trị tuyến tính

## Application of EPID in quality assurance and quality control for clinical linac

Trần Cương, Nguyễn Mai Đăng Khoa

Bệnh viện Chợ Rẫy

### Tóm tắt

*Mục tiêu:* Nghiên cứu ứng dụng hệ thống thu nhận hình ảnh (Electronic Portal Imaging Device - EPID) đi kèm với máy gia tốc trong một số mục kiểm tra đảm bảo chất lượng (QA&QC) hằng ngày và định kỳ để rút gọn thời gian và tăng tính hiệu quả của công tác QA&QC; đồng thời là cơ sở để nghiên cứu phát triển một phương pháp xử lý, phân tích tự động trên máy tính sử dụng hình ảnh chụp từ EPID. *Đối tượng và phương pháp:* Các kiểm tra đảm bảo chất lượng máy gia tốc xạ trị như kích thước trường ánh sáng, trường bức xạ, các đặc tính của chùm tia, điểm đồng tâm của Gantry và bộ chuẩn trực, sự ổn định của liều lối ra là những kiểm tra bắt buộc. Trong nghiên cứu này, hệ thống EPID của hãng máy Elekta được sử dụng để đo đạc các kiểm tra QA&QC máy gia tốc, hình ảnh từ EPID được xuất thành tập tin ảnh cho phép xử lý và phân tích bằng phần mềm (Iview hoặc ImageJ) trên máy tính để tính toán các thông số. Kết quả của các phép đo từ EPID sau đó được so sánh với các phương pháp, thiết bị kiểm tra khác hiện đang được sử dụng để đánh giá độ chính xác và tiềm năng áp dụng hệ thống EPID vào quy trình QA&QC máy gia tốc thay thế cho các thiết bị thường quy. Đặc biệt là có thể sử dụng các phần mềm miễn phí và áp dụng được với các hệ thống máy gia tốc không có phần mềm chuyên dụng như trên máy TrueBeam của hãng Varian. *Kết quả:* Kết quả đo đạc từ EPID được so sánh với phim chụp QA, buồng ion hoá, StarTrack và MatriXX cho thấy có sự tương đồng. Sự khác biệt giữa các thiết bị đo là dưới 1% đối với các phép đo liều lối ra (output), và 0,5% cho các phép kiểm tra kích thước trường xạ, tính phẳng và tính đối xứng. *Kết luận:* EPID có thể một phần nào đó thay thế các thiết bị đo liều thường quy như phim hoặc hệ đầu dò mảng 2 chiều trong công tác kiểm tra nhanh trường bức xạ, điểm đồng tâm của Gantry, của bộ chuẩn trực, sự ổn định của liều lối ra và đặc tính chùm tia. Ngoài ra, hệ thống EPID mang lại một số ưu điểm nổi bật về thời gian thực hiện đo đạc cũng như chi phí sử dụng so với phim và các thiết bị đo truyền thống khác.

*Từ khoá:* EPID, Gafchromic, QA&QC máy gia tốc, xạ trị.

### Summary

*Objective:* Application of electronic portal imaging device - EPID in a number of quality assurance and quality control (QA&QC) examinations for clinical linac; additionally, a specified computer program for processing and analysing EPID and Gafchromic film images is also developed and evaluated. *Subject and method:* A majority of Linac critical characteristics such as light and radiation field sizes, mechanical and radiation iso-center coincidence, beam profile and beam output are examined in QA&QC process

Ngày nhận bài: 27/3/2023, ngày chấp nhận đăng: 17/4/2023

Người phản hồi: Trần Cương, Email: trancuong1802@gmail.com - Bệnh viện Chợ Rẫy

using conventional radio-chromic films as well as other types of dosimeters such as ionisation chambers or diodes. EPID is an on-board imaging system used for patient positioning verification that is constructed with a 2D array of diodes. It has the ability to detect X-ray in MV energy range similar to other dosimeters used in QA&QC; thus, it can also be used for checking some significant parameters of the Linac. In this project, the EPID system attached to Elekta Linacs is used to examine the quality assurance tests mentioned above by taking images of radiation fields, then processing and analysing those images to acquire useful information. The obtained results are evaluated and compared with appropriate measurements from radio-chromic film and ionisation chambers in water phantom in order to investigate the compatibility of EPID in some QA&QC examinations. *Result:* Equivalent measurements were obtained by EPID in comparison with StartTrack, radio-chromic film as well as ionisation chamber in water phantom. The largest difference between those methods was observed at below 1% for beam output and 0,5% for radiation field-size and beam profile tests. *Conclusion:* EPID has the capability to replace film dosimetry and StartTrack in a number of QA&QC quick checks for clinical linac such as daily QA. Moreover, EPID is more efficient in terms of time and cost per use compared to other conventional dosimetry methods. However, it is the responsibility of the onsite medical physicists to decide whether the EPID system is appropriate for each particular situation.

*Keywords:* EPID, Gafchromic, QA&QC Linac, radiotherapy.

