



Review Article

Overview of AI Agent Applications in Hospital Pharmacy Operations

Phan Quoc Anh¹, Ngo Thi Kim Cuc^{1,2}, Do Thuy Linh¹, Le Ba Hai¹,
Nguyen Thanh Hai^{1,*}, Nguyen Duc Long³, Nguyen Thi Dua³,
Nguyen Huyen Thu³, Vu Thu Ha³, Nguyen Dang Phuong Anh⁴

¹Hanoi University of Pharmacy, Le Thanh Tong, Cua Nam, Hanoi, Vietnam

²Hue University of Medicine and Pharmacy, Hue University, Ngo Quyen, Thuan Hoa, Hue, Vietnam

³Saint Paul Hospital, Chu Van An, Ba Dinh, Hanoi, Vietnam

⁴Central Military Hospital 108, Tran Hung Dao, Hai Ba Trung, Hanoi, Vietnam

Received 04th January 2026

Revised 29th January 2026; Accepted 5th March 2026

Abstract: The rapid emergence of Large Language Models (LLMs) has catalyzed significant opportunities for digital transformation in healthcare. However, existing chatbot tools remain constrained by their passive nature and inability to execute complex, multi-step tasks. This paper provides a comprehensive overview of the paradigm shift from passive Artificial Intelligence (AI) to AI Agents and ultimately to autonomous AI, a system capable of self-reliance, reasoning, and using tools to solve problems without constant human intervention. In the field of hospital pharmacy, AI Agents are driving breakthroughs through proactive supply chain management, autonomous robotic systems, and, most notably, support for drug information and clinical pharmacy activities. Advanced frameworks such as TxAgent and Multi-Agent Systems (MAS) have demonstrated superior performance in optimizing therapeutic regimens, personalizing dosages, and automating pharmacovigilance workflows compared to standalone models. Despite this potential, implementation in Vietnam faces critical challenges regarding data standardization, technical infrastructure, and regulatory frameworks. The paper concludes that while AI Agents will become indispensable assistants to pharmacists, a strategic investment and structured training approach are essential to fully realize their potential in clinical settings.

Keywords: Artificial Intelligence, AI Agent, Autonomous Agent, Multi-Agent system, hospital pharmacy, clinical pharmacy.

* Corresponding author.

E-mail address: haint@hup.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4922>

Tổng quan về ứng dụng AI Agent trong hoạt động Dược bệnh viện

Phan Quốc Anh¹, Ngô Thị Kim Cúc^{1,2}, Đỗ Thuỳ Linh¹, Lê Bá Hải¹,
Nguyễn Thành Hải^{1,*}, Nguyễn Đức Long³, Nguyễn Thị Dừa³,
Nguyễn Huyền Thư³, Vũ Thu Hà³, Nguyễn Đặng Phương Anh⁴

¹Trường Đại học Dược Hà Nội, Lê Thánh Tông, Cửa Nam, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Y-Dược, Đại học Huế, Ngô Quyền, Thuận Hoá, Huế, Việt Nam

³Bệnh viện Xanh Pôn, Chu Văn An, Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam

⁴Bệnh viện Trung ương Quân đội 108, Trần Hưng Đạo, Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 24 tháng 01 năm 2026

Chỉnh sửa ngày 29 tháng 01 năm 2026; Chấp nhận đăng ngày 05 tháng 03 năm 2026

Tóm tắt: Sự bùng nổ của các mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs) đã mở ra nhiều cơ hội cho chuyển đổi số y tế, nhưng các công cụ chatbot hiện tại vẫn còn hạn chế do tính thụ động và thiếu khả năng thực thi nhiệm vụ phức tạp. Bài báo này cung cấp cái nhìn tổng quan về sự chuyển dịch từ trí tuệ nhân tạo (AI) thụ động sang tác nhân AI (AI Agent) và tiến tới tác nhân AI tự chủ (Agentic AI), một hệ thống có khả năng tự chủ, lập luận và sử dụng công cụ để giải quyết vấn đề mà không cần sự can thiệp liên tục của con người. Trong lĩnh vực dược bệnh viện, AI Agent đang tạo ra những đột phá thông qua các ứng dụng quản lý cung ứng thuốc chủ động, hệ thống robot tự vận hành, và đặc biệt là hỗ trợ các hoạt động dược lâm sàng, thông tin thuốc. Các hệ thống tiên tiến như TxAgent hay kiến trúc đa tác nhân (Multi-Agent systems) đã chứng minh khả năng tối ưu hóa phác đồ điều trị, cá thể hóa liều dùng và tự động hóa quy trình cảnh giác dược với độ chính xác cao hơn so với các mô hình đơn lẻ. Tuy nhiên, việc triển khai tại Việt Nam còn đối mặt với thách thức về chuẩn hóa dữ liệu, hạ tầng kỹ thuật và hành lang pháp lý. Kết luận: AI Agent có tiềm năng trở thành công cụ hỗ trợ đắc lực của dược sĩ trong tương lai, nhưng cần một chiến lược đầu tư và đào tạo bài bản để hiện thực hóa tiềm năng này.

Keywords: Trí tuệ nhân tạo, tác nhân AI, tác nhân tự động, hệ thống đa tác nhân, dược bệnh viện, dược lâm sàng.

1. Giới thiệu

Trong thập kỷ qua, quá trình chuyển đổi số trong y tế đã chứng kiến những bước tiến vượt bậc nhờ sự bùng nổ của Trí tuệ nhân tạo (AI), đặc biệt là các mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs) như GPT-4, Claude hay Gemini [1, 2]. Tuy nhiên, việc ứng dụng các mô hình này trong thực

hành lâm sàng hiện tại chủ yếu dừng lại ở vai trò là công cụ thụ động (dạng "chatbot"), phụ thuộc hoàn toàn vào sự điều khiển và ngữ cảnh do con người cung cấp, thiếu khả năng tự chủ trong việc thực hiện các chuỗi tác vụ phức tạp hoặc tương tác trực tiếp với các hệ thống dữ liệu [3, 4].

Để giải quyết các thách thức phức tạp trong môi trường thực hành tại bệnh viện, xu hướng

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: haint@hup.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4922>

công nghệ đang chuyển dịch mạnh mẽ từ các AI thụ động sang các tác nhân AI (AI Agent) và tiến tới tác nhân AI tự động hay còn gọi là "Agentic AI". Khác với các chatbot truyền thống chỉ phản hồi dựa trên dữ liệu huấn luyện tĩnh, AI Agent được định nghĩa là các hệ thống có khả năng nhận thức môi trường, lập luận logic, sử dụng công cụ và thực hiện các quy trình làm việc đa bước có cơ sở, ngay cả khi không được huấn luyện trên dữ liệu thuộc một lĩnh vực cụ thể nhằm hoàn thành mục tiêu xác định mà không cần sự can thiệp liên tục của con người [5, 6]. Sự phát triển này mở ra kỷ nguyên mới nơi AI không chỉ là công cụ tính toán mà trở thành những đồng đội thực thụ của đội ngũ nhân viên y tế [4].

Trong lĩnh vực dược bệnh viện nói chung và hoạt động dược lâm sàng nói riêng, nhu cầu về một hệ thống hỗ trợ thông minh như vậy là vô cùng cấp thiết. Nguồn nhân lực dược sĩ với số lượng còn hạn chế hiện vẫn đang đối mặt với áp lực công việc và những yêu cầu khắt khe về an toàn cho người bệnh [7]. Sai sót trong vấn đề sử dụng thuốc vẫn là một thách thức toàn cầu, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe bệnh nhân và chi phí y tế [8]. Thomason và cộng sự (2025) nhận định rằng tương lai của dược lâm sàng sẽ được củng cố bởi sự kết hợp giữa các tác nhân AI và quy trình tự động hóa, giúp dược sĩ chuyển dịch từ các nhiệm vụ thủ công sang vai trò cố vấn lâm sàng cao cấp, tập trung vào y học chính xác và cá thể hoá điều trị [9].

