



PHÂN BỐ KHÔNG GIAN CỦA MÔI TRƯỜNG BỨC XẠ TRÊN ĐỊA BÀN QUẬN NINH KIỀU, THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Thanh Nhân¹, Nguyễn Tấn Đạt² và Văn Phạm Đăng Trí¹

¹ Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Y tế Công cộng, Trường Đại học Y dược Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/12/2014

Ngày chấp nhận: 17/08/2015

Title:

Spatial distribution of radiation background in the Ninh Kieu district, Can Tho city

Từ khóa:

Bức xạ, bức xạ nền tự nhiên, an toàn bức xạ, nội suy không gian

Keywords:

Radiation, radiation background, radiation safety, spatial interpolation

ABSTRACT

Effects of radiation have increasingly received social consideration due to immediate and long-term impacts on human health and surrounding environment. The radiation is composed of natural and artificial radiation (85% and 15%, respectively); in particular, artificial radiation derived from the medical occupiers of about 14%. This study was done with a case study of the Ninh Kieu district, Can Tho city to provide a benchmark of current status of radiation for professional staffs and policy-makers to be able to release appropriate management policies.

This study used special radiation-measuring equipment to measure the available radiation dose according to a grid square of 500 x 500 m. Spatial interpolation of the radiation was done with the application of the Kriging approach. The exposure dose of medical radiation installation was measured when radiation-device was operated. In addition, radiation-safety implementation was also analysed and possible solutions were proposed in order to improve the safety issues.

In general, the radiation background of Ninh Kieu ranged from 0.10 to 0.30 $\mu\text{Sv/h}$. The exposure dose released to the external environment when x-rays screening was operated was within the acceptable limitation according TCVN 6561: 1999. About 94% of medical radiation installations fell in the safety regulations according to the Circular No.13/2014/TTLT-BKHHCN-BYT.

TÓM TẮT

Tác động của bức xạ ngày càng được xã hội quan tâm do những ảnh hưởng tức thời và lâu dài lên sức khỏe con người và môi trường. Bức xạ gồm có bức xạ tự nhiên và nhân tạo (85% và 15%, tương ứng); trong đó, bức xạ nhân tạo có nguồn gốc từ y tế là 14%. Nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ nhằm cung cấp dữ liệu hiện trạng bức xạ để nhà quản lý đưa ra chính sách quản lý thích hợp.

Nghiên cứu này sử dụng thiết bị đo suất liều bức xạ môi trường theo lưới đo được thiết lập trước với khoảng cách 500 x 500 m. Phương pháp nội suy Kriging được sử dụng để nội suy giá trị bức xạ theo không gian. Suất liều tại các cơ sở y tế được đo khi thiết bị bức xạ hoạt động. Ngoài ra, các thông tin về thực hiện an toàn bức xạ tại cơ sở y tế được thu thập để đánh giá và đưa ra giải pháp cải thiện an toàn bức xạ tại cơ sở.

Nhìn chung, bức xạ nền tự nhiên của quận Ninh Kiều có giá trị từ 0,10 đến 0,30 $\mu\text{Sv/h}$. Liều chiếu xạ khi chụp X-quang thoát ra môi trường nằm trong giới hạn an toàn theo TCVN 6561:1999. Khoảng 94% cơ sở y tế vi phạm về thực hiện quy định an toàn bức xạ theo quy định tại Thông tư 13/2014/TTLT-BKHHCN-BYT.

