

# KẾT QUẢ GIẢI PHÁP TỰ ĐỘNG HOÁ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ ĐO MẬT ĐỘ XƯƠNG BẰNG TIA X NĂNG LƯỢNG KÉP TẠI BỆNH VIỆN ĐẠI HỌC Y HÀ NỘI

Bùi Mỹ Hạnh<sup>1,2,✉</sup>, Vương Thị Ngân<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Y Hà Nội

Nghiên cứu nhằm phát triển giải pháp tự động hóa trong nhận định kết quả mật độ xương bằng phương pháp hấp thụ tia X năng lượng kép (Dual Energy X-Ray Absorptiometry - DEXA). Nghiên cứu ứng dụng hàm Javascript phát triển giải pháp tự động hóa trong nhận định kết quả từ 7/2018 đến 6/2023 tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội. Thử nghiệm ứng dụng trên 100 đối tượng một cách ngẫu nhiên theo cả phương pháp thủ công và tự động rồi áp dụng thực tế cho 38.323 đối tượng. Kết quả cho thấy dữ liệu được chuẩn hóa, mã hóa dưới dạng số và chuỗi. Giao diện ứng dụng là phiếu kết quả đo mật độ xương số hóa dạng file HTML. Tốc độ phân tích của nhóm tự động là  $1,05 \pm 0,09$  phút nhanh hơn đáng kể so với nhóm thủ công là  $10,06 \pm 0,15$  phút với  $p < 0,001$ . Độ chính xác của trả lời kết quả tự động đạt 98% cao hơn so với kết quả trả lời thủ công đạt 75% ở giai đoạn thử nghiệm. Thời gian trả lời kết quả tự động được rút ngắn 9,9 lần, tiết kiệm được 5.982 giờ làm việc, đạt độ chính xác tổng thể 100% lưu trữ được 9,9 triệu điểm dữ liệu so với trả lời thủ công khi triển khai thực tiễn. Nghiên cứu đã xây dựng và phát triển giải pháp tự động hỗ trợ quá trình trả lời kết quả nhanh chóng, hiệu quả, tin cậy, tạo được bộ dữ liệu chuẩn về mật độ xương bằng tia X năng lượng kép.

**Từ khóa:** Mật độ xương, loãng xương, đo mật độ xương, hấp thụ tia X năng lượng kép, DEXA, hệ thống trả lời kết quả tự động.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Loãng xương là bệnh đặc trưng bởi khối lượng xương thấp, sự suy giảm mô xương và phá vỡ vi kiến trúc của xương, dẫn đến tổn hại sức mạnh xương và tăng nguy cơ gãy xương. Gãy xương liên quan đến loãng xương không chỉ gây mất khả năng tự lập mà còn làm tăng nguy cơ tàn tật và tử vong, với tỷ lệ tử vong lần lượt là 9% và 36% trong một tháng và một năm sau các biến cố gãy xương.<sup>1</sup> Theo Hội Loãng xương Thành phố Hồ Chí Minh, hiện số người loãng xương ở Việt Nam khoảng 3,6

triệu người. Trong tương lai, với sự gia tăng tuổi thọ trung bình, sẽ gia tăng đáng kể tỷ lệ loãng xương và tỷ lệ gãy xương có liên quan đến loãng xương.<sup>1</sup>

Đo mật độ xương bằng phương pháp DEXA được coi là tiêu chuẩn vàng để tầm soát và chẩn đoán loãng xương bằng cách đo mật độ khoáng xương (bone mineral density - BMD) ở các vị trí cột sống thắt lưng, xương đùi hoặc một phần ba dưới xương cẳng tay. Tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội, DEXA được sử dụng để chẩn đoán loãng xương, dự đoán nguy cơ gãy xương, đánh giá, theo dõi hiệu quả điều trị và là một trong những xét nghiệm sàng lọc quan trọng khi người bệnh khám sức khỏe định kỳ.<sup>1-3</sup> Các phiếu trả lời kết quả đo mật độ xương chứa trung bình 260 điểm dữ liệu (data point) bao

Tác giả liên hệ: Bùi Mỹ Hạnh

Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

Email: buimyhanh@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 21/09/2023