Khả năng ứng dụng của AI Agent trong dược lâm sàng bước đầu đã được chứng minh qua nhiều nghiên cứu cụ thể. Gao và cộng sự (2025) đã phát triển TxAgent, một tác nhân AI có khả năng lập luận đa bước tích hợp các công cụ y sinh theo thời gian thực để giải quyết các vấn đề trong điều trị chính xác, từ đó đề xuất phác đồ cá thể hóa [10]. Trong mảng phát triển thuốc và mô hình hóa, Saini và cộng sự (2024) giới thiệu nền tảng QSP-Copilot - tự động hóa, tiêu chuẩn hóa và hướng dẫn thông minh từng bước, giúp rút ngắn thời gian xây dựng các mô hình dược lý định lượng từ hàng tháng xuống còn vài ngày [11]. Bên cạnh đó, hiệu quả vận hành bệnh viện cũng được nâng cao rõ rệt với các hệ thống như

AMREC giúp tự động hóa đối chiếu thuốc [12] hay hệ thống đa tác nhân (Multi-Agent System) giúp tối ưu lựa chọn các chỉ định điều trị trong hồ sơ bệnh án điện tử [13]. Đặc biệt, các hệ thống đa tác nhân còn mở ra cơ hội giảm thiểu thiên kiến nhận thức thông qua cơ chế tranh luận và phản biện giữa các tác nhân ảo, giúp cải thiện độ tin cậy của các quyết định lâm sàng [5, 14, 15].

Mặc dù tiềm năng là rất lớn, việc tích hợp AI Agent vào quy trình dược bệnh viện vẫn đang ở giai đoạn sơ khai và đối mặt với nhiều thách thức về kỹ thuật, đạo đức và quy trình triển khai [16]. Hiện nay, các tài liệu tổng quan hệ thống về chủ đề này còn khá hạn chế. Do đó, bài tổng quan này được thực hiện nhằm mục đích cung cấp một cái nhìn tổng quát về sự trỗi dậy của AI Agent, phân tích các cơ hội ứng dụng cụ thể trong dược bệnh viện và hoạt động dược lâm sàng, đồng thời thảo luận về những thách thức và xu hướng phát triển trong tương lai của việc ứng dụng công nghệ này.

2. Cấu trúc hoạt động của AI Agent

AI Agent (tác nhân AI) được định nghĩa là một hệ thống tự chủ, được thiết kế để thực thi các nhiệm vụ hướng mục tiêu trong môi trường số xác định. Khác với các mô hình ngôn ngữ lớn truyền thống thường vận hành theo cơ chế thụ động và phản ứng, AI Agent là một thực thể chủ động được xây dựng trên lõi LLM nhưng mở rộng đáng kể về năng lực hành động theo quy trình [17].

Trong lĩnh vực y tế, AI Agent có khả năng nhận thức môi trường lâm sàng phức tạp, đưa ra các quyết định độc lập dựa trên y học thực chứng và thực thi chuỗi hành động liên tiếp nhằm đạt được mục tiêu chăm sóc bệnh nhân. Thay vì yêu cầu can thiệp thủ công ở từng bước, các tác nhân này có thể tự điều hướng quy trình làm việc, từ đó hỗ trợ tối ưu hóa hiệu suất cho bác sĩ và dược sĩ lâm sàng mà vẫn đảm bảo tính nhất quán trong các quyết định điều trị [16].

Về mặt kiến trúc, một AI Agent điển hình bao gồm 05 thành phần cốt lõi, giúp phân biệt với các mô hình ngôn ngữ tiêu chuẩn [17] (Hình 1):

- **Mô hình nền tảng:** Đóng vai trò là lõi trung tâm của AI Agent, chịu trách nhiệm xử lý các câu hỏi hay yêu cầu cấu trúc phức tạp, có khả năng hiểu ngôn ngữ tự nhiên trong tài liệu chuyên môn, xử lý thông tin đa phương thức như hình ảnh chẩn đoán học, kết quả xét nghiệm và hồ sơ bệnh án.

- **Hệ thống bộ nhớ:** Bao gồm bộ nhớ ngắn hạn để duy trì ngữ cảnh và bộ nhớ dài hạn để tích lũy kinh nghiệm từ các ca lâm sàng trước đó, cho phép tác nhân học hỏi theo thời gian và ghi nhớ các tương tác trước đó, xây dựng cơ sở tri thức theo thời gian thay vì xử lý các truy vấn biệt lập.

- **Mô-đun lập kế hoạch:** Có khả năng phân chia các mục tiêu lâm sàng phức tạp, chẳng hạn tối ưu hóa phác đồ điều trị cho bệnh nhân đồng mắc thành các chuỗi nhiệm vụ có thứ tự logic, dữ liệu và điều chỉnh kế hoạch theo diễn biến thực tế.

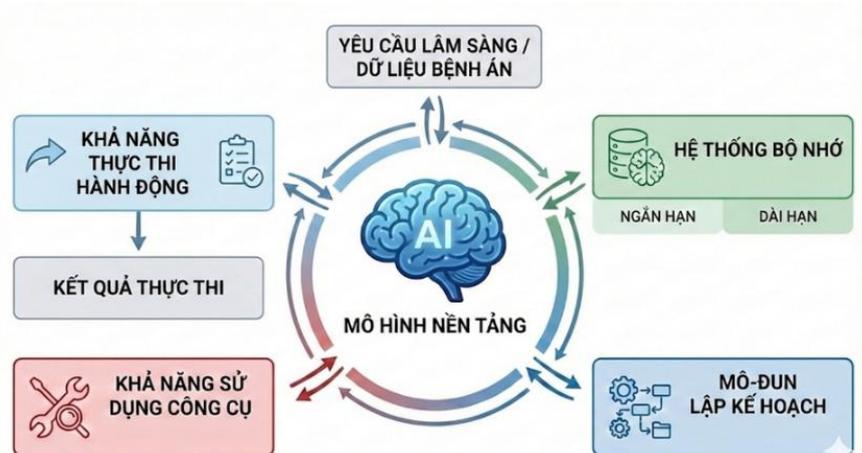
- **Khả năng sử dụng công cụ:** Các tác nhân được kết nối an toàn với các nguồn dữ liệu bên ngoài, như cơ sở dữ liệu tương tác thuốc, hệ thống hồ sơ bệnh án điện tử, phần mềm dự báo nồng độ thuốc, hoặc tài liệu hướng dẫn thực hành lâm sàng cập nhật, nhằm khắc phục hạn chế về kiến thức tĩnh và dữ liệu thời gian thực của các mô hình ngôn ngữ lớn.

- **Khả năng hành động độc lập:** Thể hiện ở khả năng tác động trực tiếp vào quy trình lâm sàng, ví dụ tự động đề xuất điều chỉnh liều lượng dựa trên chức năng thận, cảnh báo sớm phản ứng

bất lợi thuốc, tự động điền thông tin vào biểu mẫu giám sát thực hành dược lâm sàng, hoặc phối hợp với các hệ thống khác để khởi tạo đơn thuốc điện tử, tất cả đều tuân thủ nghiêm ngặt các quy định bảo mật.

Thuật ngữ “Agentic AI” đại diện cho một bước tiến chiến lược từ các mô hình AI phản ứng đơn lẻ sang hệ thống đa tác nhân tự chủ (Multi-Agent Systems - MAS) [18]. Khác với các mô hình ngôn ngữ lớn truyền thống vốn hoạt động dựa trên các truy vấn tĩnh, Agentic AI cấu thành từ một mạng lưới các tác nhân chuyên biệt, phối hợp thông qua một lớp điều phối để giải quyết các tác vụ y tế có độ phức tạp cao. Mô hình này vận hành tương tự một đội ngũ chăm sóc đa chuyên khoa kỹ thuật số: trong khi các tác nhân lớp dưới tập trung vào các nhiệm vụ như giám sát dữ liệu thời gian thực (dấu hiệu sinh tồn, xét nghiệm), các tác nhân cấp cao hơn đồng thời phân tích hồ sơ bệnh án và kiểm soát tương tác thuốc.

Sự phối hợp đa luồng này cho phép hệ thống triển khai các quy trình suy luận lặp lại và cơ chế kiểm tra chéo giữa các tác nhân. Cơ chế này đặc biệt quan trọng trong việc giảm tỉ lệ “ảo giác” của AI và giảm thiểu sai sót lâm sàng xuống mức thấp nhất. Thay vì vận hành thụ động, mạng lưới Agentic AI thể hiện tính chủ động tự lựa chọn công cụ phù hợp, tổng hợp tri thức đa nguồn và đề xuất các can thiệp kịp thời. Đây chính là chìa khóa để đảm bảo tính nhất quán, an toàn và cá thể hóa trong môi trường lâm sàng thực tế.



Hình 1. Cấu tạo cơ bản của một AI Agent.