## 1. Đặt vấn đề

Xạ trị là một trong những phương pháp chính được áp dụng cho điều trị và kiểm soát bệnh lý ung thư, đồng thời cũng là một phương thức phối hợp trong việc điều trị đa mô thức hiện nay. Song song với sự phát triển của các kỹ thuật xạ trị tiên tiến như IMRT, SBRT, VMAT... việc nâng cao chất lượng và hiệu quả của công tác kiểm tra và đảm bảo chất lượng máy gia tốc (QA&QC) là rất cần thiết nhằm đáp ứng được yêu cầu ngày càng cao của các phương pháp điều trị hiện đại. Tuy nhiên, với áp lực lớn từ sự quá tải ở hầu hết các bệnh viện cũng như những hạn chế về trang thiết bị, việc bố trí thời gian và nhân lực để thực hiện công tác này hiện đang gặp nhiều khó khăn.

Để giải quyết vấn đề trên, các phương pháp và quy trình QA&QC hiện tại cần được cải tiến, và tối ưu để giảm thiểu yêu cầu về nhân sự, thời gian và kinh phí. Một giải pháp tiềm năng có thể đáp ứng các yếu tố trên là việc áp dụng hệ thống ghi nhận hình ảnh bức xạ (Electronic Portal Imaging Devices - EPID) đi kèm với máy trong một số mục kiểm tra QA&QC nhằm giảm tần suất sử dụng phim nhuộm màu bức xạ (phim Gafchromic) và một số thiết bị đo khác. Hiện nay, việc sử dụng phim trong QA&QC máy gia tốc vẫn được xem là một tiêu chuẩn vàng bởi sự chính xác cũng như sự tiện dụng của nó. Phần lớn

các kiểm tra về trường sáng, trường xạ và tâm bức xạ đều được thực hiện bằng phim với những quy trình đòi hỏi các bước như: Chuẩn bị phim, ghi nhận, xử lý và phân tích hình ảnh thủ công hoặc bằng máy tính sau đó. Ngoài ra, những phép kiểm tra về liều bức xạ và đặc tính chùm tia thường được thực hiện với các hệ đầu dò mảng 2 chiều (2D) có giá thành cao, cần có thời gian chuẩn bị và khởi động để đạt độ chính xác nhất định. Đa số các cơ sở xạ trị hiện nay chỉ được cung cấp một số lượng hạn chế phim và các thiết bị đo đạc, nhưng thường sẽ có hệ thống EPID đi kèm với máy gia tốc; vì vậy, việc chuyển đổi một số hạng mục QA&QC sang sử dụng EPID hứa hẹn mang lại nhiều hiệu quả về kinh tế, thời gian và nhân lực.

Hệ thống EPID được lắp đặt kèm với các máy gia tốc có các ưu điểm bao gồm: sự tiện dụng trong đo đạc, thời gian chuẩn bị và đo đạc ngắn, chi phí mỗi lần đo thấp, và độ chính xác là tương đương với phim [1]. Việc sử dụng EPID giúp tránh các sai số trong bố trí, cố định thiết bị đo; và giảm được sai số từ những công đoạn quét, xử lý, và phân tích hình ảnh thủ công đối với phim. Ngoài ra, EPID còn cho phép xử lý, lưu trữ hình ảnh đơn giản hơn, cũng như tiềm năng ứng dụng tự động hóa để rút ngắn quy trình QA&QC nhờ vào sự phát triển của công nghệ số và khoa học máy tính.

Từ những ưu thế trên, nghiên cứu này tìm kiếm một phương pháp áp dụng hệ thống EPID trong công tác QA&QC bao gồm việc kiểm tra kích thước trường ánh sáng, trường xạ, đo độ đồng tâm của Gantry và bộ chuẩn trực; đồng thời mở rộng ứng dụng để đo đặc tính chùm tia (tính phẳng và tính đối xứng) và độ ổn định của liều lối ra. Ngoài ra, chúng tôi cũng nghiên cứu phát triển một chương trình xử lý và phân tích hình ảnh (phim và EPID) tự động để rút ngắn hơn nữa thời gian phân tích, xử lý ảnh so với sử dụng phần mềm ImageJ hoặc Iview. Đây chính là các mục tiêu hướng tới của chúng tôi trong nghiên cứu này.

## 2. Đối tượng và phương pháp

Chương trình QA&QC thường được thực hiện theo hướng dẫn của các tài liệu như: Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam về máy gia tốc (QCVN 13: 2017/BKHCN), AAPM TG 142 [5]... Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất, thiết bị, và nhân lực mà, ở một số trung tâm xạ trị, chương trình này được thay đổi, điều chỉnh về tần suất và phương thức kiểm tra cho phù hợp với hoạt động của cơ sở. Phần lớn các mục kiểm tra về bộ phận chuẩn trực gồm: Kích thước trường bức xạ, trường ánh sáng, và điểm đồng tâm đều được thực hiện bằng phim. Mặt khác, các kiểm tra về liều lối ra (beam output), tính phẳng, tính đối xứng thường được tiến hành với các thiết bị đo trong phantom nước, hoặc các thiết bị đo nhanh như IBA StarTrack... Phương pháp thực hiện các kiểm tra trên chính là đối tượng của chúng tôi trong việc nghiên cứu, đánh giá sự tương thích và khả năng thay thế của EPID đối với các thiết bị, dụng cụ đo truyền thống đó.