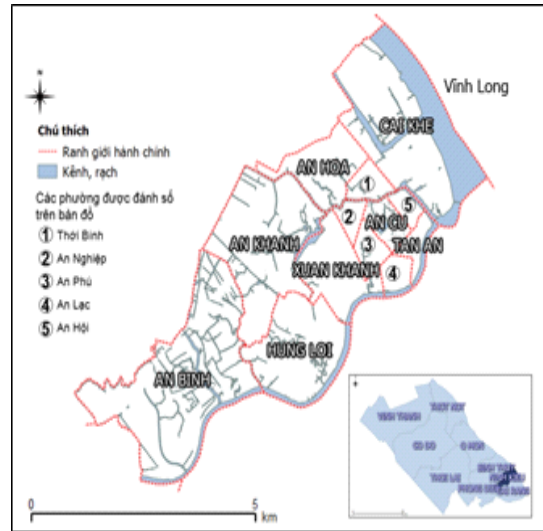
1 GIỚI THIỆU

Chất lượng môi trường ngày càng thay đổi làm ảnh hưởng trực tiếp đến cuộc sống con người và một trong những yếu tố kể của môi trường có thể gây nguy hại đáng đối với sức khỏe của cộng đồng là bức xạ phát ra từ các nguyên tố phóng xạ tự nhiên hoặc từ các thiết bị bức xạ (Noz và Maguire, 2008). Nguồn bức xạ được hình thành từ các nguồn như: (i) Vật chất tự nhiên; (ii) Tia vũ trụ; và (iii) Bức xạ nhân tạo. Nguồn bức xạ phát ra các tia bức xạ (alpha, beta, tia X và gamma) không thể nhìn thấy hay cảm nhận được mà chỉ nhận biết thông qua các thiết bị đo đạc chuyên dụng. Suất liều hiệu dụng tương đương hàng năm trên thế giới của nguồn bức xạ tự nhiên là 85% và nguồn bức xạ nhân tạo là 15% (chủ yếu là thiết bị bức xạ y tế, 14%) (UNSCEAR, 2008).

Ngày nay, hệ thống thông tin địa lý (GIS – Geographic Information System) đã nhanh chóng trở thành một công cụ trợ giúp ra quyết định tích cực, từ công tác quản lý đến quy hoạch ở một số lĩnh vực quan trọng như tài nguyên thiên nhiên và môi trường, kỹ thuật hạ tầng và kinh tế xã hội (Trần Vĩnh Phước, 2001). Một trong những tính năng quan trọng của các phần mềm GIS hiện nay là khả năng phân tích không gian, cụ thể là công cụ nội suy (ví dụ: Phương pháp nội suy Kriging (Stein, 1999) nhằm tạo ra được sự phân bố không gian của các biến cần quan tâm; ví dụ, thông qua việc đo đạc một số điểm quan trắc về chất lượng nước mặt trên hệ thống sông Ogun-Osun ở Nigeria, đặc tính tài nguyên nước mặt của cả hệ thống sông đã được giải đoán với độ tin cậy khoa học cao (Oke và Ogedengbe, 2013). Quantum GIS (QGIS) là một ứng dụng GIS mã nguồn mở, cho phép người dùng biên tập dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính như các phần mềm thương mại khác. Bên cạnh đó, QGIS còn cung cấp cho người dùng bộ công cụ thống kê, xử lý dữ liệu một cách hiệu quả nhanh chóng (Nguyễn Hiếu Trung, 2011).

Quận Ninh Kiều (Hình 1) (với mật độ dân số là 8.737 người/km²; theo Niên giám Thống kê Cần Thơ năm 2013) là khu vực trung tâm của thành phố Cần Thơ. Trên phạm vi toàn thành phố, số cơ sở có sử dụng nguồn bức xạ (máy X-quang) tập trung cao nhất ở quận Ninh Kiều (chiếm khoảng 53% của toàn thành phố) (Sở KH&CN Tp. Cần Thơ, 2013). Để hạn chế những tác hại của bức xạ tới sức khỏe người dân và môi trường sống việc lập bản đồ bức xạ nền tự nhiên và đánh giá các mối nguy hiểm của các cơ sở bức xạ là rất cần thiết nhằm hỗ trợ công tác đánh giá xu hướng thay đổi (nếu có) theo

thời gian do tác động của các tiến trình tự nhiên và phát triển của các hoạt động kinh tế-xã hội. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng hiện trạng bức xạ nền tự nhiên và đánh giá mức độ an toàn bức xạ ở các cơ sở y tế trên địa bàn khu vực nghiên cứu; đây là cơ sở quan trọng nhằm hỗ trợ các nhà quản lý trong công tác đảm bảo an toàn bức xạ nói chung và tại các cơ sở y tế nói riêng cũng như đưa ra các chính sách quy hoạch và quản lý việc sử dụng các nguồn bức xạ một cách hợp lý.