Ngày được chấp nhận: 17/10/2023

gồm 14 điểm dữ liệu thông tin đối tượng, 32 - 44 điểm dữ liệu số và 150 - 200 ký tự kết luận (tùy thuộc vị trí đo). Nếu phân tích, trả lời thủ công, cần nhập, phân tích và đưa ra nhận xét đầy đủ các thông số cũng như các kết luận. Những hoạt động này gây tốn thời gian và không thể tránh khỏi sai sót, đặc biệt trong tình hình số lượng người bệnh ngày càng gia tăng.<sup>4,5</sup> Bên cạnh đó, các dữ liệu đo mật độ xương là một dạng dữ liệu không dicom, chỉ được lưu trữ trên thiết bị đo hoặc đẩy lên hệ thống thông tin bệnh viện (Hospital Information System - HIS) dưới dạng file ảnh, pdf, chưa kể đến không phải cơ sở khám chữa bệnh nào cũng có thể đầu tư máy đo mật độ xương có phần mềm kết nối tương thích với HIS với chi phí khoảng hơn 2 tỷ đồng/máy. Việc dữ liệu chưa được số hóa, lưu trữ gây khó khăn trong tích hợp, trích xuất, phân tích dữ liệu để hỗ trợ chẩn đoán, điều trị, dự phòng loãng xương. Vậy làm thế nào để ứng dụng công nghệ thông tin trong nhận định kết quả mật độ xương nhanh chóng, chính xác và tin cậy? Trên thế giới, nhiều công cụ hỗ trợ chẩn đoán tự động, lưu trữ, chia sẻ dữ liệu mật độ xương cho hệ thống quản lý y tế cho thấy hiệu quả rõ rệt rút ngắn thời gian trả lời kết quả từ 3 - 5 lần, đạt độ chính xác tổng thể lên đến 98,8%.<sup>6-9</sup> Tuy nhiên, tại Việt Nam hiện nay, chúng tôi chưa thấy có công bố nào về việc tự động hóa trong nhận định kết quả mật độ xương. Vì vậy, mục tiêu nghiên cứu nhằm mô tả kết quả phát triển giải pháp tự động hóa trong nhận định kết quả mật độ xương bằng phương pháp DEXA tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Đối tượng

- Giai đoạn thử nghiệm: Chọn ngẫu nhiên 100 đối tượng đo mật độ xương bằng phương pháp DEXA được đánh giá bằng sử dụng công cụ trả lời tự động và thủ công.

- Giai đoạn triển khai thực tiễn: Chọn mẫu thuận tiện, toàn bộ 38.323 đối tượng đo mật độ xương bằng phương pháp DEXA tại Khoa Thăm dò chức năng, Bệnh viện Đại học Y Hà Nội từ tháng 7/2018 đến tháng 6/2023, kết quả liên tục được đánh giá, so sánh để kịp thời phát hiện các sai số.

### 2. Phương pháp

#### *Thiết kế nghiên cứu*

Nghiên cứu mô tả cắt ngang sử dụng hàm Javacript để phát triển ứng dụng tự động hóa trong nhận định kết quả mật độ xương.

#### *Thời gian và địa điểm*

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 7/2018 đến tháng 6/2023 tại Khoa Thăm dò chức năng, Bệnh viện Đại học Y Hà Nội.

#### *Mô tả ứng dụng*

Giải pháp tự động hoá được tích hợp ngay trên hệ thống HIS và bệnh án điện tử của bệnh viện. Ngay khi nhập số liệu từ bản báo cáo kết quả của máy đo mật độ xương bằng phương pháp DEXA, hệ thống đã tự động xử lý dữ liệu và kết xuất ngay lập tức nhận xét, kết luận về mật độ xương của đối tượng, đồng thời sao lưu dữ liệu vào hệ thống HIS, bệnh án điện tử của bệnh viện.

#### *Biến số*

- Các giá trị mật độ xương: BMD, T-score, tham chiếu đỉnh (peak reference - PR), Z-score và tham chiếu độ tuổi (age matched - AM).

- Thời gian trả lời kết quả bao gồm thời gian nhập số liệu, kiểm tra, chỉnh sửa câu kết luận.

- Các lỗi thường gặp trong quá trình trả lời kết quả mật độ xương được định nghĩa tại bảng 1.

#### *Quy trình*

- Chuẩn hoá, mã hoá các dữ liệu của kĩ thuật đo mật độ xương. Bảng mã "Các chẩn đoán hình ảnh và nội soi" hiện chưa có mã đầu vào cho dịch vụ đo mật độ xương.<sup>10</sup> Để số hóa phiếu kết quả thực hiện dịch vụ đo mật độ

xương, nhóm nghiên cứu đề xuất bổ sung các mã từ L01 đến L36 cho các chỉ số đầu vào.

