

ARTIFICIAL INTELLIGENCE–DRIVEN MODEL FOR DETERMINING INTERNAL QUALITY CONTROL ANALYTICAL RANGES IN CLINICAL BIOCHEMISTRY: IMPLEMENTATION AT LE VAN THINH HOSPITAL

Nguyen Thi Nhan^{1*}, Le Quoc Bao¹, Nguyen Nhu Y¹, Tran Qui Phuong Linh²

¹Medical Laboratory Faculty, Nguyen Tat Thanh University -

300A Nguyen Tat Thanh, Xom Chieu Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Department of Hematology - Blood Transfusion, Le Van Thinh Hospital -

130 Le Van Thinh, Binh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received: 08/09/2025

Revised: 25/09/2025; Accepted: 21/10/2025

ABSTRACT

Objective: Determine the internal quality control analysis ranges of some biochemical tests based on an AI technology application model.

Subject and method: This retrospective study analyzed Internal Quality Control (IQC) and External Quality Assessment (EQA) data of 10 clinical chemistry parameters, including: Glucose, AST, ALT, GGT, Uric Acid, Urea, Creatinine, Cholesterol, HDL, and Triglycerides, over a three-month period (March–May 2025) at the Department of Biochemistry, Le Van Thinh Hospital, using the Atellica CH930 system. Data processing was performed with Microsoft Excel for basic statistical calculations and AI Power BI for dashboard visualization, coefficient of variation (CV), bias, and Sigma metrics. The internal quality control analytical ranges were determined based on P_{edc} and $MaxE(N_{uf})$.

Results: Among the evaluated assays, 6 out of 10 achieved (ALT, AST, Glucose, HDL-Cholesterol, Triglycerid, Acid Uric) a Sigma level > 6 , corresponding to an analytical run size of 10,000 tests. One assay (Creatinine) demonstrated a Sigma level of 5, with a run size of 400 tests. Two assays (Cholesterol, GGT) reached a Sigma level of 4, corresponding to a run size of 333 tests. Notably, one assay (Urea) exhibited a Sigma level < 3 , with the analytical run size limited to only 28 tests.

Conclusion: This research demonstrated the potential of integrating artificial intelligence into internal quality control, enhancing the accuracy of method performance evaluation and enabling the determination of appropriate analytical ranges for individual assays. The AI-based model represents a significant step aligned with the global trend of digital transformation in healthcare, offering broad potential for application within laboratory systems in Vietnam and Worldwide.

Keywords: Internal Quality Control Limits, Sigma, Power BI.

*Corresponding author

Email: ntnhan@ntt.edu.vn **Phone:** (+84) 907995905 **Https://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD19.3538**

NGHIÊN CỨU TRIỂN KHAI MÔ HÌNH CÔNG NGHỆ AI TRONG XÁC ĐỊNH KHOẢNG PHÂN TÍCH NỘI KIỂM CHẤT LƯỢNG XÉT NGHIỆM HÓA SINH TẠI BỆNH VIỆN LÊ VĂN THỊNH

Nguyễn Thị Nhạn^{1*}, Lê Quốc Bảo¹, Nguyễn Như Ý¹, Trần Quý Phương Linh²

¹Khoa Kỹ thuật Xét nghiệm Y học, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành -
Số 300A Nguyễn Tất Thành, P. Xóm Chiếu, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Khoa Hóa sinh - Huyết học Truyền máu, Bệnh viện Lê Văn Thịnh -
130 Lê Văn Thịnh, P. Bình Trưng, Tp. Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận: 08/09/2025

Ngày sửa: 25/09/2025; Ngày đăng: 21/10/2025

TÓM TẮT

Mục tiêu: Xác định khoảng phân tích nội kiểm một số xét nghiệm hóa sinh dựa trên mô hình ứng dụng công nghệ AI.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu hồi cứu dữ liệu nội kiểm (IQC) và ngoại kiểm (EQA) của 10 thông số xét nghiệm hóa sinh bao gồm: Glucose, AST, ALT, GGT, Acid Uric, Ure, Creatinine, Cholesterol, HDL-Cholesterol, Triglycerid trong 3 tháng (3–5/2025) tại Khoa Hóa sinh – Bệnh viện Lê Văn Thịnh trên hệ thống Atellica CH930. Dữ liệu được xử lý bằng Excel - tính toán thống kê cơ bản và AI Power BI - xây dựng dashboard trực quan, phân tích CVw%, Bias%, Sigma; xác định khoảng phân tích nội kiểm dựa trên Pedc và MaxE(Nuf)..