Hình 1: Khu vực nghiên cứu (Quận Ninh Kiều, Thành Phố Cần Thơ)

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

106 điểm đo bức xạ môi trường và 18 cơ sở y tế có sử dụng nguồn bức xạ X-quang trên địa bàn Quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ được tiến hành đo đạc từ tháng 10/2013 đến tháng 11/2014. Theo (TLTK) thời gian từ 20h00 đêm hôm trước đến 10h00 sáng hôm sau là khoảng thời gian mà suất liều phóng xạ đạt cao nhất trong ngày; do vậy trong nghiên cứu này, thời gian tiến hành đo đạc suất liều được tiến hành từ 7.00h đến 10h00 sáng trong ngày.

2.1 Lập lưới đo suất liều

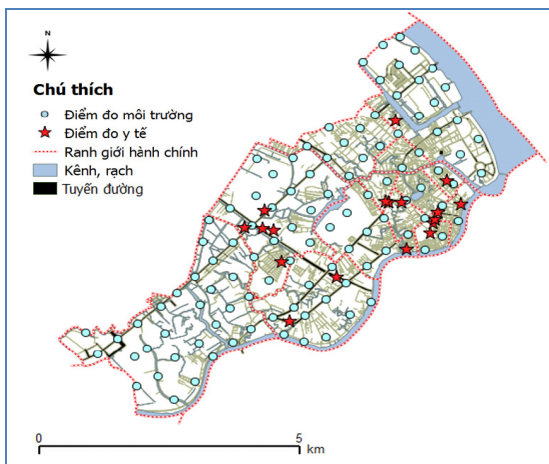
Nguyễn Trung Kiên (2013) cho rằng khoảng cách các điểm xạ trình từ 300 đến 500 m để đo bức xạ môi trường là phù hợp. Các điểm đo được xác định trước bằng cách chồng lớp bản đồ ranh giới hành chính Quận Ninh Kiều lên bản đồ sẵn có trong phần mềm Google Earth và tạo lưới điểm đo với khoảng cách trung bình là 500 m. Máy đo suất

liều xách tay INSPECTOR EXP¹ được sử dụng để đo suất liều tại điểm khảo sát kết hợp với thiết bị định vị tọa độ toàn cầu GPS (để xác định tọa độ điểm quan trắc). Trong quá trình đo, máy đo liều được vận hành liên tục, đặt song song và cách mặt đất 1 m trong suốt thời gian xạ trình. Tại vị trí đo, thiết bị được vận hành trong khoảng thời gian từ 3 đến 7 phút để đạt sự ổn định của máy trước khi thực hiện đo đạc và ghi nhận số liệu.

2.2 Phương pháp đo đạc và ghi

Phương pháp nội suy không gian Kriging (Stein, 1999) được sử dụng để xác định nồng độ bức xạ môi trường cho toàn bộ khu vực nghiên cứu. Để kết quả nội suy có sai số thấp nhất, dữ liệu đầu vào cần tuân theo qui luật phân phối chuẩn (Phan Thị San Hà và Lê Minh Sơn, 2006).

Ngoài ra, để đánh giá độ tin cậy của phương pháp nội suy Kriging, kết quả nội suy được kiểm chứng thông qua giá trị đo suất liều thực tế. Các điểm đo này độc lập so với các điểm đo được sử dụng để nội suy nồng độ bức xạ và được phân bố trên toàn vùng nghiên cứu (tập trung nhiều vào khu vực có giá trị suất liều nội suy cao) (Hình 2).



Hình 2: Vị trí điểm đo thực tế trên địa bàn quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ

2.3 Đánh giá hiện trạng an toàn bức xạ tại cơ sở y tế

Hiện trạng an toàn bức xạ (ATBX) tại các cơ sở y tế được đánh giá qua các nội dung quy định thực hiện an toàn bức xạ theo Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHCN-BYT (Bộ Khoa học Công nghệ và Bộ Y tế, 2014). Công tác đo suất liều được

thực hiện khi thiết bị X-quang hoạt động và kết quả đo đạc được đối chiếu với TCVN: 65612-1999 (Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, 1999) và Thông tư 19/2012/TT-BKHCN (Bộ Khoa học Công nghệ, 2012a) để đánh giá mức an toàn.