Nghiên cứu này sử dụng hệ thống EPID của hãng PerkinElmer, lắp đặt trên các máy gia tốc Elekta Synergy và VersaHD tại Bệnh viện Chợ Rẫy. Với cấu tạo mảng đầu dò diodes có độ phân giải  $1024 \times 1024$  điểm ảnh, EPID cho phép ghi nhận hình ảnh trường chiếu tối đa đo được là  $25\text{cm} \times 25\text{cm}$  tại khoảng cách SSD 100cm (đầu dò đặt tại 160cm từ nguồn chiếu xạ) [4]. Để đảm bảo sự chuẩn xác, hệ thống EPID được hiệu chỉnh theo khuyến cáo của nhà sản xuất; ngoài ra, các công tác hiệu chuẩn và

đảm bảo chất lượng máy gia tốc đều được thực hiện trước khi đo đặc. Mức năng lượng 6 MV được sử dụng trong các phép đo với suất liều định danh 300 MU/phút. Phim Gafchromic (hãng Ashland sản xuất) được sử dụng trong một số phép đo với các phương pháp phân tích thủ công và tự động trên máy tính sử dụng hình ảnh (độ phân giải 1200 dpi) từ máy quét Epson 12000XL; ngoài ra, phần mềm ImageJ được sử dụng để phân tích hình ảnh của EPID và phim. Song song với phim, thiết bị đo nhanh IBA StarTrack với số lượng đầu dò là 512 buồng ion hoá trên mặt phẳng 2D cũng được sử dụng trong một số phép đo so sánh kiểm tra liều và đo đặc tính chùm tia [3].

Kết quả đo đặc từ hệ thống EPID được đánh giá và so sánh với kết quả ghi nhận từ phim, StarTrack, và phép đo quét trong Phantom nước để so sánh và đánh giá hiệu năng của hệ thống này.

### 2.1. Kiểm tra kích thước trường bức xạ, đặc tính chùm tia

#### 2.1.1. Phương pháp kiểm tra

Kích thước trường bức xạ là một phép kiểm tra quan trọng trong việc xác định độ chính xác của hệ thống chuẩn trực máy gia tốc. Thông số này được đánh giá bằng cách đo độ rộng (ngang và dọc) tại điểm liều 50% của đường phân bố liều ngang qua trường chiếu xạ (Beam-profile) ghi nhận trên phim (đo trong không khí kèm theo build-up), StarTrack, hoặc đo bằng phantom nước. Với cấu tạo từ mảng đầu dò 2D tương tự như StarTrack, hệ thống EPID cũng có thể cung cấp hình ảnh trường bức xạ của chùm photon, từ đó tạo lập được Beam profile và xác định được kích thước trường chiếu qua việc xử lý và phân tích hình ảnh. Ngoài ra, thông tin về tính phẳng và tính đối xứng cũng được trích xuất từ phép đo và các phân tích này.

Đối với việc kiểm tra độ đồng tâm quay của bộ chuẩn trực, hình ảnh của các trường bức xạ có kích thước  $0,5\text{cm} \times 10\text{cm}$  (hoặc  $1\text{cm} \times 10\text{cm}$ ) được ghi nhận lần lượt ở các góc  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  (chụp phim star-shot). Độ đồng tâm của những trường xạ trên sẽ được trích xuất để đánh giá điểm đồng tâm quay của toàn bộ hệ thống chuẩn trực.

Để so sánh và đánh giá độ tin cậy của các thiết bị ghi đo trong việc đo kích thước trường bức xạ cũng như điểm đồng tâm quay, kết quả đo đạc từ EPID và Startrack sẽ được so sánh với kết quả đo đạc bằng phim do phim có độ phân giải không gian cao hơn [1]. Ngoài ra, đối với các thông số về đặc tính chùm tia, kết quả đo của EPID và StarTrack được đánh giá với kết quả đo của buồng ion hoá trong phantom nước trong cùng một thời điểm. Các phép đo được tái lập nhiều lần trong khoảng thời gian 30 ngày trong điều kiện máy gia tốc được sử dụng liên tục cho việc điều trị.

2.1.2. Xử lý và phân tích hình ảnh sử dụng máy tính

Hình ảnh trường xạ ghi nhận từ phim và EPID được chuyển đổi thành các tập tin dữ liệu ảnh (16 bit) với các định dạng phổ biến như JPEG, TIF,