Kết quả: 6/10 xét nghiệm (ALT, AST, Glucose, HDL-Cholesterol, Triglycerid, Acid Uric) đạt mức hiệu năng “xuất sắc”, khoảng phân tích bằng 10.000 xét nghiệm. 1/10 xét nghiệm (Creatinine) đạt mức hiệu năng “rất tốt”, khoảng phân tích bằng 400. 2/10 xét nghiệm (Cholesterol, GGT) có mức hiệu năng “tốt”, khoảng phân tích bằng 333 xét nghiệm. Có 1/10 xét nghiệm (Urea) có mức hiệu năng “không tốt”, khoảng phân tích giới hạn còn 28 xét nghiệm.

Kết luận: Khoảng tham chiếu cho các chỉ số huyết học được thiết lập và đánh giá tại bệnh viện Lê Văn Thịnh.

Từ khóa: Khoảng phân tích nội kiểm, Sigma, Power BI.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xét nghiệm hóa sinh giữ vai trò trung tâm trong chẩn đoán, điều trị và theo dõi bệnh nhân, với khoảng 70% quyết định lâm sàng dựa trên kết quả xét nghiệm. Tuy nhiên, sai số có thể xảy ra trong cả ba giai đoạn trước, trong và sau xét nghiệm, trong đó giai đoạn trước và sau chiếm đến 49–73% và 18–47% tổng sai số [1]. Nội kiểm truyền thống hiện nay thường được thực hiện cố định 24 giờ/lần, dẫn đến nguy cơ bỏ sót các sai lệch tạm thời, ảnh hưởng đến độ chính xác và an toàn người bệnh. Trong bối cảnh yêu cầu ngày càng cao về chuẩn hóa chất lượng xét nghiệm theo yêu cầu của Bộ Y tế và tiêu chuẩn ISO, việc đổi mới phương pháp kiểm soát chất lượng là cần thiết [2],[3]. Trí tuệ nhân tạo (AI) và công cụ phân tích dữ liệu Power BI đã được chứng minh là có khả năng

nâng cao hiệu quả giám sát, trực quan hóa dữ liệu và hỗ trợ ra quyết định trong y học [4]. Đặc biệt, AI cho phép xác định khoảng phân tích nội kiểm động, thay thế cho giới hạn tĩnh truyền thống, từ đó phản ánh đúng hiệu năng của từng xét nghiệm. Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu năng một số xét nghiệm hóa sinh và xây dựng mô hình AI hỗ trợ xác định khoảng phân tích nội kiểm tại Bệnh viện Lê Văn Thịnh.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

*Tác giả liên hệ

Email: ntnhan@ntt.edu.vn Điện thoại: (+84) 907995905 <https://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD19.3538>

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu: 3 tháng (3-5/2025) tại Khoa Hóa sinh – Bệnh viện Lê Văn Thịnh.

2.3. Đối tượng nghiên cứu: 10 thông số xét nghiệm hóa sinh. Mẫu nội kiểm đồng khô thường mại (mức 2, mức 3) của hãng Randox, phân tích thường quy 1 lần/24 giờ tại 2 mức nồng độ. Dữ liệu mẫu ngoại kiểm từ chương trình ngoại kiểm chất lượng xét nghiệm Hóa sinh.

2.4. Cỡ mẫu, chọn mẫu: Tất cả dữ liệu nội kiểm (IQC) và ngoại kiểm (EQA) 10 thông số xét nghiệm hóa sinh.

2.5. Biến số nghiên cứu: Glucose, AST, ALT, GGT, Acid Uric, Ure, Creatinine, Cholesterol, HDL-Cholesterol, Triglycerid, điểm Sigma, CV%, mức hiệu năng, khoảng phân tích.