Trong các nghiên cứu y dược và phân tích tổng quan hệ thống gần đây, một định nghĩa chặt chẽ về "Agentic AI" đã được đề xuất nhằm chuẩn hóa thuật ngữ, đặc biệt khi áp dụng vào môi trường lâm sàng đa tác nhân. Theo đó, để được công nhận là một hệ thống Agentic AI thực thụ trong y tế, hệ thống cần thỏa mãn đồng thời các tiêu chí năng lực cốt lõi sau [18] (Hình 2):

- Quy trình suy luận lặp lại: Là yếu tố bắt buộc, cho phép tác tử tự phản ánh, đánh giá lại giả thuyết ban đầu và điều chỉnh liên tục dựa trên thông tin mới nhằm đảm bảo quyết định lâm sàng luôn dựa trên bằng chứng cập nhật và giảm thiểu lỗi chẩn đoán.

- Khả năng lựa chọn và sử dụng công cụ: Trong đó hệ thống tự đánh giá và kích hoạt các công cụ phù hợp nhất trong từng bước, chẳng hạn như chọn tra cứu cơ sở dữ liệu tương tác

thuốc, mô hình dự đoán dược động học, hoặc hệ thống hình ảnh học để hỗ trợ ra quyết định mà không cần hướng dẫn thủ công.

Hệ thống phối hợp đa tác nhân: Mô hình kết hợp nhiều tác nhân AI đang được coi là một tiêu chí quan trọng, thậm chí là bắt buộc, trong nhiều ngữ cảnh y khoa hiện đại. Các tác nhân chuyên biệt hóa, ví dụ như tác nhân chẩn đoán bệnh lý, tác nhân đánh giá tương tác và phản ứng bất lợi của thuốc, tác nhân phân biệt chuyên tìm kiếm lỗi hổng trong lập luận, hoặc tác nhân giám sát đạo đức và an toàn sẽ phối hợp chặt chẽ theo các giao thức giao tiếp chuẩn hóa. Cách tiếp cận này tái hiện quy trình hội chẩn đa chuyên khoa thực tế, từ đó giảm thiểu tối đa các sai lệch nhận thức cá nhân, tăng cường độ tin cậy và nâng cao chất lượng quyết định lâm sàng trong các trường hợp phức tạp.



Hình 2. Hệ thống đa tác nhân trong bệnh viện.

Trong lĩnh vực y dược và dược lâm sàng, AI Agent đại diện cho đơn vị cấu trúc cơ bản với khả năng tự chủ và sử dụng công cụ hiệu quả, trong khi Agentic AI là khái niệm bao quát hơn, nhấn mạnh tính chủ động, khả năng suy luận lặp lại phức tạp và sự phối hợp đa tác nhân chặt chẽ nhằm giải quyết các vấn đề mà các mô hình đơn lẻ không thể đảm bảo độ chính xác và an toàn cần thiết, mở ra tiềm năng cách mạng hóa quy trình chăm sóc sức khỏe trong tương lai.

Sự khác biệt lớn nhất của AI Agent thuần túy và hệ thống Agentic AI nằm ở khả năng hành động và vai trò của người dùng đối với luồng dữ

liệu. Trong khi các công cụ AI và một số AI Agent đơn giản hoạt động theo cơ chế phản ứng thụ động, tức là đợi chỉ thị của con người một cách thụ động thì hệ thống Agentic AI được mô tả với khả năng chủ động vượt trội hơn [4]. Các hệ thống Agentic AI có khả năng tự động giám sát các luồng dữ liệu, chủ động phát hiện các bất thường và đề xuất giải pháp mà không cần tiếp nhận câu hỏi/truy vấn từ người dùng, có khả năng duy trì bối cảnh và trí nhớ dài hạn qua các tương tác phức tạp [4]. Sự chuyển dịch này đánh dấu bước tiến từ việc sử dụng AI như một công cụ tính toán tinh vi sang vai trò của một trợ lý

trong y học, có khả năng tham gia vào các quy trình ra quyết định và tự giám sát hiệu suất để giảm thiểu sai sót [4]. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng sự phức tạp của Agentic AI không phải lúc nào cũng mang lại hiệu quả vượt trội trong mọi tình huống. Các nghiên cứu thực nghiệm chỉ ra rằng đối với các nhiệm vụ cụ thể, độc lập và cần tính chính xác cao, các hệ thống AI Agent đơn lẻ

thường đạt hiệu suất tối ưu hơn và ít rủi ro hơn so với các hệ thống đa tác nhân phức tạp, vốn dễ gặp vấn đề về chi phí và sự không đồng nhất trong giao tiếp [18]. Do đó, việc lựa chọn giữa triển khai một AI Agent hay xây dựng một hệ thống Agentic AI phụ thuộc chặt chẽ vào độ phức tạp của nhiệm vụ và yêu cầu về sự hợp tác liên ngành trong bài toán cụ thể [18] (Bảng 1).

Bảng 1. So sánh AI Agent và Agentic AI

Tiêu chí so sánh	AI Agent	Agentic AI
Bản chất định nghĩa	Là một thực thể có cấu trúc cụ thể, hoạt động như một đơn vị vận hành độc lập. Đây là một LLM được tăng cường khả năng suy luận và sử dụng công cụ để hoàn thành một nhiệm vụ xác định [6, 18].	Là một hệ sinh thái hoặc mô hình hoạt động cấp cao hơn. Định nghĩa học thuật chặt chẽ yêu cầu hệ thống này bắt buộc phải có sự phối hợp đa tác nhân để giải quyết vấn đề.
Yêu cầu năng lực	Cần tối thiểu 2 trong 3 năng lực: i) Suy luận lặp lại; ii) Lựa chọn công cụ; iii) Hợp tác đa tác nhân. Thông thường AI Agent ám chỉ mô hình tập trung vào i) và ii) [18].	Bắt buộc phải bao gồm năng lực hợp tác đa tác nhân kết hợp với quy trình suy luận lặp lại. Nó mô phỏng quy trình làm việc nhóm (teaming) của con người [19].
Kiến trúc hệ thống	Kiến trúc tập trung: một mô hình ngôn ngữ lớn duy nhất chịu trách nhiệm nhận thức, lập kế hoạch và sử dụng công cụ [18].	Kiến trúc phân tán/phối hợp: bao gồm nhiều tác nhân chuyên biệt và một hệ thống điều phối để quản lý giao tiếp và đồng thuận chặt chẽ [18].
Cơ chế vận hành	Phản ứng thụ động: thường đợi lệnh/truy vấn cụ thể từ người dùng để kích hoạt chuỗi hành động tuyến tính [4, 18].	Phản ứng chủ động: có khả năng tự giám sát luồng dữ liệu, phát hiện vấn đề và đề xuất giải pháp mà không cần kích hoạt liên tục. Đóng vai trò như một "đồng đội" thay vì công cụ thụ động [4, 20].
Phạm vi ứng dụng	Phù hợp nhất cho các nhiệm vụ rời rạc, có thể kiểm tra được như tạo báo cáo y tế, trích xuất dữ liệu, hoặc tính toán chi phí y khoa [18].	Dành cho các bài toán phức tạp đòi hỏi khả năng tổng hợp đa chiều, giảm thiểu thiên kiến nhận thức, ví dụ: hội chẩn bệnh hiếm, thiết kế thuốc mới, hoặc lập kế hoạch điều trị [18].
Hiệu suất và chi phí	Hiệu quả cao cho tác vụ đơn lẻ: đạt mức cải thiện trung bình +53% so với LLM cơ sở trong các tác vụ sử dụng công cụ. Chi phí tính toán thấp hơn và độ trễ thấp hơn [18].	Lợi ích giảm dần theo quy mô: hiệu suất tối ưu thường đạt được với nhóm 4-5 tác nhân. Chi phí tính toán và độ trễ cao hơn do quy trình giao tiếp phức tạp giữa các tác nhân [18].
Ví dụ thực tế	TxAgent: một tác nhân đơn lẻ sử dụng 211 công cụ để suy luận và đưa ra quyết định điều trị [10]. Medic: tác nhân rà soát đơn thuốc [21].	LITERAS: hệ thống đa tác nhân để viết tổng quan bài báo khoa học [19]. Agent Hospital: mô phỏng hệ thống bệnh viện với các tác nhân bác sĩ và y tá [20].

3. Ứng dụng AI Agent trong hoạt động dược bệnh viện

3.1. Hoạt động quản lý dược

Quản lý dược bệnh viện là xương sống đảm bảo tính sẵn có của thuốc và an toàn cho người bệnh. Các phương pháp quản lý truyền thống

thường dựa vào các mô hình tĩnh và phụ thuộc lớn vào kinh nghiệm chủ quan của dược sĩ, dẫn đến rủi ro thiếu hụt chuỗi cung ứng hoặc lãng phí thuốc do hết hạn [22]. Tuy nhiên, sự tích hợp của trí tuệ nhân tạo và các quy trình làm việc dựa trên tác nhân tự động (Agentic Workflows) đang thay đổi căn bản cách thức quản lý dược phẩm,

chuyển dịch từ các mô hình thống kê thụ động sang các hệ thống dự báo chủ động, tự động hóa cao và ra quyết định dựa trên dữ liệu theo thời gian thực [23]. Sự vượt trội của AI so với các phương pháp cũ không chỉ nằm ở lý thuyết mà đã được chứng minh qua các kết quả vận hành thực tế.