- Ứng dụng công cụ Javascript để hỗ trợ tính toán và tự đối chiếu, nhận định các thông số đo được từ máy đo mật độ xương và tự động trích xuất kết luận dựa vào các số liệu khi được nhập trực tiếp trên hệ thống.

- Thử nghiệm, kiểm tra trên 100 kết quả đo trước khi đưa vào triển khai đồng loạt.

- Triển khai thực tế, tích hợp với HIS và bệnh án điện tử, định kỳ trích xuất, kiểm tra dữ liệu để hình thành được cơ sở dữ liệu chuẩn về mật độ xương.

#### **Xử lý và phân tích số liệu**

Kết quả được kiểm tra, đánh giá lại bằng các bác sĩ chuyên khoa có thâm niên công tác và

chúng chỉ hành nghề Thăm dò chức năng. Quá trình đánh giá tạo ra một báo cáo mới, so sánh với báo cáo tự động của hệ thống. Sự khác biệt giữa 2 nhóm về dữ liệu số và kết luận, thời gian được ghi lại bao gồm cả các nguyên nhân có thể ảnh hưởng kết quả.

Sử dụng các phép thống kê mô tả và so sánh sự khác biệt giữa nhóm sử dụng công cụ trả lời tự động và nhóm trả lời thủ công dựa vào test kiểm định Independent sample T-test.

### **3. Đạo đức nghiên cứu**

Nghiên cứu đã được sự chấp thuận của Hội đồng đạo đức Trường Đại học Y Hà Nội (số quyết định 563/GCN-HĐĐĐNCYSH-ĐHYHN ngày 30/9/2021).

**Bảng 1. Định nghĩa các lỗi gặp phải trong quá trình trả lời kết quả đo mật độ xương**

<b>Tên lỗi</b>	<b>Định nghĩa</b>
Lỗi nhập sai số liệu	Nhập sai bất kì từ một số liệu trở lên trong các giá trị
Lỗi sai chính tả khi viết kết luận	Sai chính tả bất kì từ một từ trở lên
Kết luận theo T-score ở người dưới 30 tuổi	T-score dùng để đánh giá ở nhóm từ 30 tuổi trở lên
Kết luận theo Z-score ở người từ 30 tuổi trở lên	Z-score dùng để đánh giá ở nhóm dưới 30 tuổi
Lỗi không hiển thị kết luận sau khi nhập số liệu	Không xuất hiện dòng kết luận ở vị trí bất kì sau khi đã nhập đủ số liệu
Lỗi nhận định sai từ một kết luận trở lên khi nhập đúng số liệu	Nội dung kết luận bị sai khi nhập đúng số liệu

## **III. KẾT QUẢ**

### **1. Giao diện làm việc**

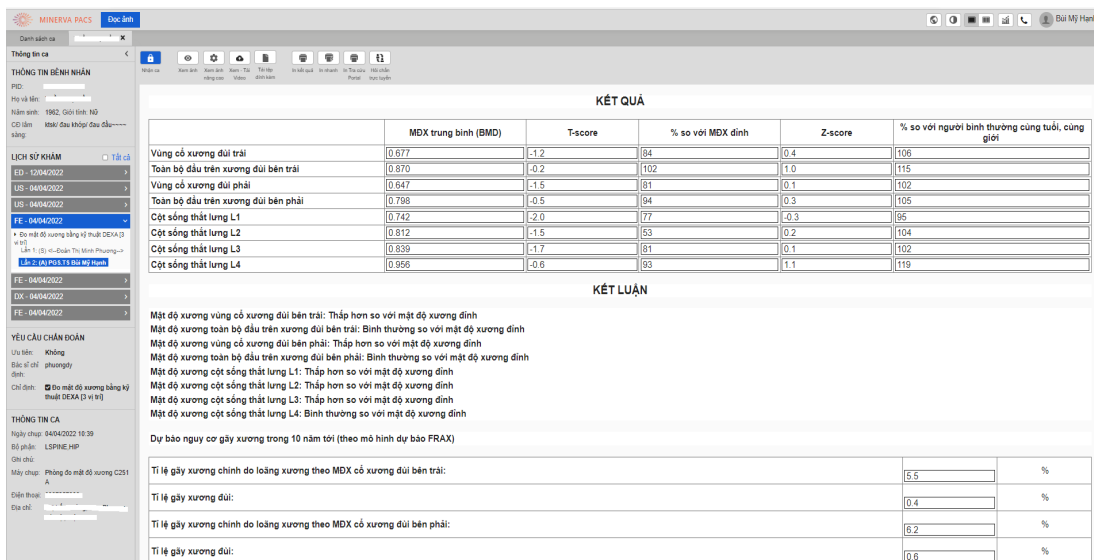
Giao diện làm việc sẵn sàng cho nhập, phân tích, lưu trữ, trích xuất được cài đặt trên hệ thống HIS và bệnh án điện tử như hình 1.