2.6. Kỹ thuật, công cụ và quy trình thu thập số liệu: phân tích chỉ số hệ số biến thiên (CVw%), độ chệch (Bias%), điểm Sigma theo công thức $\text{Sigma} = ((\text{T}Ea\% - |\text{Bias}\%|) / (\text{CV}\%) \times 100\%$.

2.7. Xử lý và phân tích số liệu: Dữ liệu được xử lý bằng Excel - tính toán thống kê cơ bản và AI Power BI - xây dựng dashboard trực quan, phân tích CVw%, bias%, Sigma; xác định khoảng phân tích nội kiểm dựa trên Pedc và MaxE(Nuf).

2.8. Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc, các bước của Hội đồng đạo đức và được sự chấp thuận, phê duyệt tại Quyết định số 95/HĐĐĐ-BVLVT của Hội đồng Đạo đức trong NCYSH Cấp cơ sở của Bệnh viện Lê Văn Thịnh.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xác định hiệu năng phương pháp các xét nghiệm hóa sinh bằng công nghệ AI

Bảng 1. Giá trị Sigma và CVw% trung bình 10 xét nghiệm Hóa sinh

Xét nghiệm	Mức độ			
	2		3	
	Điểm Sigma	CV TB	Điểm Sigma	CV TB
ALT	8,40	1,69	9,39	1,51
AST	10,79	1,73	12,59	1,48
CHOL	5,25	1,67	4,63	1,89
CREA	5,76	2,06	7,34	1,62
GGT	4,85	3,06	5,15	2,89
GLUC	9,22	0,87	7,16	1,12
HDL	9,71	2,93	8,68	3,28
TRIG	6,76	3,05	12,18	1,70
URE	2,65	1,40	2,85	1,31
URIC	12,27	1,25	11,23	1,36

Có 9/10 xét nghiệm đạt mức Sigma > 3 ở cả 2 mức nồng độ. 1/10 xét nghiệm (Urea) có Sigma < 3 ở cả 2 mức nồng độ. Ở mức nồng độ 2, giá trị Sigma nhỏ nhất 2,65 (Urea), giá trị Sigma cao nhất 12,27 (Acid Uric). Ở mức nồng độ 3, giá trị Sigma nhỏ nhất 2,85 (Urea), giá trị Sigma cao nhất 12,59 (AST) (Bảng 1 và Hình 1).

Điểm Sigma và CVw (%)

Mức độ	2		3	
Tên xét nghiệm	Điểm Sigma	CV_TB	Điểm Sigma	CV_TB
ALT	8.40	1.69	9.39	1.51
AST	10.79	1.73	12.59	1.48
CHOL	5.25	1.67	4.63	1.89
CREA	5.76	2.06	7.34	1.62
GGT	4.85	3.06	5.15	2.89
GLUC	9.22	0.87	7.16	1.12
HDL	9.71	2.93	8.68	3.28
TRIG	6.76	3.05	12.18	1.70
URE	2.65	1.40	2.85	1.31
URIC	12.27	1.25	11.23	1.36

Hình 1. Hình ảnh mô phỏng dashboard của giá trị Sigma và CVw% trung bình trong Power BI

Bảng 2. Phân loại mức hiệu năng theo Sigma 10 xét nghiệm hóa sinh

Xét nghiệm	Sigma		Sigma lựa chọn	Mức hiệu năng
	Mức 2	Mức 3		
ALT	8,4	9,39	8,4	Xuất sắc
AST	10,79	12,59	10,79	Xuất sắc
CHOL	5,25	4,63	4,63	Tốt
CREA	5,76	7,34	5,76	Rất tốt
GGT	4,85	5,15	4,85	Tốt
GLUC	9,22	7,16	7,16	Xuất sắc
HDL	9,71	8,68	8,68	Xuất sắc
TRI	6,76	12,18	6,76	Xuất sắc
URE	2,65	2,85	2,65	Không tốt
URIC	12,27	11,23	11,23	Xuất sắc

Bảng 2 cho thấy 6/10 xét nghiệm đạt mức hiệu năng “xuất sắc” (ALT, AST, Glucose, HDL, Triglycerid, Acid Uric), 1/10 xét nghiệm đạt mức hiệu năng “rất tốt” (Creatinine), 2/10 xét nghiệm đạt mức hiệu năng “tốt” (Cholesterol, GGT), 1/10 xét nghiệm (Urea) đạt mức hiệu năng “không tốt” (Hình 2).