3.1.1. Quản lý cung ứng thuốc thông minh

Sự phát triển của công nghệ dự báo trong quản lý thuốc đã trải qua những bước tiến rõ rệt. Trước đây, các phần mềm quản lý kho thường dựa vào các mô hình thống kê truyền thống. Tuy nhiên, các phương pháp này thường bộc lộ hạn chế lớn khi đối mặt với sự biến động phức tạp của thị trường và các yếu tố phi tuyến tính, dẫn đến sai số cao khi có các biến động đột ngột về nhu cầu [24]. Việc áp dụng các mô hình học máy kết hợp với nhiều thuật toán tiên tiến như Random Forest, Gradient Boosting Machines (GBM), và mạng nơ-ron LSTM (Long Short-Term Memory) cho phép hệ thống phân tích chuỗi dữ liệu thời gian đa chiều, tích hợp các biến số ngoại cảnh như mô hình bệnh tật theo mùa, dữ liệu nhập viện, thông tin dịch tễ học và chỉ số kinh tế xã hội, giúp giảm sai số dự báo (MAPE) xuống mức thấp hơn đáng kể so với các phương pháp truyền thống [24]. Tuy nhiên, bước tiến đột phá nhất trong hoạt động này là sự chuyển dịch sang quy trình làm việc dựa trên tác nhân khác với các mô hình AI thụ động chỉ đưa ra con số dự báo, AI Agent đóng vai trò như một nhà quản lý ảo chủ động. Trong mô hình này, các tác nhân chuyên biệt (như tác nhân lập kế hoạch, tác nhân nhiệm vụ) phối hợp với nhau để tự động hóa toàn bộ quy trình: từ thu thập dữ liệu, chạy mô phỏng, đến đề xuất quyết định, giúp con người tập trung vào hoạt động giám sát thay vì xử lý dữ liệu thô [25]. Nghiên cứu của Nuta và cộng sự (2025) chỉ ra rằng các hệ thống dự báo dựa trên AI không chỉ tiết kiệm thời gian và công sức của con người mà còn có thể giảm sai số dự báo từ 20-30% so với phương pháp truyền thống và ngăn chặn tình trạng thiếu hụt vắc-xin hay thuốc thiết yếu đột ngột trong các giai đoạn cao điểm [26, 27]. Mở rộng hơn về ứng dụng thực tế, các hệ thống quản lý tồn kho tích hợp AI hiện đại (phần mềm LEAFIO) có thể tự động hóa quy

trình bổ sung hàng. Việc giám sát mức tồn kho theo thời gian thực cho phép tự động tạo đơn đặt hàng khi lượng hàng giảm xuống dưới ngưỡng đã thiết lập. Đồng thời, hệ thống này hỗ trợ theo dõi hạn sử dụng, cảnh báo dược sĩ về các thuốc sắp hết hạn để có phương án xử lý kịp thời, giúp giảm thiểu tối đa khả năng lãng phí [28].

3.1.2. Tối ưu hóa quy trình cấp phát

Trong quy trình cấp phát, sự nâng cấp của mô hình AI thể hiện qua việc chuyển từ các công cụ hỗ trợ đơn giản sang các hệ thống robot tự hành và thuật toán giám sát theo thời gian thực.

Sai sót trong cấp phát thuốc là một trong những nguyên nhân hàng đầu gây ra sự cố y khoa, và AI Agent đang giải quyết vấn đề này thông qua các hệ thống robot dược phẩm tự động (như Fred AID hay Medimat). Hệ thống này cho phép xác định và định vị hàng nghìn loại thuốc khác nhau với tốc độ cao, giúp giảm tải các tác vụ lặp lại để dược sĩ tập trung vào chăm sóc bệnh nhân [28]. Đồng thời, quy trình kiểm soát an toàn cũng được nâng cấp bởi các AI Agent giám sát (như MedAware). Thay vì chỉ kiểm tra thụ động, các thuật toán này phân tích dữ liệu kê đơn trong thời gian thực, phát hiện các bất thường về liều lượng hoặc tương tác thuốc mà con người có thể bỏ sót, từ đó đưa ra cảnh báo kịp thời cho dược sĩ trước khi thuốc đến tay người bệnh [28]. Sự ổn định của các hệ thống công nghệ này là yếu tố quan trọng, vì bất kỳ sự gián đoạn nào trong luồng thông tin của các tác nhân này đều có thể ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và an toàn cho người bệnh [27].

3.2. Hoạt động dược lâm sàng

Mặc dù các mô hình trí tuệ nhân tạo dựa trên ngôn ngữ lớn (LLMs) cho thấy tiềm năng trong việc truy xuất kiến thức y khoa, chúng vẫn gặp hạn chế về độ chính xác khi xử lý các tình huống lâm sàng phức tạp và nguy cơ “ảo giác” thông tin [5, 14]. Sự chuyển dịch sang hệ thống AI đa tác nhân đánh dấu một kỷ nguyên mới trong ứng dụng công nghệ vào dược lâm sàng. Không chỉ đơn thuần là công cụ tra cứu, các AI Agent hiện nay hoạt động như những cộng sự ảo có khả năng suy luận, tranh luận, sử dụng công cụ và tự kiểm

chúng. Mặc dù vẫn cần sự giám sát của con người để đảm bảo tính an toàn, nhưng khả năng của các hệ thống này trong việc xử lý dữ liệu phức tạp, giảm thiểu sai sót và tối ưu hóa quy trình làm việc là không thể phủ nhận. Các nghiên cứu gần đây cho thấy xu hướng tích hợp nhiều tác nhân AI vào một hệ thống đã giúp khắc phục các nhược điểm trên. Thay vì dựa vào một câu trả lời duy nhất, phương pháp ICE (Iterative Consensus Ensemble) cho phép các mô hình khác nhau tự tranh luận, phản biện và tinh chỉnh câu trả lời của nhau, giúp cải thiện độ chính xác trong suy luận y khoa lên đến 27% so với các mô hình đơn lẻ [5]. Tương tự, mô hình Multi-Agent Conversation (MAC) mô phỏng quy trình hội chẩn đa chuyên khoa, nơi các tác nhân đóng vai trò như bác sĩ và giám sát viên cùng thảo luận để đưa ra chẩn đoán chính xác hơn cho các bệnh hiếm gặp [15].

3.2.1. Hỗ trợ ra quyết định lâm sàng và thông tin thuốc

Trong thực hành dược lâm sàng, vai trò của AI Agent không chỉ dừng lại ở việc cung cấp thông tin thuốc mà đã tiến tới khả năng tối ưu hóa quyết định lâm sàng.

Một bước tiến quan trọng là khả năng của các AI Agent trong việc sử dụng công cụ để truy xuất dữ liệu thực thay vì chỉ dựa vào dữ liệu huấn luyện tĩnh. Hệ thống TxAgent là một ví dụ điển hình, tích hợp 211 công cụ y sinh để tra cứu tương tác thuốc, chống chỉ định và thông tin từ FDA theo thời gian thực. Hệ thống này có thể phát hiện các chống chỉ định dựa trên bệnh mắc kèm (ví dụ: phát hiện thuốc điều trị tăng huyết áp bị chống chỉ định ở bệnh nhân block nhĩ thất) hoặc tương tác thuốc - thuốc phức tạp qua cơ chế enzym (như tương tác giữa Prozac và Xolremdi qua CYP2D6), đồng thời đưa ra các lập luận minh bạch cho các cảnh báo. TxAgent có khả năng thực hiện quy trình suy luận nhiều bước để đưa ra các khuyến nghị điều trị chính xác cho từng bệnh nhân cụ thể, vượt trội hơn cả GPT-4 trong các tác vụ suy luận [10]. Ngoài việc hỗ trợ trực tiếp trên bệnh nhân, các AI Agent còn đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý hệ thống y tế. Việc rà soát và cập nhật các y lệnh trong hồ sơ bệnh án điện tử là một công việc tốn kém thời