### **2. Giai đoạn thử nghiệm**

Số lượng điểm dữ liệu cần nhập của 2 nhóm được thể hiện ở bảng 2.

Đối với phiếu trả lời thủ công, tổng số điểm dữ liệu cần nhập từ 182 đến 244 thông số và ký tự (tùy từng vị trí đo). Sau khi áp dụng hệ thống trả lời tự động, dữ liệu cần nhập rút xuống còn tối đa 44 thông số. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,001$ .

Thời gian nhập, trả lời kết quả của 2 nhóm khi thử nghiệm trên 100 đối tượng được so sánh trong bảng 3.



Hình 1. Hình minh họa giao diện hệ thống trả lời kết quả tự động

Bảng 2. Số điểm dữ liệu cần nhập của hai nhóm

Số điểm dữ liệu cần nhập	Ký tự	Nhóm thủ công	Nhóm tự động	p < 0,001
		(n = 100)	(n = 100)	
	Số	150 - 200	0	
	Số	32 - 44	32 - 44	

Bảng 3. Thời gian trả lời kết quả khi áp dụng thử nghiệm

Giai đoạn thử nghiệm	Nhóm thủ công (n = 100)	Nhóm tự động (n = 100)	p
Thời gian trả lời kết quả trung bình (phút)	10,06 ± 0,15	1,05 ± 0,09	< 0,001
Tổng thời gian trả lời kết quả (phút)	1.006	104,5	< 0,001
Thời gian tiết kiệm (t <sub>thủ công</sub> - t <sub>tự động</sub> )		901,5 phút (15 giờ)	

Thời gian trả lời kết quả trung bình của nhóm sử dụng hệ thống trả lời tự động là 1,05 ± 0,09 phút nhanh hơn đáng kể so với nhóm thủ công là 10,06 ± 0,15 phút (p < 0,001). Thời gian trả lời kết quả của nhóm sử dụng hệ thống trả lời

tự động rút ngắn 9,6 lần so với nhóm thủ công, tiết kiệm được 15 giờ làm việc.

Tỷ lệ các lỗi thường gặp trong quá trình trả lời kết quả mật độ xương giữa 2 nhóm được thể hiện trong bảng 4.

**Bảng 4. Tỷ lệ các lỗi gặp phải khi trả lời thủ công và tự động**

Tên lỗi	Nhóm thủ công (n = 100)	Nhóm tự động (n = 100)	p
Lỗi nhập sai số liệu	8 (8%)	2 (2%)	0,03
Lỗi sai chính tả khi viết kết luận	10 (10%)	0 (0%)	0,03
Kết luận theo T-score ở người dưới 30 tuổi	1 (1%)	0 (0%)	-
Kết luận theo Z-score ở người từ 30 tuổi trở lên	1 (1%)	0 (0%)	-
Lỗi không hiển thị kết luận sau khi nhập số liệu	0 (0%)	0 (0%)	-
Lỗi nhận định sai từ 1 kết luận trở lên khi nhập đúng số liệu	5 (5%)	0 (0%)	0,07
Tổng số lỗi sai	25 (25%)	2 (2%)	0,003
Độ chính xác tổng thể	75%	98%	0,003

Các lỗi nhập sai số liệu, sai chính tả, nhận định sai kết luận là các lỗi thường gặp nhất ở nhóm thủ công. Trong nhóm trả lời kết quả tự động, tỷ lệ lỗi nhập sai số liệu chiếm tỷ lệ cao nhất (2%). Tổng số lỗi sai của nhóm trả lời tự động và nhóm trả lời thủ công lần lượt là 2% và 25%. Độ chính xác tổng thể của nhóm tự động

đạt mức 98%.

