

Vai trò của vật lý y khoa trong theranostic

Roles of medical physicists in theranostic

Phạm Như Tuyền, Đặng Thanh Lương

Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

Tóm tắt

Vật lý y khoa là một thành phần không thể thiếu của đội ngũ nhân viên y tế, với nhiệm vụ đảm bảo cho việc sử dụng bức xạ an toàn và hiệu quả, nhằm đạt được mục đích chẩn đoán và điều trị. Vật lý y khoa đảm nhận các vai trò quan trọng trong các chuyên khoa chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân, xạ trị và trong bảo vệ chống bức xạ. Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ, các kỹ thuật tiên tiến đã và đang được ứng dụng ngày càng nhiều trong y tế, một trong số đó là kỹ thuật theranostic trong y học hạt nhân. Thực tế này đòi hỏi vật lý y khoa phải phát huy một cách hiệu quả vai trò và nhiệm vụ của mình để cải thiện và nâng cao chất lượng khám và chữa bệnh.

Từ khóa: Theranostic, vật lý y khoa, y học hạt nhân, y học chính xác, xạ trị trúng đích.

Summary

Medical physics is an integral part of the healthcare workforce, ensuring the safe and effective use of radiation for diagnostic and therapeutic purposes. Medical physicists play important roles in the specialities of diagnostic imaging, nuclear medicine, radiation therapy, and radiation protection. Along with the development of science and technology, advanced techniques have been applied increasingly in medicine, one of which is theranostic technique in nuclear medicine. This reality requires medical physicists to effectively promote their roles and responsibilities to improve and enhance the quality of medical procedures.

Keywords: Theranostic, medical physics, nuclear medicine, precision medicine, targeted radiotherapy.

1. Giới thiệu về vật lý y khoa

Vật lý y khoa là một nhánh của ngành vật lý, được quy định trong danh mục nghề của Việt Nam theo Quyết định số 34/2020/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, mang mã ngành số 2111. Vật lý y khoa sử dụng các nguyên tắc, kỹ thuật và phương pháp vật lý trong thực hành và nghiên cứu nhằm ngăn ngừa, chẩn đoán và điều trị bệnh, với mục đích cải thiện sức khỏe và nâng cao chất lượng cuộc sống cho con người. Nhà vật lý y khoa là một thành viên của ekip y tế, được đào tạo chuyên môn về các ứng dụng vật lý

trong y học. Công việc của họ liên quan đến việc sử dụng bức xạ ion hóa, siêu âm, từ trường, điện trường, hồng ngoại, tử ngoại, nhiệt và laser trong chẩn đoán và điều trị. Có nhiều cách phân nhóm vật lý y khoa, tuy nhiên, cách phân loại phổ biến nhất phân chia vật lý y khoa theo bốn chuyên ngành chính Chẩn đoán hình ảnh, Xạ trị, Y học hạt nhân và Bảo vệ chống bức xạ [1-4].

Theo Tổ chức Lao động Quốc tế, vật lý y khoa là một thành phần không thể thiếu của đội ngũ nhân viên y tế, với nhiệm vụ đảm bảo cho việc sử dụng bức xạ (ion hóa và không ion hóa) an toàn và hiệu quả nhằm đạt được mục đích chẩn đoán và điều trị [5]. Trong ấn phẩm IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA), vật lý y khoa được xác định là một thành

Ngày nhận bài: 06/9/2023, ngày chấp nhận đăng: 8/9/2023

Người phản hồi: Phạm Như Tuyền

Email: nhutuyen606@gmail.com - ĐH Nguyễn Tất Thành

viên của đội ngũ đa ngành (multidisciplinary team). Vai trò của vật lý y khoa trong y tế là đảm bảo cho quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh được an toàn hơn và hiệu quả hơn thông qua các nhóm công việc chính gồm (i) Hiệu chuẩn thiết bị, (ii) Đảm bảo chất lượng, (iii) Đánh giá liều lượng bức xạ và (iv) Đảm bảo an toàn bức xạ [6].

Khi khoa học và công nghệ phát triển, việc ứng dụng ngày càng nhiều các kỹ thuật tiên tiến vào y học, đòi hỏi nguồn nhân lực vật lý y khoa phải phát huy hơn nữa vai trò và trách nhiệm của mình. Ngày nay, vật lý y khoa đã không còn là những người đứng ở hậu trường nữa, họ trở thành người tư vấn cho đội ngũ nhân viên y tế, để cải thiện và nâng cao chất lượng khám và chữa bệnh [7].