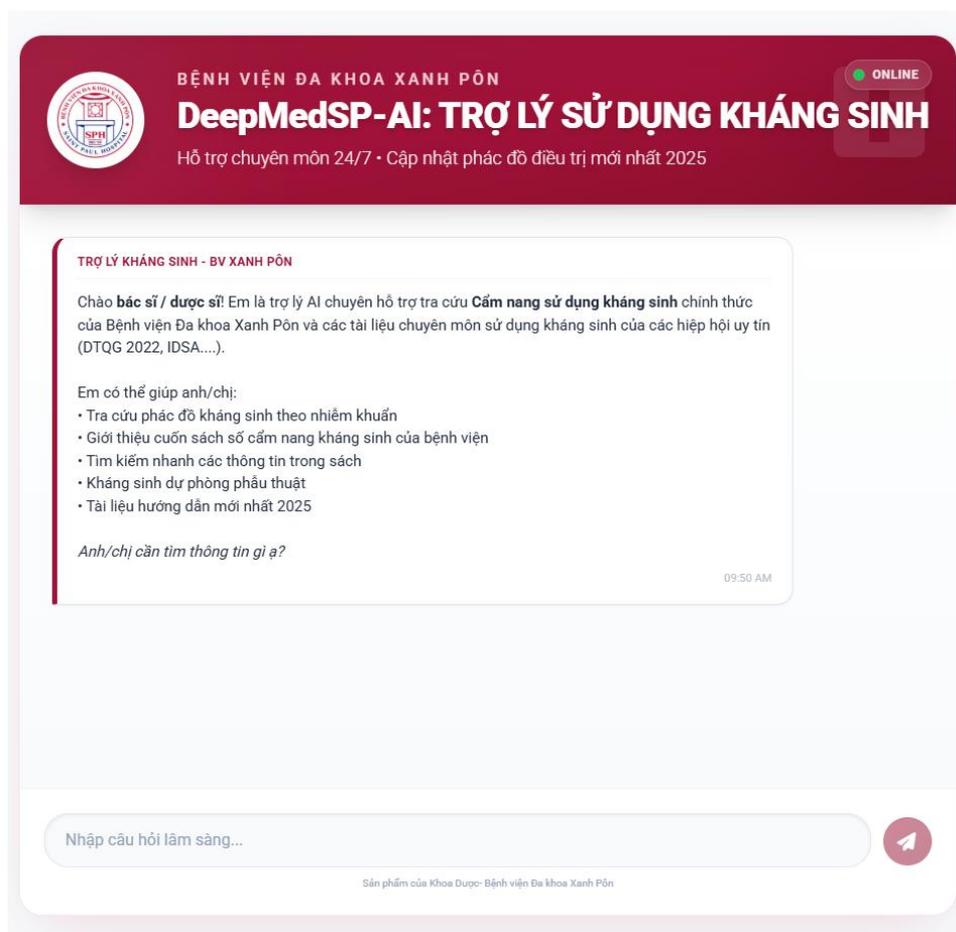
gian của dược sĩ và bác sĩ. Hệ thống đa tác nhân bao gồm các Agent chuyên biệt (phê bình nội dung, tìm kiếm y văn) đã chứng minh khả năng tự động hóa quy trình này, đưa ra các đề xuất tối ưu hóa hữu ích và phù hợp với bằng chứng lâm sàng mới nhất [13].

Bên cạnh đó, nghiên cứu của Ke và cộng sự (2024) đã chứng minh rằng việc tích hợp hệ thống đa tác nhân có khả năng thảo luận giúp cải thiện đáng kể độ chính xác chẩn đoán. Kết quả cho thấy sự cải thiện độ chính xác từ 0% lên 76% sau khi thảo luận trong mô hình Framework 4-C (Multi-Agent). Điều này chứng minh rằng trí tuệ tập thể của các AI Agent khi tương tác với nhau vượt xa khả năng của một truy vấn đơn lẻ của người dùng. Các tác nhân AI đóng vai trò như người phản biện hoặc chuyên gia giám sát, có thể giúp nhận diện và sửa chữa các sai sót xuất phát từ các sai lệch nhận thức của nhân viên y tế. Cụ thể, hệ thống AI đa tác nhân đạt độ chính xác chẩn đoán cuối cùng cao hơn đáng kể so với các bác sĩ tham gia thử nghiệm (76% so với 48%; OR 3,49; p=0,002). Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng AI đa tác nhân như một nhóm chuyên gia độc lập và khách quan để giúp giảm thiểu các sai sót y khoa do yếu tố con người trong các tình huống lâm sàng phức tạp [14].

Trong bối cảnh chuyên đổi số y tế đang diễn ra mạnh mẽ, việc triển khai các AI Agent kết hợp với cơ sở dữ liệu chuyên biệt tại các bệnh viện đã mở ra một hướng đi mới trong công tác thông tin thuốc nhằm hỗ trợ ra quyết định lâm sàng. Tại Việt Nam, điển hình cho xu hướng này là hệ thống DeepMedSP-AI (Hình 3), một công cụ chatbot tiên tiến được phát triển bởi nhóm nghiên cứu tại Bệnh viện Đa khoa Xanh Pôn. Công cụ này ứng dụng kỹ thuật RAG (Retrieval-Augmented Generation) nhằm giải quyết bài toán tra cứu thông tin thuốc một cách chính xác, khách quan và tự chủ. Khác với các mô hình ngôn ngữ lớn thông thường vốn dễ gặp hiện tượng 'ảo giác' tri thức, DeepMedSP-AI vận hành dựa trên cơ chế truy xuất dữ liệu trực tiếp từ nguồn tài liệu chuẩn hóa nội bộ là cuốn sách "Cẩm Nang Kháng Sinh" đã được ban hành tại bệnh viện năm 2025. Thông qua việc mã hóa dữ liệu chuyên môn thành cơ sở dữ liệu, hệ thống

cho phép nhân viên y tế đặt câu hỏi bằng ngôn ngữ tự nhiên và nhận về các phản hồi có độ tin cậy cao, bám sát phác đồ điều trị đặc thù của bệnh viện. Cụ thể, công cụ chatbot hỗ trợ đắc lực trong việc trích xuất tức thời các thông tin quan trọng như lựa chọn kháng sinh tối ưu theo vị trí nhiễm khuẩn, hướng dẫn hiệu chỉnh liều lượng cho các nhóm đối tượng bệnh nhân đặc biệt và

các lưu ý lâm sàng quan trọng. Công cụ này không chỉ giúp giảm thiểu áp lực tra cứu tài liệu thủ công cho bác sĩ và dược sĩ lâm sàng mà còn góp phần chuẩn hóa quy trình điều trị tại giường bệnh, từ đó nâng cao tính an toàn, hiệu quả trong quản lý kháng sinh và hạn chế tối đa các sai sót tiềm tàng trong quá trình kê đơn của các nhân viên y tế đã và đang làm việc tại bệnh viện.



Hình 3. Giao diện công cụ DeepMedSP-AI: Trợ lý sử dụng kháng sinh.

3.2.2. Cá thể hóa điều trị

AI Agent hoạt động được ví như một chuyên gia lâm sàng, sử dụng dữ liệu gen dược (pharmacogenomics) và đặc điểm dược động học để tính toán liều dùng tối ưu. Các nghiên cứu đã minh chứng khả năng của AI trong việc điều chỉnh liều cho các đối tượng đặc biệt như người cao tuổi (ví dụ: khuyến nghị giảm liều Cobenfy

(Xanomeline và Trosipium chloride) để tránh nguy cơ bí tiểu ở bệnh nhân trên 70 tuổi) hoặc lựa chọn thuốc dựa trên hồ sơ đột biến gen cụ thể (ví dụ: chọn thuốc không chứa steroid cho bệnh nhi loạn dưỡng cơ Duchenne) [10]. Ngoài ra, các nền tảng hỗ trợ như QSP-Copilot sử dụng AI Agent để tự động hóa việc khai thác tài liệu và xây dựng mô hình toán học cho phép dược sĩ xây dựng nhanh các mô hình dược lý (Quantitative

Systems Pharmacology) để mô phỏng cơ chế bệnh và dự đoán đáp ứng thuốc cho từng cá thể, rút ngắn thời gian phát triển mô hình từ hàng tháng xuống còn vài ngày, đồng thời đảm bảo tính minh bạch và khả năng thiết lập của các nghiên cứu dược lý lâm sàng [11].