Hiệu năng

Tên xét nghiệm	Điểm Sigma	Mức độ	Hiệu năng
ALT	8.40	2	Xuất sắc
ALT	9.39	3	Xuất sắc
AST	10.79	2	Xuất sắc
AST	12.59	3	Xuất sắc
CHOL	5.25	2	Rất tốt
CHOL	4.63	3	Tốt
CREA	5.76	2	Rất tốt
CREA	7.34	3	Xuất sắc
GGT	4.85	2	Tốt
GGT	5.15	3	Rất tốt
GLUC	9.22	2	Xuất sắc
GLUC	7.16	3	Xuất sắc
HDL	9.71	2	Xuất sắc
HDL	8.68	3	Xuất sắc
TRIG	6.76	2	Xuất sắc
TRIG	12.18	3	Xuất sắc
URE	2.65	2	Không tốt
URE	2.85	3	Không tốt
URIC	12.27	2	Xuất sắc
URIC	11.23	3	Xuất sắc

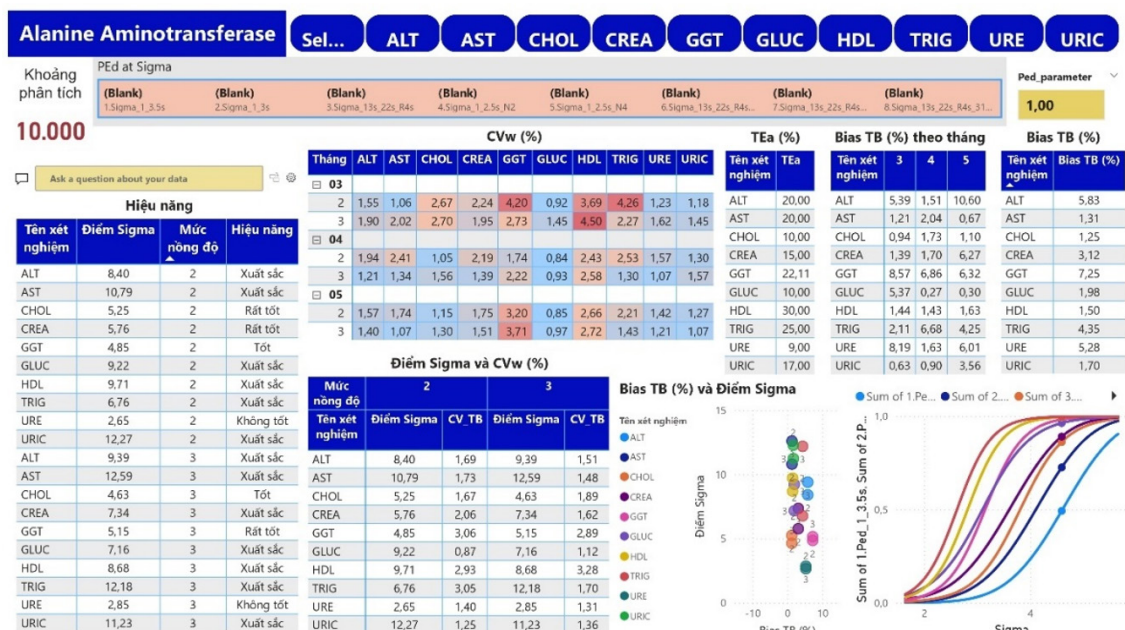
Hình 2. Hình ảnh mô phỏng dashboard của phân loại mức hiệu năng 10 xét nghiệm hóa sinh trong Power BI