Trong lĩnh vực xạ trị, vật lý y khoa giữ vai trò quan trọng trong việc phát triển và thực hiện các quy trình (i) Lập kế hoạch điều trị, đánh giá và tối ưu liều; (ii) Đảm bảo chất lượng nguồn phóng xạ và thiết bị được sử dụng tại khoa xạ trị như kiểm tra nghiệm thu và chạy thử thiết bị, hiệu chuẩn nguồn phóng xạ, xây dựng và thực hiện các quy trình kiểm tra đảm bảo chất lượng cho các thiết bị, đặc biệt khi các hệ thống xạ trị hiện đại với suất liều cao được đưa vào sử dụng, việc đảm bảo cho toàn bộ quá trình điều trị diễn ra chính xác, an toàn, hiệu quả là yêu cầu hàng đầu; (iii) Đảm bảo an toàn bức xạ cho bệnh nhân, nhân viên và dân chúng; (iv) Đào tạo và nghiên cứu khoa học, phát triển và tối ưu hóa các kỹ thuật điều trị mới; (v) Thiết kế xây dựng, mua sắm lắp đặt thiết bị mới, v.v. [8].

Trong X-quang chẩn đoán và can thiệp, vật lý y khoa đóng góp vào thực hiện và tối ưu hóa các quá trình ghi hình, trong đó tối ưu hóa chất lượng ảnh và liều bức xạ là nhiệm vụ chính. Ngoài ra, cũng như vật lý y khoa trong xạ trị, vai trò của các nhà vật lý y khoa trong chẩn đoán hình ảnh X-quang cũng được thể hiện thông qua việc đảm bảo chất lượng cho quy trình và thiết bị bức xạ được sử dụng tại khoa, đảm bảo an toàn bức xạ cho bệnh nhân, nhân viên và dân chúng. Vật lý y khoa tham gia vào đào tạo và nghiên cứu khoa học, áp dụng kiến thức của họ vào việc phát triển và tối ưu hóa các kỹ thuật ghi hình

hiện đại, đồng thời thiết kế xây dựng, tư vấn mua sắm lắp đặt thiết bị mới [8].

Y học hạt nhân là một chuyên ngành trong y tế, trong đó các nguồn phóng xạ hử được sử dụng cho các ứng dụng chẩn đoán và điều trị. Việc đánh giá liều bức xạ được phát ra từ các đồng vị phóng xạ là một trong những kỹ năng cơ bản của một nhà vật lý y khoa. Vật lý y khoa tham gia vào sản xuất đồng vị phóng xạ cũng như quản lý nguồn phóng xạ. Ngoài ra, vật lý y khoa là thành viên không thể thiếu trong đảm bảo chất lượng cho các quy trình, thiết bị ghi hình và không ghi hình trong y học hạt nhân; đảm bảo an toàn bức xạ cho bệnh nhân, nhân viên và dân chúng, quản lý chất thải phóng xạ; tính toán liều lượng cá thể hóa trong lập kế hoạch điều trị bằng hạt nhân phóng xạ [8, 9].

2. Y học chính xác và theranostic trong y học hạt nhân

Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ, đời sống vật chất được nâng cao, người ta quan tâm nhiều hơn đến việc nâng cao chất lượng khám và chữa bệnh cho con người. Chữa khỏi bệnh phải đi kèm với việc đảm bảo chất lượng sống cho người dân. Thuật ngữ “y học chính xác” (precision medicine) hay “y học cá thể hóa” (personalized medicine) là một cách tiếp cận tiên tiến, trong đó việc chẩn đoán và điều trị bệnh được thiết kế riêng cho từng cá thể bệnh nhân, có xét tới những sự khác biệt về gen, chuyển hóa bên trong cơ thể, lối sống của từng người [10].