### 3. Đánh giá hiệu quả thực tế khi áp dụng thường quy giai đoạn 7/2018 - 6/2023

Thời gian trả lời kết quả và độ chính xác tổng thể của 2 nhóm khi áp dụng thường quy được thể hiện ở bảng 5.

**Bảng 5. Thời gian trả lời kết quả và độ chính xác tổng thể khi áp dụng thường quy**

Giai đoạn 7/2018 - 6/2023	Nhóm thủ công (n = 38.323)	Nhóm tự động (n = 38.323)	p
Thời gian trả lời kết quả trung bình (phút)	10,42 ± 0,40	1,05 ± 0,15	< 0,001
Tổng thời gian trả lời kết quả (phút)	399.124	40.175	< 0,001
Thời gian tiết kiệm ( $t_{\text{thủ công}} - t_{\text{tự động}}$ )		358.949 phút (5.982 giờ)	
Độ chính xác tổng thể (%)	78	100	0,003

Thời gian trả lời kết quả của nhóm sử dụng hệ thống trả lời tự động rút ngắn 9,9 lần so với nhóm thủ công, tiết kiệm được 5.982 giờ làm

việc. Độ chính xác tổng thể của hệ thống đạt 100% nếu không có các lỗi liên quan đến hạ tầng đường internet trực trực, gián đoạn chung.

#### 4. Xây dựng bộ dữ liệu chuẩn

Số điểm dữ liệu được lưu trữ thể hiện ở bảng 6.

**Bảng 6. Số điểm dữ liệu được lưu trữ của 2 nhóm giai đoạn 7/2018 - 6/2023**

Loại dữ liệu	Nhóm thủ công (n = 38.323)	Nhóm tự động (n = 38.323)	p
Thông tin đối tượng	14	14	-
Các chỉ số mật độ xương	0	32 - 44	< 0,001
Nhận định, kết luận về mật độ xương	0	150 - 200	< 0,001
Điểm dữ liệu được lưu trữ	536.522	9.887.334	< 0,001

Hệ thống trả lời kết quả tự động đã xây dựng bộ dữ liệu chuẩn về mật độ xương của 38.323 đối tượng tương đương với hơn 9,9 triệu điểm dữ liệu được lưu trữ dưới dạng dicom trên hệ thống HIS lớn hơn hẳn phương pháp thủ công đã đánh mất toàn bộ số dữ liệu chuyên môn về mật độ xương.

#### IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng hệ thống trả lời tự động chính xác và hiệu quả trong việc hỗ trợ nhận định kết quả mật độ xương. Hệ thống sử dụng đơn giản mà không cần mã hóa phức tạp gây khó hiểu cho người dùng. Ngay sau khi nhập số liệu từ bản báo cáo kết quả của máy mật độ xương bằng phương pháp DEXA, hệ thống đã xử lý dữ liệu và kết xuất ngay lập tức kết luận về mật độ xương của đối tượng, đồng thời sao lưu dữ liệu vào hệ thống HIS, bệnh án điện tử.

Thế mạnh vượt trội của hệ thống trả lời kết quả tự động là rút ngắn tối đa thời gian trả lời kết quả. Thời gian trung bình từ khi bắt đầu nhập dữ liệu đến khi tạo ra một phiếu trả lời kết quả hoàn chỉnh, chính xác chỉ mất 1,05 phút, ngắn hơn 9,6 lần so với trả lời thủ công (10,06 phút). Su Hwan Kim và cộng sự (2020) cũng chỉ ra rằng thời gian trả lời kết quả ngắn hơn đối

với mẫu báo cáo có cấu trúc ở cả bác sĩ chuyên khoa và bác sĩ đa khoa so với khi gõ văn bản tự do, trung bình là 2,7 phút (bác sĩ chuyên khoa: 2,7; bác sĩ đa khoa: 2,7) và 6,1 phút (bác sĩ chuyên khoa: 5,0; bác sĩ đa khoa: 7,5).<sup>6</sup> Nghiên cứu của I-Ta Tsai và cộng sự (2015) cho thấy rằng thời gian trung bình dành cho việc tạo báo cáo ở nhóm tự động và thủ công lần lượt là 264 và 1452 giây ( $p < 0,001$ ).<sup>9</sup> Khi số lượng người bệnh ngày càng tăng, nhu cầu được chăm sóc và sàng lọc sức khỏe càng lớn thì yêu cầu về thời gian chờ đợi càng đòi hỏi rút ngắn. Điều này liên quan trực tiếp đến hiệu quả chăm sóc người bệnh, tính chuyên nghiệp của nhân viên y tế và đánh giá chất lượng bệnh viện đi đôi với tiêu chí hướng tới sự hài lòng của người bệnh.