3.2. Khoảng phân tích nội kiểm một số xét nghiệm hóa sinh bằng công nghệ AI

Bảng 3. Khoảng phân tích của 10 xét nghiệm hóa sinh

Xét nghiệm	Pedc	MaxE(Nuf)	Khoảng phân tích
ALT	1,00	0,01	10000
AST	1,00	0,01	10000
CHOL	0,90	0,30	333
CREA	0,92	0,25	400
GGT	0,90	0,30	333
GLUC	1,00	0,01	10000
HDL	1,00	0,01	10000
TRI	1,00	0,01	10000
URE	0,52	3,57	28
URIC	1,00	0,01	10000

Bảng 3 cho thấy có 6/10 xét nghiệm có mức Sigma > 6 (ALT, AST, Glucose, HDL, Triglycerid, Acid Uric) khoảng phân tích 10.000 xét nghiệm. 1/10 xét nghiệm có mức Sigma = 5 (Creatinine) khoảng phân tích 400 xét nghiệm. 2/10 xét nghiệm có Sigma = 4 (Cholesterol, GGT) với khoảng phân tích bằng 333 xét nghiệm. 1/10 xét nghiệm có Sigma < 3 (Urea) khoảng phân tích được thu hẹp đáng kể chỉ còn 28 xét nghiệm (Hình 3).



Hình 3. Hình mô phỏng dashboard kết quả nghiên cứu triển khai mô hình công nghệ AI trong xác định khoảng phân tích nội kiểm chất lượng xét nghiệm Hóa sinh tại Bệnh viện Lê Văn Thịnh

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu sử dụng TEa theo nguồn CLIA với giá trị TEa là 9,0 đối với xét nghiệm Urea điểm Sigma thu được ở cả hai mức nồng độ nội kiểm đều dưới 3. Kết quả nghiên cứu tương đồng với kết quả nghiên cứu của Gyorfı I. và cộng sự (2021) khi so sánh phương pháp xét nghiệm giữa máy phân tích hóa sinh Atellica CH 930 với Cobas 6000 c501 và Architect ci4100. Các xét nghiệm trên máy Atellica CH 930 đạt mức hiệu năng “chấp nhận được” đến “xuất sắc” theo nguồn TEa của CLIA cho tất cả các xét nghiệm, ngoại trừ Urea đạt mức hiệu năng “không tốt” (mức nồng độ 2 và 3) [5]. Tuy nhiên, điểm nổi bật ở nghiên cứu này không chỉ dừng lại ở việc đánh giá so sánh mức hiệu năng của các xét nghiệm một cách thông thường là dựa vào QC truyền thống, sử dụng các thuật toán cơ bản tính toán các giá trị thống kê mà là ứng dụng công nghệ AI vào hệ thống QC thông minh nhằm mục đích kiểm soát lỗi cũng như dự đoán các cảnh báo sớm cho hệ thống, và đây cũng là xu hướng của thế giới nói chung và Việt nam nói riêng. Cụ thể trên thế giới cũng đã có những nghiên cứu bước đầu tiếp cận ứng dụng công nghệ AI vào kiểm soát chất lượng thông minh. Các hệ thống quản lý chất lượng thông minh như Intelligent Quality Management 2 (iQM 2) đã chứng minh khả năng nâng cao đáng kể độ chính xác và độ đúng trong phân tích xét nghiệm, đặc biệt ở các thông số khí máu động mạch. Nghiên cứu Tang H. và cộng sự (2025) “Đánh giá hiệu năng phân tích của hệ thống quản lý chất lượng thông minh trên máy phân tích khí máu” cho thấy iQM 2 giúp duy trì giá trị Sigma trung bình cao hơn so với chế độ QC truyền thống, nhờ cơ chế giám sát theo thời gian thực và nhận diện mẫu để phát hiện, đồng thời tự động điều chỉnh lỗi ngay khi xảy ra. Khả năng phát hiện lỗi và rủi ro sớm là một ưu điểm nổi bật của AI trong QC. Chẳng hạn, hệ thống GEM Premier 5000 sử dụng iQM 2 đã ghi nhận khả năng phát hiện lỗi trong khoảng 1,46% mẫu bệnh phẩm, bao gồm các tình huống phức tạp như lỗi hấp thụ, cục máu đông vi thể hay nhiều từ chất lạ [6].