Theranostic là thuật ngữ được hình thành từ sự kết hợp của hai từ, therapeutic (điều trị) và diagnostic (chẩn đoán). Theranostic là một kỹ thuật cá thể hóa, việc chẩn đoán và điều trị được thực hiện kết hợp. Theranostic trong y học hạt nhân là một hình thức xạ trị trúng đích, trong đó được chất phóng xạ được sử dụng cho chẩn đoán, để phát hiện, xác định vị trí và mô tả mức độ hấp thu được chất của khối u và các mô lành; sau đó, cùng loại dược chất đó được sử dụng cho điều trị. Mặc dù, kỹ thuật chẩn trị kết hợp đã được sử dụng từ những năm 1940 trong y học thông qua các quá trình điều trị các bệnh tuyến giáp với i-ốt phóng xạ, tuy nhiên thuật ngữ “theranostic” mới bắt đầu được sử dụng

từ những năm 1990. Nhờ vào những tiến bộ vượt bật trong kỹ thuật chế tạo các dược chất trúng đích, theranostic được quan tâm và sử dụng nhiều hơn trong những năm trở lại đây [11].

Trong theranostic, các chất đánh dấu/chất nhắm trúng đích được gắn với các hạt nhân phóng xạ phù hợp cho chẩn đoán (hạt nhân phát tia gamma hoặc positron) và điều trị (hạt nhân phát beta, alpha hoặc electron Auger). Thông thường, có thể sử dụng một hạt nhân phóng xạ phát đồng thời hai loại bức xạ để phục vụ cho cả ghi hình chẩn đoán và điều trị (như ^{131}I , ^{153}Sm , ^{166}Ho , ^{177}Lu , ^{186}Re , ^{188}Re) hoặc sử dụng hai hạt nhân phóng xạ (một loại cho chẩn đoán và một loại cho điều trị) kết hợp với chất đánh dấu theo cùng một phương thức. Một ví dụ điển hình để mô tả cho kỹ thuật theranostic trong y học hạt nhân là việc sử dụng các chất đánh dấu được gắn ^{68}Ga . Gallium-68 là hạt nhân phóng xạ phát positron, được sử dụng trong ghi hình PET. Các ảnh PET thu thập được, không chỉ cung cấp thông tin chẩn đoán mà còn phục vụ mục đích hướng dẫn cho quá trình điều trị sau đó với hạt nhân ^{90}Y và ^{177}Lu được gắn lên cùng chất đánh dấu đã sử dụng cho ^{68}Ga , nhằm cá thể hóa quá trình điều trị. Một số loại dược chất phóng xạ đang được nghiên cứu và triển khai trong theranostic y học hạt nhân như ^{177}Lu -PSMA để điều trị ung thư tiền liệt tuyến, ^{131}I hoặc ^{225}Ac gắn với kháng thể trong điều trị ung thư máu, $^{89}\text{Zr}/^{90}\text{Y}$ - Ibritumomab Tiuxetan trong điều trị ung thư hạch bạch huyết, v.v. [7, 12].

Không nằm ngoài xu hướng chung của thế giới, tại Việt Nam, một số bệnh viện lớn đã và đang triển khai các công tác chuẩn bị để đưa kỹ thuật theranostic áp dụng trong thực hành lâm sàng y học hạt nhân. Trong bối cảnh hiện tại, vai trò và trách nhiệm của vật lý y khoa cần được nhận thức một cách đúng đắn và đầy đủ nhằm đảm bảo cho các quy trình được hiệu quả và an toàn.

3. Vai trò của vật lý y khoa trong theranostic

Như đã đề cập, theranostic là một khái niệm còn khá mới mẻ, không chỉ ở Việt Nam mà còn ở các nước trên thế giới. Do đó, vai trò của vật lý y khoa trong lĩnh vực này vẫn chưa được xác định rõ ràng.

Ấn phẩm xuất bản năm 2021 [13] của Hội các chuyên gia y học hạt nhân Úc về vị trí việc làm và vai trò của các nhân viên y tế trong thực hành theranostic. Trong đó, Hội cho rằng vai trò của vật lý y khoa trong xạ trị bằng hạt nhân phóng xạ được thể hiện qua nhiều cấp độ. Ở cấp độ cao nhất, vật lý y khoa đảm nhận việc đảm bảo an toàn bức xạ cho việc thực hành của khoa y học hạt nhân và cho dân chúng. Cụ thể, đối với bệnh nhân điều trị với hạt nhân phóng xạ, trước khi việc điều trị diễn ra, vật lý y khoa thường đưa ra những tư vấn liên quan đến việc đảm bảo an toàn bức xạ cho nhân viên và dân chúng khi tiếp xúc với bệnh nhân tiếp nhận điều trị bằng hạt nhân phóng xạ. Sau quá trình điều trị, vật lý y khoa tư vấn về thời gian xuất viện của bệnh nhân, cũng như những lưu ý về lưu trú sau khi bệnh nhân xuất viện. Vật lý y khoa tư vấn xây dựng các kế hoạch ứng phó với các sự cố/tai nạn có thể xảy ra trong quá trình thực hành lâm sàng như đổ, vỡ dụng cụ chứa dược chất phóng xạ. Trong theranostic, vật lý y khoa là người hiểu rõ toàn bộ quy trình làm việc, từ khâu phác thảo kế hoạch điều trị với dược chất phóng xạ cho đến chuẩn liều chính xác, và quản lý chất thải phóng xạ sau điều trị.