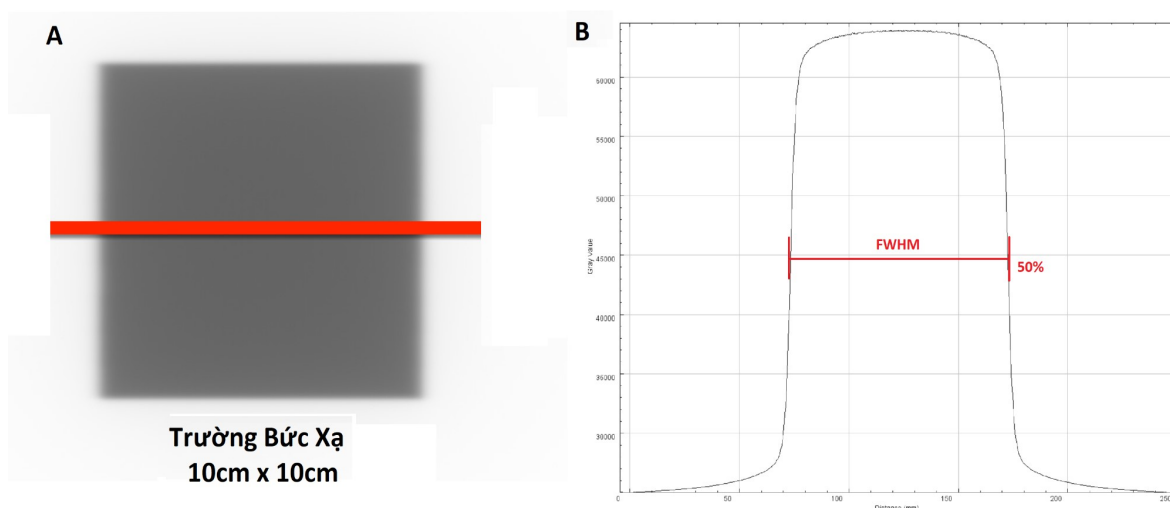
Bitmap... Dữ liệu hình ảnh được xử lý và phân tích chủ yếu bằng phần mềm ImageJ [2] để tính toán các thông số sau:

Kích thước trường bức xạ

Trong phần mềm ImageJ, biểu đồ đặc tính chùm tia (beam profile) được vẽ bằng công cụ Plot Profile được tích hợp sẵn. Kích thước trường chiếu được xác định bằng cách nhân tổng số điểm ảnh của độ rộng tại nửa biên độ (Full Width at Half Maximum - FWHM) (hình 01) với độ rộng một điểm ảnh theo công thức [6]:

$$FS = P \times FWHM (Pixel)$$

Trong đó, FS là kích thước trường bức xạ, P là kích thước của một điểm ảnh.



Hình 1. Hình ảnh ghi nhận từ EPID (hình A) và biểu đồ đặc tính chùm tia tại vị trí đường màu đỏ, trích xuất từ công cụ Plot profile của ImageJ (Hình B).

Tính phẳng và tính đối xứng

Tính phẳng của chùm tia cũng được xác định sử dụng biểu đồ đặc tính chùm tia (Beam-Profile) theo công thức được công bố bởi hãng sản xuất như sau [6]:

$$F = \frac{D_{max}}{D_{min}} \times 100$$

Trong đó, F là tính phẳng của chùm tia,  $D_{max}$  và  $D_{min}$  lần lượt là giá trị điểm ảnh cao nhất và thấp nhất

trong vùng được gọi là Flattened Area - FA. Vùng FA được định nghĩa là vùng có độ rộng bằng 80% kích thước trường chiếu tính từ điểm trung tâm (đối với các trường có kích thước lớn hơn 10 cm x 10 cm).

Tính đối xứng của chùm tia được tính dựa trên công thức [6]:

$$S = MAX \left( \left[ \frac{Point_L}{Point_R} \right], \left[ \frac{Point_R}{Point_L} \right] \right) \times 100$$

Trong đó S là tính đối xứng,  $Point_L$  và  $Point_R$  là các giá trị về độ xám của cặp điểm ảnh đối xứng bất

kỳ (có cùng khoảng cách đến tâm) ở hai bên của biểu đồ. Tương tự như tính phẳng, tính đối xứng cũng được tính toán trong vùng FA.

## **2.2. Kiểm tra độ ổn định của liều lối ra**

Phép đo độ ổn định của liều lối ra của máy gia tốc thường được thực hiện với buồng ion hoá trong phantom nước cho các kiểm tra cần sự chính xác cao như chuẩn liều, kiểm định máy gia tốc hàng năm, kiểm chuẩn liều sau sửa chữa. Đối với các phép kiểm tra hằng ngày, những thiết bị đo như StarTrack được sử dụng để giảm thiểu thời gian bố trí và đo đạc. Với cấu tạo mảng diode 2D, EPID có thể được áp dụng cho phép đo này một cách tương tự như StarTrack.

Với StarTrack, chỉ số liều lối ra được đo trực tiếp từ thiết bị đặt tại vị trí tâm trường bức xạ; tuy nhiên, đối với hệ thống EPID, chúng tôi trước tiên phải xây dựng một mối tương quan giữa liều lượng và giá trị về độ xám của điểm ảnh (pixel value) theo số MU máy phát ra. Cụ thể, hình ảnh EPID với trường xạ  $10 \times 10$  cm được ghi nhận với các mức MU giao động từ 1 đến 1000 MU; từ đó, có thể lập nên một biểu đồ tương quan giữa số MU và pixel value, cũng như một hàm số mô phỏng sự tương quan trên. Hàm số này có thể được dùng để xác định liều lối ra dựa trên số MU nội suy tại một pixel value bất kỳ do tất cả hệ thống gia tốc sử dụng trong nghiên cứu này đều được chuẩn liều lối ra ở mức  $100 \text{ MU} = 1 \text{ Gy}$ . Để so sánh độ tin cậy của các thiết bị đo liều lối ra, kết quả đo đạc trên EPID và StarTrack sẽ được so sánh với kết quả đo trong Phantom nước ở cùng một thời điểm. Các phép đo cũng được lập lại nhiều lần để thu thập dữ liệu cho việc phân tích và xử lý.