Độ chính xác tổng thể của hệ thống trả lời kết quả tự động cao hơn so với trả lời thủ công thể hiện sự tin cậy gần như tuyệt đối với kết quả thu được, trong khi nguyên nhân gây lỗi chủ yếu là các nguyên nhân chủ quan như nhập sai số liệu của kỹ thuật viên (2%) và không ghi nhận trường hợp nhập đúng số liệu mà sai kết luận cuối cùng. Tuy nhiên, khi xảy ra lỗi "số liệu nhập đã thay đổi", không thể tạo kết luận tự động, việc kết luận thủ công là cần thiết, trên thực tế thì lỗi này cực kỳ hiếm gặp trừ một số tình huống hệ thống phần mềm đọc kết quả



có lỗi làm ảnh hưởng gián tiếp đến câu duyệt điều kiện để đưa ra kết luận. Một số lỗi hay gặp khác khi đọc thủ công là nhận định sai giá trị T-score hoặc Z-score dựa theo phân loại lứa tuổi (từ 30 trở lên và dưới 30 tuổi) cũng không gặp phải trong nhận định kết quả tự động. Một lỗi sai xuất hiện trong trả lời thủ công đó là nhận định kết quả sai trong khi số liệu nhập đúng, đây được coi là một lỗi nghiêm trọng hơn là chỉ nhập sai số liệu vì nó dẫn đến thay đổi kết luận cuối cùng của mật độ xương người bệnh, đồng nghĩa với việc dẫn đến các sai lầm trong chẩn đoán và điều trị. I-Ta Tsai và cộng sự (2015) nghiên cứu trên 5120 bản đo cho thấy độ chính xác tổng thể của nhóm trả lời tự động và thủ công lần lượt là 98,8% và 93,7% ( $p < 0,001$ ).<sup>9</sup> Theo Su Hwan Kim và cộng sự (2020), chất lượng báo cáo tổng thể được đánh giá cao hơn đáng kể đối với nhóm trả lời mẫu có cấu trúc so với nhóm trả lời mẫu tự do ( $p < 0,001$ ) với tỷ lệ lần lượt là 96% so với 79%.<sup>6</sup>

Bằng cách tích hợp ngay trên hệ thống HIS và bệnh án điện tử của bệnh viện, toàn bộ dữ liệu đã được chuyển thành dicom, sao chép và lưu trữ có hệ thống, thuận lợi cho tra cứu, truy xuất, chia sẻ và nghiên cứu. Từ cơ sở hệ thống này, xu hướng mở rộng và nâng cấp phần mềm nhận định kết quả mật độ xương tự động dựa vào truyền dữ liệu trực tiếp của các máy đo mật độ xương bằng phương pháp DEXA sẽ có nhiều hứa hẹn cho việc sử dụng kho dữ liệu khổng lồ, xu hướng ngày càng tăng để nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo dự báo nguy cơ loãng xương trong tương lai.

## V. KẾT LUẬN

Hệ thống trả lời kết quả mật độ xương tự động được xây dựng đảm bảo hỗ trợ quá trình trả lời kết quả nhanh chóng, hiệu quả và tin cậy. Giai đoạn thử nghiệm, tốc độ báo cáo của nhóm tự động ( $1,05 \pm 0,09$  phút) nhanh hơn đáng kể so với nhóm thủ công ( $10,06 \pm 0,15$  phút) ( $p <$

$0,001$ ). Độ chính xác tổng thể của kết quả trả lời tự động đạt 98% cao hơn so với kết quả trả lời thủ công đạt 75%. Thời gian trả lời kết quả tự động được rút ngắn 9,9 lần, tiết kiệm được 5.982 giờ làm việc, đạt độ chính xác tổng thể 100%, lưu trữ được hơn 9,9 triệu điểm dữ liệu so với trả lời thủ công khi triển khai thực tiễn.