Khoảng phân tích là số lượng mẫu bệnh nhân tối đa có thể được phân tích giữa hai lần nội kiểm liên tiếp. Nếu khoảng phân tích dài, nguy cơ kết quả sai không phát hiện được sẽ tăng. Kết quả nghiên cứu này cho thấy 6/10 xét nghiệm có mức Sigma > 6 (ALT, AST, Glucose, HDL, Triglycerid, Acid Uric), đạt hiệu năng “xuất sắc”, với mức hiệu năng này, xét nghiệm có xác suất xảy ra lỗi rất thấp, chỉ khoảng 3,4 lỗi/1 triệu xét nghiệm. Do đó, khoảng phân tích được mở rộng đáng kể, lên đến 10.000 xét nghiệm giữa hai lần nội kiểm. Điều này phản ánh khả năng kiểm soát tốt sai số ngẫu nhiên và hệ thống, đồng thời giúp giảm tần suất nội kiểm, tiết kiệm chi phí và thời gian vận hành mà vẫn duy trì độ tin cậy của kết quả xét nghiệm. 1/10 xét nghiệm có mức Sigma = 5 (Creatinine), đạt mức hiệu năng “rất tốt”, trong trường hợp này khoảng phân tích phù hợp là 400 xét

nghiệm, 2/10 xét nghiệm có Sigma = 4 (Cholesterol, GGT), đạt mức hiệu năng “tốt”, với khoảng phân tích bằng 333 xét nghiệm. Tại mức này, rủi ro không phát hiện được lỗi hệ thống hoặc sai số tăng lên nếu kiểm soát chất lượng không đủ chặt. Vì vậy, các xét nghiệm nhóm này cần áp dụng chiến lược kiểm soát nghiêm ngặt hơn, chẳng hạn tăng số mức QC, áp dụng kết hợp nhiều quy tắc Westgard và theo dõi sát biến động hàng ngày của QC để ngăn chặn lỗi tích lũy. 1/10 xét nghiệm có Sigma < 3 (Urea), đạt mức hiệu năng “không tốt”, trong trường hợp này khoảng phân tích được thu hẹp đáng kể, chỉ còn 28 xét nghiệm, cho thấy xét nghiệm có xác suất sai sót cao, khả năng phát hiện lỗi thấp và cần nội kiểm rất chặt. Kết quả của nghiên cứu tương đồng với nghiên cứu của Peng S.Q. và cộng sự (2021), với kết quả xét nghiệm Ca, Cl có mức Sigma < 3 áp dụng khoảng phân tích bằng 45. Các xét nghiệm có Sigma = 4 có khoảng phân tích bằng 200. Các xét nghiệm có mức Sigma = 5 áp dụng khoảng phân tích bằng 450. Các xét nghiệm có mức Sigma cao (> 6) được áp dụng khoảng phân tích bằng 1000 [7]. Hiện nay, tại Việt Nam việc triển khai ứng dụng công nghệ AI vào công tác kiểm soát chất lượng chưa nhiều và đây cũng là một trong những nghiên cứu đầu tiên mà nhóm tác giả nghiên cứu và ứng dụng thực tế tại bệnh viện với hi vọng giảm gánh nặng giám sát hệ thống chất lượng cho phòng xét nghiệm và từ đó giúp phòng xét nghiệm tập trung nguồn lực vào các xét nghiệm ít ổn định nhằm tiết kiệm chi phí nguồn lực và thời gian. Hiệu quả của việc ứng dụng công nghệ AI cũng đã được chứng minh bằng các mô hình đã được triển khai ở một số nghiên cứu như: Nghiên cứu Dong X. và cộng sự (2024) với kết quả mô hình AI-PBRTQC chứng minh là hiệu quả hơn so với PBRTQC truyền thống [8]. Thay vì dựa hoàn toàn vào ngưỡng QC cố định, AI-PBRTQC áp dụng các kỹ thuật học máy để tự động lựa chọn thông số QC tối ưu, chẳng hạn như xác định phạm vi loại trừ dữ liệu. Nhờ vậy, hệ thống đạt được độ chính xác cao hơn và tỷ lệ dương tính giả thấp hơn trong phát hiện sai lệch. AI-PBRTQC cho thấy độ nhạy vượt trội trong nhận diện sai lệch hiệu chuẩn hoặc xu hướng phân tích so với IQC định kỳ. Thậm chí, AI-PBRTQC còn có khả năng phát hiện các rủi ro chất lượng liên quan đến thuốc thử (thời gian mở nắp, thay đổi lô hoặc nhà sản xuất), và đặc biệt vẫn duy trì hiệu quả cao ngay cả với số lượng mẫu bệnh nhân nhỏ [8].