## **2.3. Kiểm tra trường ánh sáng, điểm đồng tâm của bộ chuẩn trực (collimator)**

Hình ảnh star-shot chụp trên phim và EPID được đưa vào phân tích bằng phần mềm ImageJ. Vòng tròn tạo nên từ giao điểm của các trường xạ chính là độ đồng tâm của bộ chuẩn trực, đường kính của vòng tròn này thể hiện độ lệch khi xoay của collimator. Với kiểm tra này, các thông số cài đặt trên máy gia tốc cho phim và EPID được thực hiện hoàn toàn như nhau, kết quả đo đạc được so sánh để đưa ra đánh giá về sự chính xác của EPID so với phim.

Trong việc kiểm tra sự trùng khớp giữa trường bức xạ và trường ánh sáng, EPID sẽ được sử dụng với một dụng cụ đánh dấu trường ánh sáng phù hợp. Sau đó hình ảnh EPID được phân tích để đo đạc sự trùng khớp của trường sáng và trường xạ.

## **2.4. Phân tích hình ảnh tự động**

Một chương trình máy tính xử lý và phân tích tự động hình ảnh của EPID và phim phát triển dựa trên ngôn ngữ lập trình Python. Phần mềm này nhận các dữ liệu đầu vào là hình ảnh trường bức xạ ở định dạng hình ảnh 16 bit thông thường JPEG, PNG, TIF, sau đó tự động phân tích và đưa ra kết quả về kích thước trường bức xạ, tính phẳng, tính đối xứng. Kết quả này được so sánh và kiểm chứng với các phương pháp nêu trên để đánh giá độ tin cậy của phần mềm và khả năng ứng dụng của nó trong công tác đảm bảo chất lượng.

## **3. Kết quả**

### **3.1. Kiểm tra trường bức xạ, tính phẳng và tính đối xứng**

Kết quả của 10 lần đo được trình bày trong Bảng 1 theo giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Kích thước trường bức xạ  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  và  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  được lựa chọn trong nghiên cứu này cho việc so sánh giữa các thiết bị khác nhau. Để giảm ảnh hưởng do sai lệch trong chuyển động của MLC, kích thước trường theo phương dọc tạo bởi khối che chắn (Diaphragm) của bộ chuẩn trực được sử dụng. Kích thước trường sáng đo bằng thước kẹp được đo đạc làm chuẩn trước khi các phép đo trường bức xạ trên các thiết bị khác được thực hiện.

Qua thống kê cho thấy, kết quả đo được từ EPID xử lý trên phần mềm ImageJ và trên chương trình phân tích tự động (tự phát triển) cho cả 2 kích thước trường chiếu đều có kết quả tương đồng và phù hợp với kết quả đo được từ phim cũng như trong Phantom nước tương ứng, sự khác biệt là nhỏ hơn 0,5%. Trong khi đó, kết quả đo của EPID cho thấy có độ chính xác cao hơn so với StarTrack với trường chiếu lớn  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  (200,95mm so với 201,19mm).

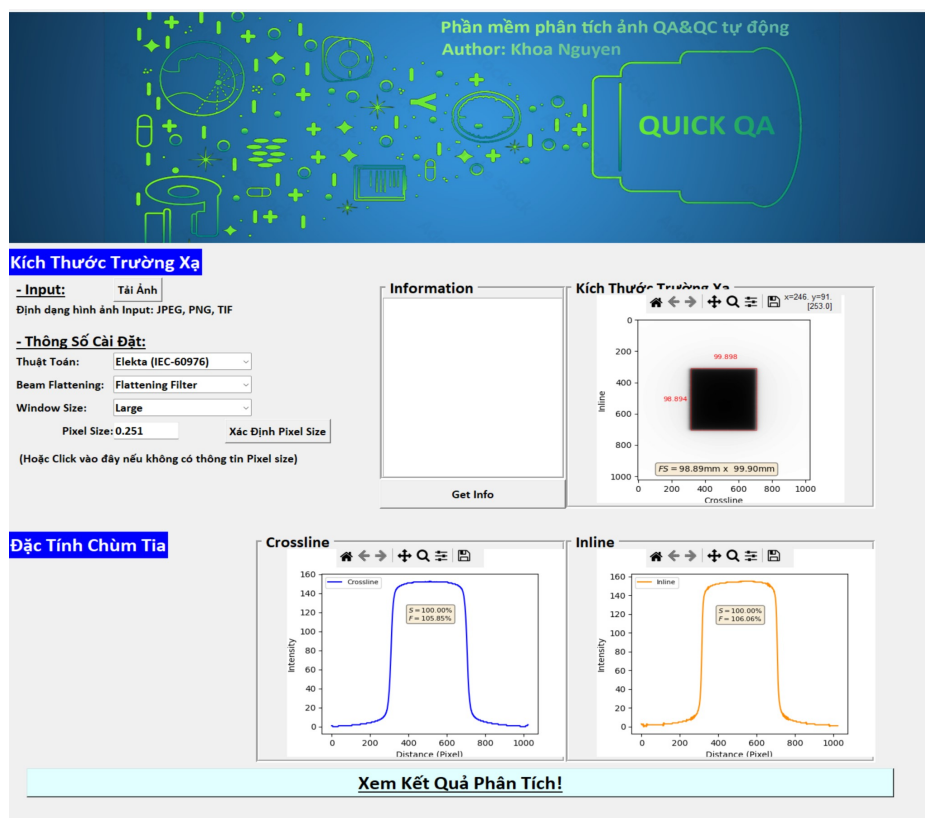
**Bảng 1. Kết quả đo kích thước và đặc tính chùm tia bức xạ ở phương dọc**