Căn cứ theo quy định của Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHCN-BYT và hướng dẫn đánh giá việc thực hiện ATBX tại các cơ sở y tế của Cục an toàn và bức xạ hạt nhân, nội dung đánh giá ATBX tại các cơ sở y tế có sử dụng máy X-quang trên địa bàn nghiên cứu bao gồm:

- Chấp hành các quy định về khai báo, xin cấp phép;
- Quyết định bổ nhiệm người phụ trách an toàn bức xạ;
- Người phụ trách an toàn đã có chứng chỉ nhân viên bức xạ;
- Đào tạo an toàn bức xạ cho nhân viên;
- Thực hiện theo dõi liều cá nhân cho nhân viên bức xạ;
- Trang thiết bị bảo hộ và kiểm soát ATBX;
- Quy trình hướng dẫn vận hành thiết bị an toàn;
- Công tác ứng phó sự cố bức xạ;
- Thực hiện các quy định đảm bảo an ninh nguồn bức xạ;
- Thực hiện kiểm tra chất lượng thiết bị, kiểm tra định kỳ khu vực làm việc;
- Biển cảnh báo bức xạ (thiết bị bức xạ, nơi sử dụng thiết bị bức xạ, thiết bị đang hoạt động).

Do các máy X quang được đặt trong các phòng che chắn để tránh rò rỉ tia bức xạ ra môi trường bên ngoài, nghiên cứu đã tiến hành đo suất liều tại: (i) Bốn mặt xung quanh phòng đặt máy X-quang ở vị trí cách tường 20 cm; (ii) Cửa ra vào phòng máy; và (iii) Vị trí kỹ thuật viên vận hành máy.

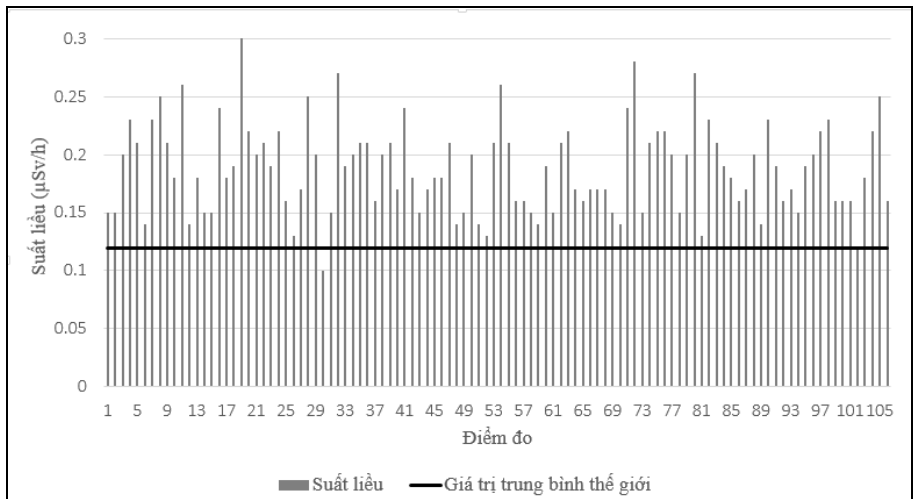
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Bản đồ bức xạ nền tự nhiên

3.1.1 Hiện trạng bức xạ tại các điểm đo

Giá trị suất liều môi trường tại các điểm đo được thể hiện ở Hình 3. Kết quả cho thấy giá trị suất liều bức xạ trung bình thu được là 0.19 $\mu\text{Sv/h}$ (với độ lệch chuẩn là 0,038) cao hơn giá trị trung bình của thế giới (0.12 $\mu\text{Sv/h}$) (IAEA, 2008). Hầu hết các điểm đo đều cho giá trị cao hơn so với giá trị trung bình của thế giới và không có điểm vượt quá giới hạn liều 0.57 $\mu\text{Sv/h}$ theo khuyến cáo của Ủy ban Quốc tế về an toàn phóng xạ (ICRP, 2000).