## Lời cảm ơn

Xin cảm ơn phòng Công nghệ thông tin – Bệnh viện Đại học Y Hà Nội, công ty cổ phần công nghệ ISOFH, công ty cổ phần giải pháp công nghệ Minerva đã đồng hành cùng Khoa và nhóm nghiên cứu trong thực hiện và hoàn thành đề tài này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. My Hanh Bui, Dao Xuan Thanh, Long Quynh Khuong, et al. Evaluation of community-based screening tools for the early screening of osteoporosis in postmenopausal Vietnamese women. *PloS one*. 2021;17(4):e0266452.
2. Bùi Mỹ Hạnh, Lê Quốc Việt. Nghiên cứu giá trị mật độ xương và chỉ số dự báo nguy cơ gãy xương theo mô hình FRAX. *Tạp chí Y học thực hành*. 2015;989:37-40.
3. Nguyễn Thị Hạnh, Bùi Mỹ Hạnh. Đánh giá mối liên quan giữa giá trị mật độ xương với cấu trúc khối cơ thể ở phụ nữ trưởng thành trên 18 tuổi. *Tạp chí Y học thực hành*. 2015;989:62-65.
4. Bùi Mỹ Hạnh, Nguyễn Thị Thùy Trang. Đánh giá kết quả ứng dụng hệ thống trả lời kết quả tự động trong kỹ thuật đo chỉ số tim-mắt cá chân (CAVI) và chỉ số huyết áp cổ chân-cánh tay (ABI). *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2020;497(số đặc biệt):19-26.
5. Bùi Mỹ Hạnh. Nghiên cứu xây dựng và triển khai hệ thống hỗ trợ chẩn đoán tự động lưu trữ và trả lời kết quả đo chức năng hô hấp cho hệ thống quản lý thông tin y tế. *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2020;497(số đặc biệt):26-35.
6. Kim S H, Sobez L M, Spiro J E, et al.

Structured reporting has the potential to reduce reporting times of dual-energy X-ray absorptiometry exams. *BMC musculoskeletal disorders*. 2020;21(1):248.

7. Lee Y H, Song H T, Suh J S. Quantitative computed tomography (QCT) as a radiology reporting tool by using optical character recognition (OCR) and macro program. *J Digit Imaging*. 2012;25(6):815-818.

8. M Iv, M R Patel, A Santos, Y S Kang. Informatics in radiology: use of a macro scripting editor to facilitate transfer of dual-energy X-ray absorptiometry reports into an existing

departmental voice recognition dictation system. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2011;31(4):1181-1189.

9. I Ta Tsai, Meng-Yuan Tsai, Ming-Ting Wu, Clement Chen. Development of an Automated Bone Mineral Density Software Application: Facilitation Radiologic Reporting and Improvement of Accuracy. *Journal of digital imaging*. 2015;29.

10. Bộ Y tế. Quyết định số 4069/2001/QĐ-BYT ngày 28/9/2001 của Bộ Y tế về việc ban hành mẫu hồ sơ bệnh án. 2001.

## Summary

### EFFECTIVENESS OF AUTOMATIC INTERPRETATION FOR BONE MINERAL DENSITY MEASUREMENT BY DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY AT HANOI MEDICAL UNIVERSITY HOSPITAL

The objective of this study was to research and develop an automatic solution for interpreting the results of bone mineral density using the Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA). The Javascript function was applied in automatic solution development for interpreting bone mineral density results from 7/2018 - 6/2023 at Hanoi Medical University Hospital. In the trial period, both methods were applied randomly to 100 subjects. In the practical phase, the solution was applied to 38,323 subjects. Our results show that data is normalized and encoded as numbers and strings. The application interface is a digitized bone density measurement result sheet in the form of an HTML file. In the trial period, the reporting speed of the automatic group ( $1.05 \pm 0.09m$ ) was faster compared to the manual group ( $10.06 \pm 0.15m$ ), the difference was statistically significant ( $p < 0.001$ ). The overall accuracy of automatic responses (98%) was higher than the manual responses (75%). The duration of automatic results interpretation is shortened 9.9 times which saves 5,982 working hours, achieves 100% overall accuracy, and stores 9.9 million data points in comparison with manual interpretation for real time implementation. The study has developed an automatic solution to support the process of interpreting result in a quick, reliable and efficient way which creates a standard data set of bone mineral density.

**Keywords:** Bone mineral density, osteoporosis, Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, DEXA, automated BMD reporting system.