	Kích thước trường bức xạ				Đặc tính chùm tia (tại 20x20 cm)			
	Trường 100 × 100mm		Trường 200 × 200mm		Tính đối xứng		Tính phẳng	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Trường sáng	100,5mm	-----	200,5mm	-----	-	-	-	-
Phim	100,64mm	0,18mm	200,54mm	0,29mm	-	-	-	-
CC-13*	100,66mm	0,15mm	200,63mm	0,23mm	100,62%	0,16%	104,20%	0,16%
StarTrack	100,59mm	0,04mm	201,19mm	0,08mm	101,65%	0,55%	103,08%	0,14%
EPID	100,63mm	0,12mm	200,95mm	0,52mm	100,23%	0,14%	103,67%	0,32%
Auto-EPID**	100,55mm	0,12mm	200,96mm	0,30mm	100,23%	0,14%	103,67%	0,32%

\*Buồng ion hoá đo trong môi trường nước ở độ sâu 10 cm tại vị trí SAD = 100cm.  
 \*\*Phần mềm tự động. SD: Standard deviation - Độ lệch chuẩn.

Đối với đặc tính của chùm tia, trường chiếu 20cm × 20cm được chọn để đánh giá độ đối xứng và độ phẳng. Kết quả cho thấy sự phù hợp giữa tính đối xứng và tính phẳng đo được từ EPID so với các phép đo trong phantom nước, khác biệt là nhỏ hơn 1%. So với StarTrack, kết quả đo đặc của EPID tiệm cận hơn với kết quả đo trong phantom nước, ngoài ra, sự ổn định trong các phép đo cũng tốt hơn (độ lệch chuẩn của EPID nhỏ hơn StarTrack).

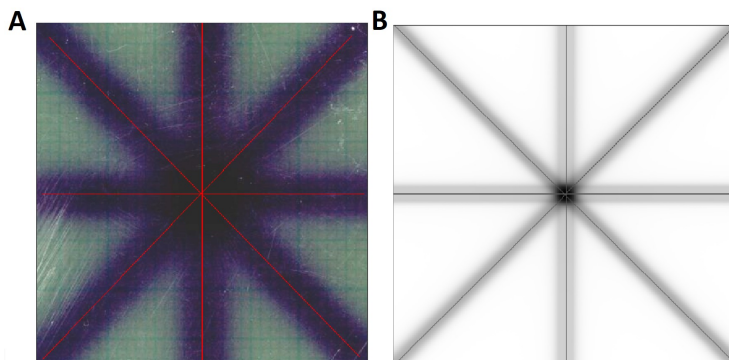
Phần mềm phân tích tự động (Auto-EPID) (hình 02) cũng cho ra kết quả về đặc tính chùm tia tương tự như việc phân tích hình ảnh EPID sử dụng phần mềm ImageJ do sử dụng cùng một thuật toán. Tuy nhiên, việc sử dụng phần mềm tự động giúp giảm thiểu thời gian phân tích, xử lý hình ảnh đáng kể (2 phút cho các thao tác trên phần mềm tự động so với hơn 30 phút xử lý ảnh bằng ImageJ).



**Hình 2.** Hình ảnh giao diện phần mềm tự phát triển trong nghiên cứu này.

**3.2. Kiểm tra điểm đồng tâm của bộ chuẩn trực (collimator)**

Sự đồng tâm của Collimator được kiểm tra sử dụng cả 2 phim và EPID (Hình 3). Chế độ chụp ảnh chống nhấp nháy được lựa chọn, việc phân tích ảnh được thực hiện trên phần mềm ImageJ. Kết quả phân tích hình ảnh chụp từ EPID và Phim trong 05 lần chụp kiểm tra khác nhau cho thấy sự tương đồng về đường kính của đường tròn tạo nên bởi các giao điểm của các trường xạ (khoảng 0,5 - 1,0mm). Sự khác biệt giữa hai phương pháp là nhỏ hơn 0,25mm.