¹ Inspector EXP Digital Geiger Counter with External Pancake Probe;
<http://www.geigercounters.com/EXP2.htm>

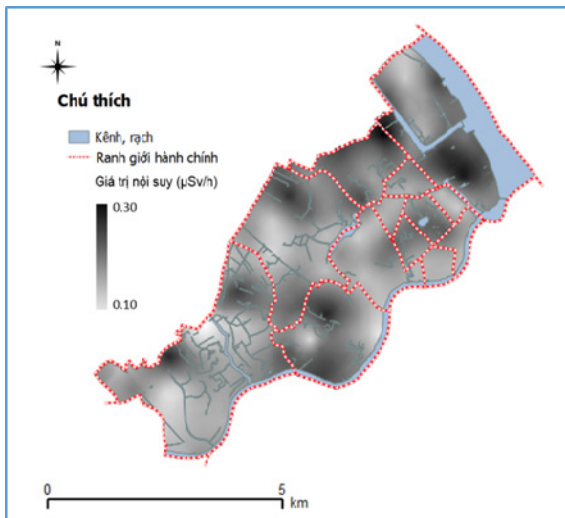


Hình 3: Suất liều đo môi trường tại khu vực nghiên cứu

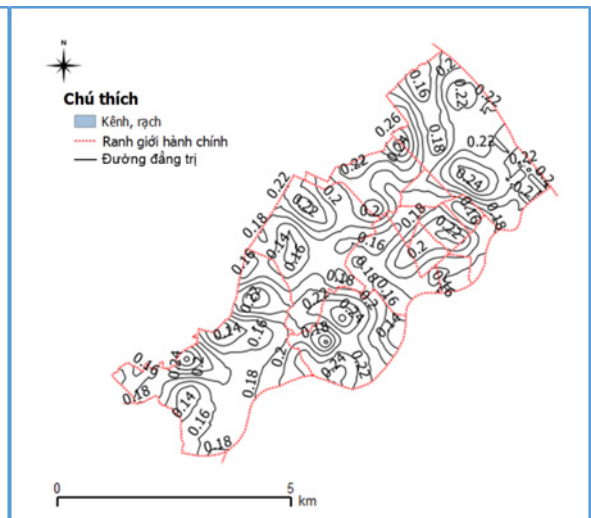
3.1.2 Bản đồ bức xạ nền tự nhiên

Suất liều bức xạ nền tự nhiên tại quận Ninh Kiều có giá trị biến động từ 0,10 đến 0,30 $\mu\text{Sv/h}$ (Hình 4 và Hình 5). Căn cứ vào mức phóng xạ trung bình của thế giới và khuyến cáo của Ủy ban Quốc tế về an toàn phóng xạ (ICRP, 2000) giới hạn liều cho công chúng không làm việc trong môi trường phóng xạ là 0,57 $\mu\text{Sv/h}$ (5 mSv/năm). Mức độ bức xạ của

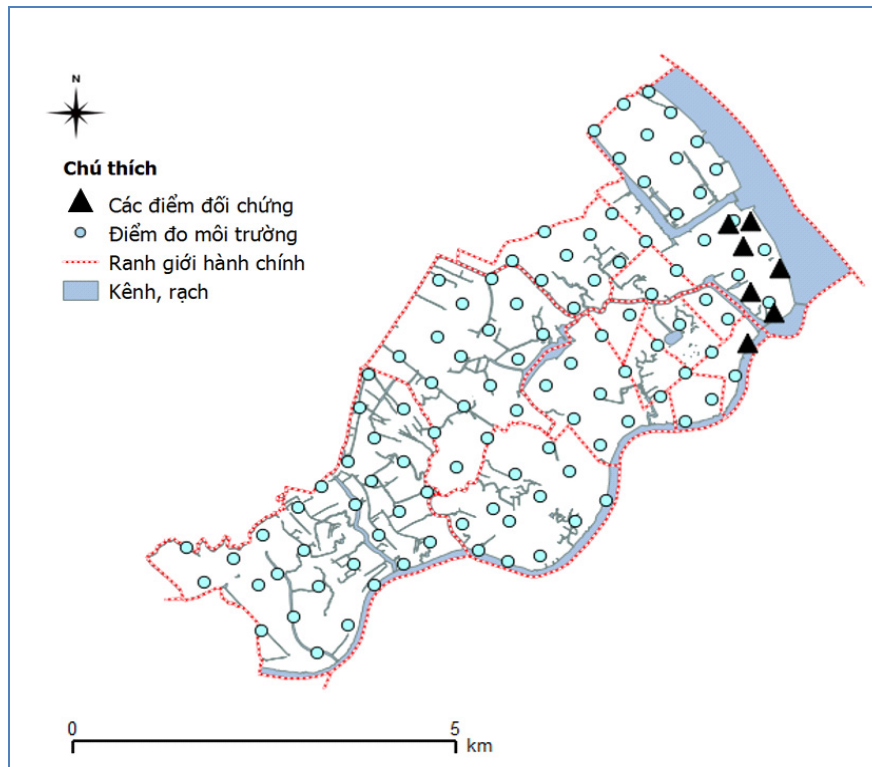
phòng môi trường quận Ninh Kiều có giá trị suất liều nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,30 $\mu\text{Sv/h}$ không ảnh hưởng đến sức khỏe cho công chúng. Hình 6 thể hiện các điểm đo kiểm chứng kết quả nội suy không gian; các điểm đo này tập trung ở khu vực có sức liều bức xạ cao. Bảng 1 thể hiện kết quả nội suy (với sai số nội suy ở các điểm đo là ± 0.035), qua đó cho thấy giá trị nội suy phù hợp với kết quả thực đo.