3.2.3. Hoạt động cảnh giác dược

Hiện nay, hoạt động cảnh giác dược toàn cầu vẫn dựa chủ yếu vào hệ thống báo cáo tự nguyện. Tuy nhiên, phương pháp này đang bộc lộ nhiều hạn chế nghiêm trọng do phụ thuộc vào quy trình thủ công tốn thời gian, dữ liệu rời rạc và sự chậm trễ trong việc phát hiện tín hiệu an toàn thuốc [29]. Thực tế cho thấy tỷ lệ báo cáo tại các quốc gia còn rất thấp, dẫn đến nguy cơ bỏ sót lượng lớn dữ liệu quan trọng về an toàn thuốc [30]. Các nghiên cứu thực nghiệm đã chỉ ra khoảng trống dữ liệu khổng lồ. Cụ thể, nghiên cứu của Augustino M. cho thấy trong số 107 biến cố bất lợi của thuốc (ADEs) được xác định qua rà soát hồ sơ, chỉ có 3 trường hợp (2,8%) được báo cáo qua hệ thống tự nguyện [31]. Để giải quyết tình trạng các phương pháp truyền thống thường bỏ sót thông tin do phụ thuộc vào báo cáo thụ động, việc ứng dụng công nghệ khai phá dữ liệu và xử lý ngôn ngữ tự nhiên đã được chứng minh là phương pháp hiệu quả. Phương pháp này cho phép tự động phát hiện chính xác các phản ứng có hại (ADR) từ nội dung do người dùng tạo ra, giúp mang lại cái nhìn toàn diện hơn về an toàn thuốc và nhận diện được cả những ADR mới mà hệ thống cũ chưa ghi nhận [32].

Sự tiến bộ đáng kể nhất trong lĩnh vực này là sự chuyển dịch sang các hệ thống Agent AI, nơi các tác nhân tự chủ cộng tác để tạo ra quy trình giám sát thuốc khép kín và liên tục [29]. Nổi bật là kiến trúc đa tác nhân như hệ thống MALADE, sử dụng kỹ thuật RAG (Retrieval-Augmented Generation) khắc phục nhược điểm ảo giác của các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM), cho phép trích xuất chính xác thông tin ADE từ dữ liệu nhãn thuốc của FDA thông qua sự phối hợp giữa các tác nhân tìm kiếm, tác nhân phân tích và tác nhân phê bình. Trong kiến trúc này, cơ chế tương tác Agent-Critic (Tác nhân thực thi - Tác nhân phê bình) đóng vai trò then chốt giúp kiểm chứng suy luận y khoa, đảm bảo tính chính

xác và cung cấp các bằng chứng minh bạch cho các kết luận về nguy cơ liên quan đến thuốc [33].

Thực tế, AI Agent đang thay đổi phương thức vận hành của cảnh giác dược từ thụ động sang giám sát chủ động theo thời gian thực. Các tác nhân AI có khả năng tự động tiếp nhận và chuẩn hóa dữ liệu từ hồ sơ sức khỏe điện tử (EHR) và dữ liệu từ xa [29]. Hệ thống sử dụng các bộ phát hiện đa phương thức để tìm kiếm các tín hiệu cảnh báo (trigger tools), ví dụ như việc sử dụng thuốc giải độc (như Naloxone, Flumazenil), các biến động bất thường của chỉ số cận lâm sàng, hoặc các xu hướng bất thường từ thiết bị đeo (sự gia tăng đột biến nhịp tim) [31]. Đối với dữ liệu văn bản phi cấu trúc (ghi chú lâm sàng), các mô hình ngôn ngữ lâm sàng chuyên biệt (như SweDeClin-BERT) được tinh chỉnh để quét và nhận diện chính xác các tác nhân liên quan đến biến cố bất lợi. Các mô hình này có khả năng phát hiện các từ khóa mô tả triệu chứng cụ thể thường bị bỏ sót trong báo cáo thủ công, ví dụ như buồn nôn, phát ban, ngứa, sưng hay đau [34]. Khi một tín hiệu nghi ngờ được xác định, thay vì cần nhân viên y tế tra cứu thủ công, các tác nhân thu thập bằng chứng sẽ tự động tổng hợp thông tin từ tiền sử bệnh nhân và lịch sử dùng thuốc. Sau đó, hệ thống AI có thể hỗ trợ tự động điền hoàn chỉnh biểu mẫu báo cáo ADR (bao gồm thông tin bệnh nhân, thuốc nghi ngờ, mô tả phản ứng và kết quả) với độ chính xác cao và thực hiện đánh giá nhân quả nhất quán theo thang WHO. Điều này giúp giảm tải khối lượng công việc thủ công và cải thiện tỷ lệ báo cáo [35].

Việc tích hợp AI Agent đã tạo ra một luồng công việc tự động toàn diện từ khâu nhập liệu, phát hiện tín hiệu, thu thập bằng chứng đến phân loại rủi ro. Sự chuyển đổi này không chỉ khắc phục nhược điểm của báo cáo thủ công mà còn đưa hoạt động cảnh giác dược từ trạng thái thụ động sang chủ động theo thời gian thực, đảm bảo hơn an toàn người bệnh [29].

3.2.4. Quản lý tương tác thuốc bất lợi

Sự phát triển của các hệ thống AI Agent đang đánh dấu một bước ngoặt quan trọng trong việc tối ưu hóa quy trình quản lý tương tác thuốc bất lợi, vượt xa các mô hình tự động hóa quy trình truyền thống. Khác với các luồng công việc có

định vốn chỉ thực hiện các bước xác định trước, AI Agent có khả năng tư duy đa bước và kết nối tri thức thời gian thực. Thay vì dựa vào cơ sở dữ liệu tĩnh, các tác nhân như TxAgent thể hiện đặc tính tác nhân vượt trội thông qua khả năng sử dụng các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) để tự xây dựng lộ trình thực thi cho các yêu cầu phức tạp.

Hệ thống có thể tự chủ điều phối hơn 200 công cụ chuyên biệt (TOOLUNIVERSE) để truy vấn thời gian thực từ cơ quan FDA và Open Targets, phân tích tương tác ở mọi cấp độ lâm sàng. Khả năng này cho phép hệ thống cập nhật liên tục các phê duyệt thuốc mới và thay đổi hướng dẫn lâm sàng mà không cần tái huấn luyện mô hình [10].

Bảng 2. Một số nghiên cứu ứng dụng AI Agent trong hoạt động dược bệnh viện

Tác giả, Năm công bố	Phương pháp nghiên cứu	Mô hình AI	Ứng dụng	Kết quả chính
Gao et al., 2025 [10]	Tác nhân với khả năng suy luận đa bước kết hợp sử dụng 211 công cụ y sinh và tinh chỉnh mô hình ngôn ngữ.	TxAgent (được tinh chỉnh từ Llama-3.1-8B-Instruct).	Hỗ trợ quyết định lâm sàng và cá thể hóa điều trị.	Đạt độ chính xác 92,1% trong các tác vụ suy luận thuốc mở, vượt qua GPT-4o (66,3%) và Llama-3.1-70B. Duy trì phương sai thấp (<0,01) giữa các tên thuốc khác nhau (biệt dược/tên gốc), chứng tỏ khả năng tổng quát hóa cao.
Choi et al., 2024 [33]	Hệ thống đa tác nhân sử dụng mô hình Tác nhân - Phê bình (Agent-Critic) kết hợp với mô hình tạo sinh tăng cường truy xuất (RAG) từ nhãn thuốc FDA	MALADE (sử dụng GPT-4 Turbo hoặc GPT-4o làm nền tảng).	Cảnh giác dược.	Đạt diện tích dưới đường cong ROC (AUC) là 0,90 (với GPT-4o) khi so sánh với bảng chuẩn OMOP. Cơ chế phê bình (Critic) giúp sửa lỗi cho tác nhân phân loại trong khoảng 44,5% trường hợp.
Saini, Farnoud, 2025 [11]	Quy trình làm việc tự động hóa bằng AI, RAG, và xây dựng đồ thị tri thức từ văn bản khoa học để mô hình hóa sinh học.	QSP-Copilot (tích hợp GPT-4o, Claude Sonnet và TxGemma).	Phát triển thuốc và Mô hình hóa.	Giảm khoảng 40% thời gian phát triển mô hình QSP. Đạt độ chính xác trích xuất thực thể sinh học là 99,1% cho bệnh đông máu và 100% cho bệnh Gaucher.
Ke et al., 2024 [14]	Mô phỏng hội thoại đa tác nhân với các vai trò: Bác sĩ nội trú, Chuyên gia, Bác sĩ cao cấp và Người ghi chép để giảm thiên kiến nhận thức.	GPT-4 Turbo (triển khai qua framework AutoGen).	Hỗ trợ ra quyết định lâm sàng.	Độ chính xác chẩn đoán tăng từ 0% (chẩn đoán ban đầu của tác nhân) lên 76% (sau thảo luận nhóm trong mô hình 4-C), vượt trội đáng kể so với độ chính xác của bác sĩ con người (48%) trong các ca lâm sàng khó.
Liu et al., 2025 [13]	Hệ thống đa tác nhân (gồm 5 tác nhân chuyên biệt: phê bình nội dung, tìm kiếm động,...), RAG và quy trình căn chỉnh với chuyên gia.	GPT-4o (sử dụng framework AutoGen cho đa tác nhân)	Quản lý hệ thống và Bệnh án điện tử.	Tạo ra các đề xuất tối ưu hóa với 54% đạt độ chính xác cao và 19% được đánh giá là hữu ích lâm sàng. Cohen's kappa tăng từ 0,06 lên 0,4.
Nuta et al., 2025 [26]	Đánh giá hệ thống các tài liệu hiện có về ứng dụng AI trong chuỗi cung ứng dược phẩm.	Các thuật toán Học máy (ML), Blockchain, Xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) và Thị giác máy tính (Computer Vision).	Quản lý cung ứng thuốc.	Dự báo nhu cầu giảm sai số 20-30%. Phát hiện thuốc giả giảm sự cố 47% nhờ blockchain và AI. Hệ thống ứng dụng AI còn giúp tối ưu hóa lộ trình phân phối thuốc, từ đó giúp giảm 23% lượng nhiên liệu tiêu thụ khi phải vận chuyển và giảm 31% tình trạng giao hàng trễ.