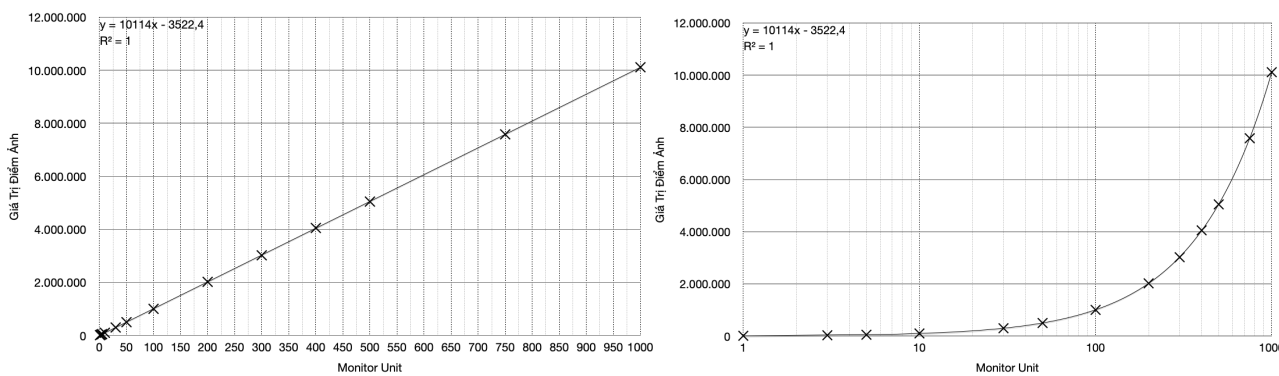


**Hình 3.** Star-shot xác định tâm của Collimator ghi nhận với phim (Hình A) và EPID (Hình B). Các đường trung tâm trường xạ được xác định trên phần mềm ImageJ.

**3.3. Kiểm tra sự ổn định của liều lối ra**

Liều lối ra được đo bằng buồng lon hóa trong phantom nước trước khi thực hiện đo đạc trên EPID và StarTrack trong cùng một thời điểm đo liều. Thông số cài đặt ở các lần đo là 100MU với suất liều 300MU/phút tại mức năng lượng 6MV. Liều ghi nhận

từ EPID được tính toán dựa trên hàm số tương quan được xác lập từ trước (Hình 4). Kết quả đo đạc được thu thập trong 10 lần đo khác nhau, sau đó được phân tích và ghi nhận giá trị trung bình của liều đo được và độ lệch chuẩn tại Bảng 2.



**Hình 4.** Biểu đồ tương quan giữa pixel value và số MU phát ra với thang đo tuyến tính (trái) và thang đo logarit (phải).

**Bảng 2. Liều tuyệt đối đo được với 100MU bằng các thiết bị đo khác nhau**

	EPID	Star-Track	FC-65G*
Trung bình liều tuyệt đối	100,060cGy	100,522cGy	100,029cGy

Độ lệch chuẩn	0,271cGy	0,367cGy	0,039cGy
<i>*Buồng ion hoá đo trong phantom nước</i>			

Kết quả đo liều cho thấy EPID có độ ổn định trong các lần đo thấp hơn so với kết quả đo bằng buồng ion hóa, nhưng có độ ổn định tốt hơn so với StarTrack (độ lệch chuẩn của các phép đo từ EPID là 0,271 so với 0,367 của StarTrack và 0,039 của buồng ion hoá). Sự khác biệt về trung bình liều giữa EPID và FC-65G là không đáng kể, cả hai cho thấy sự chính xác trong đo liều lỗi ra tốt hơn so với kết quả đo từ StarTrack.

#### 4. Bàn luận

Kết quả của nghiên cứu đã cho thấy rằng, việc ứng dụng hệ thống EPID của máy gia tốc vào một số mục kiểm tra định kỳ thay thế phim và StarTrack là khả thi và mang lại nhiều lợi ích. Kết quả đo đạc của EPID trong các kiểm tra về độ đồng tâm của Collimator, kích thước trường chiếu và đặc tính chùm tia cho thấy sự chính xác và tin cậy cao. Tuy nhiên, với độ phân giải  $1024 \times 1024$  cho trường chiếu  $25\text{cm} \times 25\text{cm}$ , hình ảnh từ EPID chỉ có thể xác định được khoảng cách nhỏ nhất là 0,25mm (kích thước một điểm ảnh); thông số này khi sử dụng phim có thể đạt đến  $20\mu\text{m}$  nếu sử dụng máy quét Epson 12000XL ở độ phân giải 1200dpi [7].