Đối với kỹ thuật điều trị truyền thống bằng cách sử dụng hạt nhân phóng xạ, hoạt độ của dược chất phóng xạ hoặc đồng vị phóng xạ đưa vào cơ thể bệnh nhân là cố định cho mọi bệnh nhân, hoặc được lấy trung bình dựa trên cân nặng của bệnh nhân. Phương pháp này có thể dẫn tới việc quá liều hoặc thiếu liều cho bệnh nhân, làm giảm hiệu quả điều trị. Trong kỹ thuật theranostic, hình ảnh y học hạt nhân (PET hoặc SPECT) ngoài mục đích chẩn đoán, còn được sử dụng để phân tích định lượng sự phân bố của các chất đánh dấu trong khối u và mô lành. Từ đó, hoạt độ của dược chất phóng xạ dùng cho điều trị được tính toán riêng cho từng bệnh nhân [14].

Như vậy, trong theranostic, vật lý y khoa ngoài việc đảm bảo chất lượng cho thiết bị, đảm bảo an toàn bức xạ cho bệnh nhân, nhân viên và dân chúng, họ còn phải là các chuyên gia am hiểu về các nguyên tắc ghi hình định lượng, để thực hiện tính toán sự phân bố của chất đánh dấu trong ảnh định lượng y học hạt nhân và tư vấn liều lượng điều trị

phù hợp cho từng bệnh nhân. Đồng thời, vật lý y khoa cùng với ekip làm việc gồm bác sĩ, kỹ thuật viên và các nhân viên khác, thực hiện đánh giá hiệu quả điều trị trong các kỹ thuật theranostic, đề ra các phương án thay thế, bổ sung nhằm mang đến lợi ích cao nhất cho người bệnh.

Ở một khía cạnh khác, có thể thấy trong thời đại bùng nổ công nghệ thông tin, các ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) đã và đang tiếp cận đến hầu hết các lĩnh vực đời sống, trong đó có y tế. Một lần nữa, vật lý y khoa - nguồn lực là cầu nối giữa khoa học công nghệ và y tế, phải nhanh chóng tiếp cận với xu hướng phát triển này và phát huy vai trò của mình trong công cuộc nâng cao chất lượng và hiệu quả khám chữa bệnh. Trong một báo cáo của Beyer và cộng sự vào năm 2021 cũng đã khẳng định, trước sự phát triển mạnh mẽ của AI, vật lý y khoa phải nhanh chóng nắm bắt được những tiến bộ này, và phát huy vai trò lãnh đạo của mình trong việc ứng dụng AI vào lâm sàng [9].

Khi nhận định về vai trò của vật lý y khoa, ông Bozidar Casar - nhà Vật lý y khoa từ Viện Nghiên cứu Ung thư Slovenia cho rằng *"Khi các nhà vật lý y khoa bị đẩy ra bên lề đội ngũ y tế khám chữa bệnh, thì chính điều này có thể sẽ gây ra những hậu quả nghiêm trọng đối với bệnh nhân"* [15]. Có thể thấy, vật lý y khoa là một thành viên không thể thay thế được trong ekip y tế tại các chuyên khoa chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân, xạ trị và đơn vị bảo vệ chống bức xạ. Tuy nhiên, để khẳng định được vai trò của mình, vật lý y khoa phải có khả năng thích ứng với sự phát triển nhanh chóng của khoa học và công nghệ, không ngừng trau dồi và nâng cao kiến thức cũng như kỹ năng để bắt kịp xu hướng phát triển trong lĩnh vực liên quan trực tiếp đến công việc của mình. Để đạt được mục tiêu đó, các chương trình đào tạo vật lý y khoa cần đạt được các tiêu chuẩn, cung cấp đầy đủ những kiến thức và kỹ năng cần thiết để thể hệ các nhà vật lý y khoa trong tương lai có khả năng giải quyết được những vấn đề, những thách thức trong thời đại mới.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành (NTTU) đã nghiên cứu xây dựng chương trình đào tạo vật lý y khoa từ năm 2015.