Khả năng của các Agent còn được thể hiện qua quy trình tư duy đa bước (multi-step reasoning). Thay vì chỉ cung cấp xác suất khả năng xảy ra tương tác, các tác nhân có khả năng sử dụng công cụ (function-calling) để thu thập bằng chứng từ nhiều cấp độ: từ đặc tính cấu trúc hóa học, được động học đến các báo cáo lâm sàng. Ví dụ, trong các trường hợp phức tạp như tương tác giữa thuốc và thảo dược (DHI), nơi dữ liệu thường thiếu tiêu chuẩn chuẩn hóa, hệ thống có thể tự động xây dựng lộ trình thực thi để xác định các cơ chế phân tử tiềm ẩn, chẳng hạn như cơ chế cảm ứng enzyme CYP3A4 hoặc ức chế vận chuyển P-glycoprotein do các hoạt chất trong thảo dược gây ra. Các hệ thống như AgentMol còn tiến xa hơn khi sử dụng LangGraph để điều phối các mô hình ngôn ngữ hóa học (CLMs) và mạng nơ-ron tích chập hồi quy (Regression Convolutional Neural Network - RCNN), cho phép tạo ra và đánh giá các ứng viên thuốc mới dựa trên ái lực liên kết protein một cách hoàn toàn tự động [36].

Tuy nhiên, sự gia tăng tính tự chủ của AI Agent cũng đặt ra yêu cầu cấp thiết về tính minh bạch. Các nghiên cứu về AI có thể giải thích (Explainable AI - XAI) đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp các lộ trình tư duy minh bạch, cho phép chuyên gia y tế kiểm chứng từng bước logic của tác nhân. Việc áp dụng các kỹ thuật như SHAP (Shapley Additive Explanations) hay LIME giúp lượng hóa tầm quan trọng của các đặc tính đầu vào, từ đó biến các mô hình hộp đen thành các công cụ hỗ trợ quyết định có thể giải trình được. Điều này không chỉ giúp bác sĩ hiểu rõ cơ chế rủi ro mà còn tạo điều kiện cho cơ chế giám sát tác nhân (human-in-the-loop), nơi con người thực hiện đánh giá cuối cùng dựa trên các lộ trình suy luận có bằng chứng mà AI cung cấp [37].

Tóm lại, việc tích hợp các hệ thống đa tác nhân có khả năng tự học và phối hợp công cụ đang mở ra một kỷ nguyên mới cho y học cá thể hóa. Mặc dù vẫn còn những thách thức về sự không chắc chắn và tính ổn định của AI Agent, sự kết hợp giữa khả năng xử lý tri thức rộng lớn của AI và sự giám sát chuyên môn của con người hứa hẹn sẽ tối ưu hóa hiệu quả điều trị và giảm

thiếu đáng kể các biến cố có hại do tương tác thuốc bất lợi gây ra.

4. Bàn luận

Sự chuyển dịch từ các mô hình quản lý và lâm sàng truyền thống sang các hệ thống tích hợp tác nhân AI đang mở ra một kỷ nguyên mới cho ngành dược bệnh viện toàn cầu. Tại Việt Nam, trong bối cảnh chuyển đổi số y tế đang được đẩy mạnh, việc ứng dụng các công nghệ này mang lại những cơ hội đột phá nhưng cũng đặt ra không ít thách thức về hạ tầng và nguồn lực.

4.1. Cơ hội đột phá hiệu suất và an toàn người bệnh

Hệ thống y tế Việt Nam thường xuyên đối mặt với tình trạng quá tải, gây áp lực lớn lên đội ngũ nhân viên y tế nói chung, trong đó dược sĩ nói riêng thường xuyên đối mặt với khối lượng lớn công việc trong cả khâu quản lý cung ứng thuốc và thực hành lâm sàng. Việc ứng dụng các quy trình làm việc dựa trên tác nhân AI cho phép tự động hóa các tác vụ lặp lại như dự báo nhu cầu thuốc, đặt hàng và kiểm soát hạn dùng. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng hệ thống dự báo tích hợp AI có thể giảm sai số dự báo (MAPE) xuống mức thấp đáng kể và ngăn chặn tình trạng thiếu thuốc đột ngột [26, 27]. Đối với các bệnh viện tuyến cuối tại Việt Nam, nơi quản lý hàng nghìn danh mục thuốc, việc áp dụng các hệ thống robot tự động và AI giám sát theo thời gian thực như MedAware hay Fred AID sẽ giúp dược sĩ giảm tải các công việc hành chính thủ công để tập trung vào chuyên môn lâm sàng [28].

Về an toàn thuốc, hoạt động báo cáo phản ứng có hại của thuốc (ADR) tại Việt Nam hiện nay chủ yếu vẫn dựa trên các báo cáo tự nguyện, dẫn đến tỷ lệ bỏ sót cao và thiếu dữ liệu thực tế. Cơ hội lớn nhất mà AI Agent mang lại là khả năng chuyển đổi sang mô hình giám sát chủ động. Có thể ứng dụng các mô hình xử lý ngôn ngữ tự nhiên để quét hồ sơ bệnh án điện tử và bộ công cụ nhận diện các tín hiệu kích hoạt (trigger tools) trong các hồ sơ bệnh án điện tử tại các bệnh viện có thể phát hiện các biến cố bất lợi

(ADEs) mà quy trình thủ công thường bỏ qua [31, 34]. Hơn nữa, các kiến trúc đa tác nhân như hệ thống MALADE có khả năng tự động điền biểu mẫu báo cáo và đánh giá mối quan hệ nhân quả, giúp chuẩn hóa quy trình cảnh giác dược và giảm tải áp lực báo cáo cho nhân viên y tế [33, 35].

Sự trỗi dậy của các hệ thống AI Agent đang tạo ra những cơ hội đột phá chưa từng có trong việc nâng cao hiệu suất an toàn người bệnh, đặc biệt là trong lĩnh vực quản lý tương tác thuốc phức tạp. Trong khi các hệ thống cảnh báo truyền thống thường chỉ dựa trên cơ sở dữ liệu có sẵn và dễ gây ra tình trạng "cảnh báo mệt mỏi" (alert fatigue) khiến bác sĩ có xu hướng bỏ qua cả những cảnh báo quan trọng, các tác nhân AI Agent khắc phục vấn đề này thông qua khả năng tích hợp dữ liệu đa phương thức. Thay vì chỉ đối chiếu cặp thuốc đơn thuần, các tác nhân AI (như TxAgent) phân tích sâu hồ sơ bệnh nhân (chức năng gan thận, gen dược, bệnh mắc kèm) để lọc bỏ các thông tin cảnh báo nhiễu và chỉ đưa ra cảnh báo có ý nghĩa lâm sàng thực sự [23]. Hơn nữa, nhờ ứng dụng các thuật toán học sâu và lý thuyết đồ thị (Graph-based), AI Agent còn có khả năng dự đoán các tương tác tiềm ẩn ở cấp độ phân tử (tương tác thuốc - đích, thuốc - thảo dược) mà các cơ sở dữ liệu y văn chưa cập nhật kịp, đóng vai trò quan trọng trong giám sát an toàn dùng thuốc, đặc biệt trong các liệu pháp điều trị phức tạp và đa phương thức hiện nay. Cơ hội đột phá lớn nhất nằm ở khả năng kết nối tri thức thời gian thực và tự động hóa việc truy vấn các nguồn dữ liệu khoa học mới nhất. Các AI Agent có thể tự chủ điều phối hàng trăm công cụ chuyên biệt để cập nhật các phê duyệt thuốc mới từ FDA hoặc các tương tác sinh học vừa được công bố, điều mà các mô hình học máy đóng kín không thể thực hiện được do giới hạn về dữ liệu huấn luyện [10, 36]. Bên cạnh đó, hiệu suất an toàn người bệnh được củng cố mạnh mẽ nhờ sự kết hợp giữa AI Agent và AI có thể giải thích (XAI). Thách thức lớn nhất đối với AI trong y tế là tính hộp đen, nhưng các AI Agent hiện đại đã khắc phục điều này bằng cách cung cấp các lộ trình tư duy minh bạch, cho phép các chuyên gia y tế kiểm chứng từng bước lập luận của AI. Điều này đặc biệt quan trọng trong quản lý tương tác

thuốc-thảo dược (DHI), nơi dữ liệu thường thiếu tiêu chuẩn hóa và tính phức tạp cao hơn nhiều so với tương tác thuốc-thuốc thông thường [37].