Trong việc kiểm tra liều lỗi ra, kết quả đo đạc cho thấy EPID có thể được sử dụng thay thế StarTrack trong việc đo kiểm tra nhanh liều lượng của máy với độ chính xác tiệm cận với các phép đo trong phantom nước. Tuy nhiên, hệ thống EPID vẫn có các yếu tố ảnh hưởng tới việc đo liều lỗi ra (liều tuyệt đối) của máy như sai số từ sự tán xạ của giá đỡ đầu dò (detector arm) và sai số trong quá trình tạo ảnh kỹ thuật số [8]. Để có thể kiểm tra liều lượng của máy cho các phép đo đòi hỏi nhiều mức liều (hoặc suất liều) khác nhau như QA kế hoạch bệnh nhân thì sẽ cần xây dựng đường tương quan giữa liều và giá trị pixel có tính đến nhiều yếu tố ảnh hưởng hơn. Vì vậy, chúng tôi đề xuất chỉ nên sử dụng EPID trong các phép kiểm tra nhanh, không yêu cầu độ chính xác cao, ví dụ như kiểm tra định kỳ hằng ngày... Với các mục đích đo đạc liều lượng cần sự chính xác hơn thì các phép đo liều trong Phantom nước hoặc các

thiết bị tương đương (ví dụ như MatriXX) nên được sử dụng.

Một cách tổng quan, việc áp dụng được hệ thống EPID vào trong các phép đo kiểm tra sẽ giúp giảm thiểu thời gian thực hiện công tác QA&QC trên máy gia tốc và cho phép thay thế việc sử dụng phim tốn kém [1]. Điều này giúp duy trì công tác QA&QC ở những trung tâm có lượng bệnh nhân quá tải và tạo điều kiện cho các đơn vị không có đầy đủ các thiết bị và phim thực hiện được các phép kiểm tra cần thiết. Đặc biệt việc này có thể áp dụng trên hầu hết các máy gia tốc có hệ thống EPID hiện nay với phần mềm ImageJ miễn phí mà không đòi hỏi cần phải có các phần mềm và bản quyền đi kèm. Tuy nhiên, việc áp dụng EPID vào công tác QA&QC cũng đòi hỏi một số yêu cầu nhất định bao gồm: Cân chỉnh, kiểm tra hệ thống EPID trước và trong khi sử dụng [4]; thiết kế dụng cụ cho một số phép đo; kỹ năng xử lý, phân tích hình ảnh trên máy tính của nhân viên vật lý y khoa tại cơ sở.

Các kết quả của nghiên cứu bước đầu cho thấy được khả năng và phạm vi ứng dụng của EPID trong đo đạc đảm bảo chất lượng máy gia tốc. Tuy vậy do dữ liệu đo đạc còn ít nên các kết quả chưa thể được kiểm định về mặt thống kê. Một số phần của nghiên cứu cũng chưa hoàn chỉnh bao gồm: Các dụng cụ sử dụng cho việc xác định trường sáng và trường xạ, việc xác định độ trùng khớp của tâm collimator, tâm Gantry so với tâm laser vẫn đang được phát triển cải tiến thêm; phần mềm xử lý tự động cũng mới bước đầu xử lý được một vài tham số cơ bản và đơn giản. Tất cả những điều này chính là hạn chế hiện đang tiếp tục được khắc phục trong nghiên cứu của chúng tôi.

#### 5. Kết luận

Dựa trên kết quả thống kê, hệ thống EPID có độ chính xác và ổn định trong đo đạc tương đương với StarTrack và tiệm cận với phantom nước. Vì vậy, có thể sử dụng hệ thống này trong các phép kiểm tra QA&QC nhanh không yêu cầu cao về độ chính xác. Ngoài ra, cần nắm rõ những yêu cầu và hạn chế,



cũng như các phương pháp đo đặc liên quan đến EPID trước khi đưa vào ứng dụng trong lâm sàng.

### Tài liệu tham khảo

1. Agnew CE, Jeevanandam P, Sukumar P & Grattan, MWD (2018) *Replacing routine film-based linac QC tests with EPID measurements: a method to reduce the time required for machine-specific QC*. Biomedical Physics & Engineering Express 4(2): 025017.
2. Bourne R & Bourne R (2010) *ImageJ*. Fundamentals of digital imaging in medicine: 185-188.
3. Dosimetry I (2008) *StarTrack user's guide*. Iba Dosimetry, Uppsala.
4. Haghparast M, Parwaie W, Bakhshandeh M, Tuncel N, & Mahdavi SR (2022) *Evaluation of perkin elmer amorphous silicon electronic portal imaging device for small photon field dosimetry*. Journal of Biomedical Physics and Engineering.
5. Klein EE, Hanley J Bayouth J, Yin FF, Simon W, Dresser S, & Holmes T (2009) *Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators a*. Medical physics 36(9-1): 4197-4212.
6. Rusk B, & Fontenot J (2016) *Clinical results of a new customer acceptance test for Elekta VMAT*. In Medical Physics (Vol. 43(6): 3535-3535). 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA: WILEY.
7. Stevens MA, Turner JR, Hugtenburg RP & Butler PH (1996) *High-resolution dosimetry using radiochromic film and a document scanner*. Physics in Medicine & Biology 41(11): 2357.
8. Van Elmpt W, McDermott L, Nijsten S, Wendling, M, Lambin P & Mijnheer B (2008) *A literature review of electronic portal imaging for radiotherapy dosimetry*. Radiotherapy and oncology 88(3): 289-309.