Hình 4: Bản đồ bức xạ nền tự nhiên



Hình 5: Phân bố không gian đường đồng



Hình 6: Vị trí các điểm đo kiểm tra

Bảng 1: So sánh kết quả nội suy và thực tế

Stt	Ký hiệu	Tọa độ	Kết quả nội suy (μSv/h)	Giá trị đo (μSv/h)
1	T1	10.04471 105.7932	0.204	0.175
2	T2	10.04177 105.7897	0.201	0.177
3	T3	10.03905 105.7925	0.198	0.191
4	T4	10.03530 105.7893	0.191	0.193
5	T5	10.04734 105.7888	0.207	0.183
6	T6	10.05046 105.7897	0.207	0.225
7	T7	10.05026 105.7872	0.207	0.187

3.2 Hiện trạng an toàn bức xạ tại các cơ sở y tế

3.2.1 Kết quả khảo sát tình hình thực hiện an toàn bức xạ tại các cơ sở y tế

Quận Ninh Kiều hiện có 18 cơ sở bức xạ y tế với 32 phòng X- quang có sử dụng máy phát tia X để phục vụ khám chữa bệnh và 90 nhân viên bức

xạ làm việc tại cơ sở. Kết quả đánh giá (Bảng 2) cho thấy, số cơ sở y tế thực hiện chưa tốt / vi phạm về ATBX là 17 (94,4%), tập trung ở 4 nội dung sau:

- Đào tạo an toàn bức xạ cho nhân viên (4): 8 cơ sở (44,4%) chưa thực hiện đào tạo về ATBX cho tất cả nhân viên.
- Thực hiện theo dõi liều cá nhân cho nhân viên bức xạ (5): 2 cơ sở (11,1%) chưa trang bị đủ liều kế cá nhân cho nhân viên bức xạ.
- Trang thiết bị bảo hộ và kiểm soát ATBX (6): 16 cơ sở (88,9%) có trang bị nhưng nhân viên không mặc yếm chì để bảo cơ thể khi vận hành máy X-quang.
- Công tác ứng phó sự cố bức xạ (8): 15 cơ sở (83,3%) không thực hiện diễn tập ứng phó sự cố bức xạ theo quy định.
- Việc vi phạm về ATBX tại các cơ sở y tế do các nguyên nhân sau:
 - Cơ sở chủ quan không cập nhật kịp thời quy định mới về lĩnh vực bức xạ. Như quy định thực hiện diễn tập ứng phó sự cố bức xạ tại cơ sở được quy định ở Thông tư 24/2012 /TT-BKHCN (Bộ Khoa học Công nghệ, 2012b) nhưng đa số cơ sở không biết quy định này.

– Nhân viên bức xạ chưa nhận thức đầy đủ, thiếu kỹ luật trong việc tuân thủ quy định ATBX. Tất cả các sở có trang bị áo chì để bảo vệ khỏi tác hại của tia X khi vận hành thiết bị X-quang nhưng

nhân viên không mặc do mặc vào không thoải mái, tâm lý chủ quan do chưa có tác hại trực tiếp xảy ra.