Ngày 31/8/2017, NTTU nhận được quyết định số 3167/QĐ-BGDĐT cho phép trường đào tạo thí điểm ngành vật lý y khoa trình độ đại học hệ chính quy. Đây là một bước ngoặt quan trọng đối với NTTU nói riêng và Việt Nam nói chung, nhằm phục vụ nhu cầu của đất nước và từng bước hiện thực hóa các văn bản pháp luật đã được ban hành liên quan đến nhu cầu nguồn nhân lực vật lý y khoa trong y tế.

4. Kết luận

Khi khoa học công nghệ ngày càng phát triển, để chăm sóc tốt hơn cho người bệnh, y học là sự kết hợp của một đội ngũ đa ngành nghề, mà mỗi nhóm ngành là một mảnh ghép với những đặc trưng ngành nghề riêng biệt, không thể thay thế, nhằm đảm bảo cho toàn bộ hệ thống y tế hoạt động hiệu quả và an toàn. Trong theranostic, các nhà vật lý y khoa ngoài vai trò đảm bảo chất lượng cho các thiết bị và đảm bảo an toàn bức xạ, họ còn là các chuyên gia về ghi hình định lượng, thực hiện tính toán sự phân bố của các dược chất phóng xạ trong hình ảnh y học hạt nhân và tư vấn kế hoạch điều trị tối ưu, nhằm mang đến lợi ích cao nhất cho người bệnh.

Tài liệu tham khảo

1. IOMP (2023) *Medical physics*. International Organization for Medical Physics. <https://www.iomp.org/medical-physics/> (accessed 2023).
2. IAEA (2023) *Medical physics*. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org/resources/hhc/medical-physics> (accessed 2023).
3. COMP (2023) What is medical physics?" Canadian Organization of Medical Physicists. <https://comp-ocpm.ca/english/about-comp/what-is-medical-physics/what-is-medical-physics.html> (accessed 2023).
4. EFOMP (2023) *What is medical physics?* European Federation of Organisations for medical physics. <https://www.efomp.org/index.php?r=pages&id=public> (accessed 2023).
5. Office IL (2012) *International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08): Structure, group definitions and correspondence tables*. International Labour Office.

6. IAEA I (2014) *Safety standards series no. GSR part 3*. ed: International Basic Safety Standards, IAEA Vienna, 2014.
7. Ng KH et al (2021) *Medical physics contributes to the advancement in medicine*. ASM Sc. J 14.
8. Atomenergie-Organisation I (2013) *Roles and responsibilities, and education and training requirements for clinically qualified medical physicists*. Internat. Atomic Energy Agency, 2013.
9. Beyer T et al (2021) *Medical physics and imaging - a timely perspective*. 9: Frontiers Media SA, 2021, p. 634693.
10. FDA (2023) *Precision medicine*. U.S. Food & Drug Administration. <https://www.fda.gov/medical-devices/in-vitro-diagnostics/precision-medicine> (accessed 2023).
11. Oh JS (2020) *Nuclear medicine physics: Review of advanced technology*. Progress in Medical Physics 31(3): 81-89.
12. Yeong CH, Cheng MH, Ng KH (2014) *Therapeutic radionuclides in nuclear medicine: Current and future prospects*, Journal of Zhejiang University. Science 15(10): 845.
13. AANMS (2021) *Australasian Association of Nuclear Medicine Specialists (AANMS) Theranostics Position Statement*. Australasian Association of Nuclear Medicine Specialists.
14. Könik A, O'Donoghue JA, Wahl RL, Graham MM, Van den Abbeele AD (2021) *Theranostics: The role of quantitative nuclear medicine imaging*. in Seminars in Radiation Oncology 31(1): 28-36.
15. IAEA (2023) *Medical physics: Supporting the profession and practise in Europe*. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org/newscenter/news/medical-physics-supporting-the-profession-and-practise-in-europe> (accessed 2023).