5. KẾT LUẬN

Thông qua phân tích dữ liệu nội kiểm và ngoại kiểm trong 3 tháng, nghiên cứu cho thấy khả năng đánh giá hiệu năng phương pháp xét nghiệm một cách chính xác, nhanh chóng và có hệ thống với sự hỗ trợ của mô hình AI. Dữ liệu dashboard cho thấy AI đã đạt được bước tiến đáng kể trong việc phân tích hiệu năng và xác định khoảng phân tích nội

kiểm. Trong đó, 6/10 xét nghiệm (ALT, AST, Glucose, HDL-Cholesterol, Triglycerid, Acid Uric) đạt mức Sigma > 6 mức hiệu năng “xuất sắc”, khoảng phân tích bằng 10.000 xét nghiệm; 1/10 xét nghiệm (Creatinine) đạt mức Sigma = 5 mức hiệu năng “rất tốt”, khoảng phân tích bằng 400; 2/10 xét nghiệm (Cholesterol, GGT) có mức Sigma = 4 mức hiệu năng “tốt” với khoảng phân tích bằng 333 xét nghiệm; 1/10 xét nghiệm (Urea) có mức Sigma < 3 mức hiệu năng “không tốt” khoảng phân tích giới hạn còn 28 xét nghiệm.

Nghiên cứu đã xây dựng được khoảng phân tích nội kiểm cho từng xét nghiệm dựa trên thang điểm Sigma và công nghệ AI, khoảng phân tích nội kiểm được xác định chính xác và linh hoạt hơn. Nghiên cứu đã chứng minh tiềm năng của việc tích hợp công nghệ AI vào kiểm soát chất lượng nội kiểm, tăng độ chính xác trong đánh giá hiệu năng phương pháp và xác định khoảng phân tích phù hợp cho từng xét nghiệm. Mô hình AI là bước tiến phù hợp với xu hướng chuyển đổi số y tế, mở ra tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong hệ thống xét nghiệm tại Việt Nam nói riêng và Thế giới nói chung.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V. Dugad, S. Deshmukh, A. Bhosale, et al. Pre-analytical and post-analytical errors in the clinical laboratory: A systematic review. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 2022, 13(9)
- [2] Bộ Y tế. Thông tư số 01/2013/TT-BYT ngày 11/01/2013: Hướng dẫn thực hiện quản lý chất lượng xét nghiệm tại cơ sở khám bệnh, chữa bệnh. Hà Nội: Bộ Y tế; 2013.
- [3] International Organization for Standardization. ISO 15189: 2022 Medical Laboratories Requirements for Quality and Competence. ISO; 2022.
- [4] Microsoft. Power BI documentation 2023, <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/>, 2023. Accessed
- [5] I. Györfi, K. Pál, I.B. Mănescu, et al. Atellica CH 930 chemistry analyzer versus Cobas 6000 c501 and Architect ci4100-a multi-analyte method comparison. *Revista Romana de Medicina de Laborator*, 2021, 29(4):421-438.
- [6] H. Tang, Y. Xiao, H. Luo, et al. Analytical performance evaluation of intelligent quality management of blood gas analyzer. *Practical Laboratory Medicine*, 2025:e00480.
- [7] S.Q. Peng, J.F. Zhang, W.Q. Zhou, et al. Practical application of Westgard Sigma rules with run size in analytical biochemistry processes in clinical settings. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 2021, 35(3):e23665.
- [8] X. Dong, X. Meng, B. Li, et al. Comparative study on the quality control effectiveness of AI-PBRTQC and traditional PBRTQC model in identifying quality risks. *Biochemia Medica*, 2024, 34(2)