Chế tài xử phạt chưa cao, chưa đủ sức răn đe vi phạm; công tác thanh kiểm tra chưa triệt để.

Bảng 2: Đánh giá thực hiện ATBX tại cơ sở y tế

Tên cơ sở y tế	Đánh giá việc thực hiện các quy định ATBX										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Bệnh viện Mắt-Răng-Hàm mặt		+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện 121	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện Đa Trung ương Cần Thơ	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện Y học Cổ truyền thành phố Cần Thơ	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện Phụ sản Quốc tế Phương Châu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bệnh viện Đa khoa thành phố Cần Thơ	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Bệnh viện Ung bướu thành phố Cần Thơ	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Bệnh viện Nhi đồng thành phố Cần Thơ	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện Tai –Mũi –Họng thành phố Cần Thơ	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
Bệnh viện Trường Đại học Y Dược Cần Thơ	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
TT Chuẩn đoán Y khoa thành phố Cần Thơ	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Cty TNHH Bệnh viện Thanh Quang	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Cty TNHH Phòng khám Đa khoa Vạn Phước	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
Cty Cổ phần Khám chữa bệnh Đa khoa Hoàn Hảo	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
Cty TNHH MTV Bệnh viện Mekong Cần Thơ	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
HKD BS Mai Trọng Thích	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Phòng khám Đa khoa Nguyễn Thái Học	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Phòng khám 144	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Tổng số cơ sở: 18											
Số cơ sở thực hiện tốt: 1											
Số cơ sở thực hiện chưa tốt: 17											

Ghi chú: (+): Thực hiện đầy đủ và (-) Có thực hiện nhưng chưa đầy đủ theo quy định của Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHCN-BYT (Bộ Khoa học Công nghệ và Bộ Y tế, 2014); theo khảo sát trực tiếp trên địa bàn nghiên cứu, không có cơ sở y tế nào không thực hiện theo qui định

3.2.2 Đánh giá an toàn suất liều bức xạ tại cơ sở y tế

Do các máy X-quang y tế đều được đặt trong các phòng ốc được che chắn chì để tránh rò tia bức xạ ra môi trường nên đề tài đã tiến hành đo suất liều các mặt xung quanh phòng đặt máy X quang tại vị trí cách vách tường 20 cm, tại các cửa ra vào phòng và tại vị trí kỹ thuật viên vận hành máy. Kết quả đo liều bức xạ tại 18 cơ sở bức xạ với 32 phòng máy X-quang như sau:

Suất liều tại vị trí kỹ thuật viên vận hành máy: Từ 0,02 μ Sv/h đến 0,90 μ Sv/h .

Suất liều xung quanh phòng X-quang: Từ 0,23 μ Sv/h đến 0,50 μ Sv/h.

Giá trị đo được nằm trong giới hạn an toàn theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN: 6561-1999 (Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, 1999), Thông tư 19/2012/TT-BKHCN (Bộ Khoa học Công nghệ, 2012a). Tất cả các cơ sở bức xạ trên địa bàn quận

Ninh Kiều đều thực hiện tốt việc che chắn bức xạ bảo đảm an toàn sức liều bức xạ cho nhân viên bức xạ, người dân và môi trường xung quanh.

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đưa ra được bản đồ bức xạ nền tự nhiên môi trường và hiện trạng an toàn bức xạ tại các cơ sở y tế thuộc quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ. Giá trị phong môi trường nằm trong khoảng trung bình của thế giới, an toàn cho người dân cũng như cơ sở để tính toán, đánh giá suất liều tại các cơ sở X quang y tế. Tất cả các cơ sở bức xạ trên địa bàn quận Ninh Kiều đều thực hiện tốt việc che chắn bức xạ bảo đảm an toàn bức xạ cho nhân viên bức xạ, người dân và môi trường xung quanh. Tuy nhiên, việc tuân thủ quy định về an toàn còn một số hạn chế như: (i) Kỹ thuật viên không mặc bảo hộ an toàn khi vận hành máy X quang; (ii) Không diễn tập ứng phó sự cố nên khi xảy ra sự cố sẽ không ứng phó kịp thời.

Kết quả thu được của nghiên cứu không chỉ thể hiện nền bức xạ nền tự nhiên hiện nay của vùng được khảo sát mà còn cung cấp bộ cơ sở dữ liệu quan trọng để đánh giá và so sánh bức xạ nền tự nhiên của toàn thành phố cũng như khu vực khảo sát khi có những sự cố về bức xạ, sự cố về hạt nhân ảnh hưởng đến môi trường của thành phố Cần Thơ. Bên cạnh đó, kết quả của nghiên cứu cũng góp phần hỗ trợ công tác quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường theo quy định của Luật Năng lượng nguyên tử 2008 (Quốc hội, 2008).

Thời gian khảo sát thực địa vẫn còn hạn chế (suất liều tại mỗi điểm chỉ được đo một lần), do vậy nhóm nghiên cứu đề nghị việc khảo sát thực địa cần được thực hiện trong khoảng thời gian dài hơn và đảm bảo việc đo đạc suất liều được thực hiện lặp lại theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Khoa học Công nghệ, 2012a. Thông tư số 19/2012/TT-BKHHCN ngày 08/11/2012 quy định về kiểm soát và bảo đảm an toàn bức xạ trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng.
- Bộ Khoa học Công nghệ, 2012b. Thông tư số 24/2012/TT-BKHHCN ngày 04/12/2012 hướng dẫn lập và phê duyệt kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân cấp cơ sở và cấp tỉnh.
- Bộ Khoa học Công nghệ và Bộ Y tế, 2014. Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHHCN-BYT ngày 09/6/2014 quy định về đảm bảo an toàn bức xạ trong y tế.
- Cục Thống kê Tp.Cần Thơ, 2014. Niên giám thống kê Tp.Cần Thơ 2013.
- IAEA, 2008. Naturally occurring radioactivi material, norm V.
- ICRP, 2000. Protection of public in situations of prolonged radiation exposure; ICRP Pub 82. Oxford. Ann. ICRP.
- Nguyễn Hiếu Trung và Trương Ngọc Phương, 2011. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý trong quản lý môi trường và tài nguyên thiên nhiên. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn Trung Kiên, 2013. Xây dựng cơ sở dữ liệu về phóng xạ tại huyện Xuân Lộc, Định Quán, Tân Phú, Vĩnh Cửu của tỉnh Đồng Nai và đánh giá mức độ ảnh hưởng đến môi trường. Báo cáo tổng kết Đề tài cấp tỉnh. Trung tâm Ứng dụng Tiên bộ Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Nai.
- Noz, M. E., Maguire, G. Q., & Erwin, W. D. (2008). Radiation Protection in the Health Sciences. *Journal of Nuclear Medicine* , 49 (3), 509. doi:10.2967/jnumed.107.048264
- Oke, A. O., & Ogedengbe, K. (2013). Mapping of river water quality using inverse Ogun-Osun river basin, Nigeria. *Landscape and Environment*, 7(2), 48–62.
- Phan Thị San Hà và Lê Minh Sơn, 2007. Ứng dụng phương pháp nội suy Kriging khảo sát sự phân bố của tầng đất yếu tuổi Holocene, khu vực nội thành thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Phát triển KH&CN Sở Khoa học và Công nghệ Tp.Hồ Chí Minh*, tập 10, số 2-2007.
- Quốc hội, 2008. Luật năng lượng nguyên tử số 18/2008/QH12.
- Sở Khoa học và Công nghệ Tp.Cần Thơ, 2013. Báo cáo Công tác quản lý nhà nước về an toàn bức xạ trên địa bàn Tp.Cần Thơ.
- Stein, Michael L., 1999. Interpolation of Spatial Data: Some Theory for Kriging. Springer.
- Trần Vĩnh Phước, 2001. GIS một số vấn đề chọn lọc, Nhà xuất bản Giáo dục.
- Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, 1999. TCVN: 6561-1999 An toàn bức xạ ion hóa tại các cơ sở X quang y tế.
- UNSCEAR, 2008. Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I, An.B, pp. 229-332.