Tóm lại, việc tích hợp các hệ thống AI Agent, đặc biệt là kiến trúc đa tác nhân, đánh dấu bước chuyển dịch quan trọng từ công cụ dự báo đơn thuần sang vai trò người cộng sự thông minh trong thực hành dược lâm sàng. Giải pháp này không chỉ giải quyết bài toán thiếu hụt nhân lực chuyên môn tại các tuyến y tế cơ sở mà còn phát huy sức mạnh của trí tuệ tập thể để hỗ trợ ra quyết định chính xác cho các ca bệnh phức tạp. Bằng cách duy trì cơ chế con người tham gia giám sát (human-in-the-loop) song song với khả năng truy xuất dữ liệu thời gian thực, AI Agent góp phần hiện thực hóa y học chính xác, giảm thiểu tối đa các biến cố bất lợi (ADRs), dự đoán và cảnh báo các nguy cơ tương tác thuốc tiềm ẩn và thiết lập những tiêu chuẩn an toàn mới, hiệu quả hơn trong chăm sóc sức khỏe hiện đại [10, 14].

4.2. Thách thức trong triển khai và vận hành

4.2.1. Rào cản về dữ liệu và ngôn ngữ

Để các AI Agent hoạt động hiệu quả, đặc biệt là trong cảnh giác dược và hỗ trợ lâm sàng, yêu cầu tiên quyết là dữ liệu đầu vào phải được chuẩn hóa. Tuy nhiên, dữ liệu y tế tại Việt Nam (như ghi chú lâm sàng trong bệnh án điện tử) phần lớn là dữ liệu phi cấu trúc và chưa đồng bộ, liên thông giữa các hệ thống bệnh viện trên toàn quốc. Mặc dù các mô hình như SweDeClinBERT đã chứng minh hiệu quả trong việc trích xuất thông tin y khoa, nhưng việc huấn luyện và tinh chỉnh các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) để hiểu chính xác thuật ngữ y khoa tiếng Việt và văn phong lâm sàng đặc thù vẫn là một thách thức lớn [34]. Bên cạnh đó, nguy cơ "ảo giác" thông tin của AI vẫn tồn tại, đòi hỏi phải áp dụng các kỹ thuật tiên tiến như RAG (Retrieval-Augmented Generation) và kiến trúc đa tác nhân để kiểm chứng thông tin, làm tăng độ phức tạp về mặt kỹ thuật khi triển khai [5, 33].

4.2.2. Chi phí đầu tư và hạ tầng kỹ thuật

Việc triển khai các hệ thống robot cấp phát thuốc tự động hay các phần mềm quản lý kho dựa trên AI đòi hỏi chi phí đầu tư ban đầu rất lớn,

là rào cản không nhỏ đối với ngân sách của các bệnh viện công lập tại Việt Nam. Sự ổn định của các hệ thống này phụ thuộc hoàn toàn vào hạ tầng công nghệ thông tin; bất kỳ sự gián đoạn nào trong luồng dữ liệu của các tác nhân AI đều có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng đến chuỗi cung ứng thuốc và an toàn người bệnh [27].

Một rào cản kỹ thuật đặc thù tại Việt Nam là sự phân mảnh của phần mềm quản lý thông tin bệnh viện (HIS). Hiện nay, các bệnh viện sử dụng nhiều phần mềm quản lý khác nhau với chuẩn dữ liệu chưa đồng bộ. AI Agent cần khả năng truy xuất dữ liệu liên thông giữa HIS, LIS (xét nghiệm) và PACS (chẩn đoán hình ảnh) để đưa ra quyết định chính xác. Việc các hệ thống này hoạt động như các "ốc đảo dữ liệu" (data silos) khiến khả năng nhận thức môi trường của Agent bị giới hạn đáng kể. Do đó, yêu cầu cấp thiết là phải xây dựng các kho dữ liệu chuẩn hóa (như chuẩn HL7/FHIR) làm nền tảng cho AI Agent hoạt động.

4.2.3. Vấn đề pháp lý và đào tạo nhân lực

Sự xuất hiện của AI Agent đặt ra câu hỏi về trách nhiệm pháp lý: Ai sẽ chịu trách nhiệm khi AI đưa ra một khuyến nghị sai dẫn đến sự cố y khoa? Mặc dù các hệ thống đa tác nhân đã cải thiện đáng kể độ chính xác so với bác sĩ trong một số thử nghiệm, nhưng vai trò giám sát của con người vẫn là bắt buộc để đảm bảo tính an toàn cuối cùng [14].

Tại Việt Nam, hành lang pháp lý cho AI trong y tế hiện vẫn đang trong giai đoạn định hình. Tháng 10/2025, Quốc hội đã ban hành Luật trí tuệ nhân tạo số 134/QH15. Do đó, mô hình triển khai khả thi nhất trong giai đoạn hiện nay là "Human-in-the-loop" (Con người trong vòng lặp), nơi AI Agent đóng vai trò là người đề xuất và bác sĩ, dược sĩ lâm sàng nắm quyền ra quyết định cuối cùng. Điều này đảm bảo tuân thủ luật khám bệnh, chữa bệnh hiện hành, trong đó trách nhiệm chuyên môn luôn gắn liền với người hành nghề có chứng chỉ. Điều này đòi hỏi dược sĩ bệnh viện phải được đào tạo lại, không chỉ về kiến thức chuyên môn mà còn về năng lực số để có thể tương tác, giám sát và thẩm định các đề xuất của AI, thay vì phụ thuộc hoàn toàn vào các khuyến nghị từ AI [13].

5. Kết luận

Tóm lại, việc ứng dụng AI Agent trong dược bệnh viện tại Việt Nam hứa hẹn một cuộc cách mạng về nâng cao chất lượng điều trị và hiệu quả quản lý. Tuy nhiên, để hiện thực hóa tiềm năng này, cần có chiến lược đầu tư đồng bộ về kiến thức, hạ tầng dữ liệu và chú trọng đào tạo nguồn nhân lực sẵn sàng làm việc cùng công nghệ.

Tài liệu tham khảo

- [1] E. J. Topol, High-Performance Medicine: The Convergence of Human and Artificial Intelligence, *Nature Medicine*, Vol. 25, No. 1, 2019, pp. 44-56, <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>.
- [2] A. J. Thirunavukarasu, D. S. J. Ting, K. Elangovan, L. Gutierrez, T. F. Tan, D. S. W. Ting, Large Language Models in Medicine, *Nature Medicine*, Vol. 29, No. 8, 2023, pp. 1930-1940, <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02448-8>.
- [3] Z. Xi, W. Chen, X. Guo, W. He, Y. Ding, B. Hong et al., The Rise and Potential of Large Language Model Based Agents: A Survey, *ArXiv*, 2023, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.07864>.
- [4] J. Zou, E. J. Topol, The Rise of Agentic AI Teammates in Medicine, *The Lancet*, Vol. 405, No. 10477, 2025, pp. 457, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00202-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00202-8).
- [5] M. Omar, B. S. Glicksberg, G. N. Nadkarni, E. Klang, Refining LLMs Outputs with Iterative Consensus Ensemble (ICE), *Computers in Biology and Medicine*, Vol. 196, 2025, pp. 110731, <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2025.110731>.
- [6] L. Wang, C. Ma, X. Feng, Z. Zhang, H. Yang, J. Zhang et al., A Survey on Large Language Model Based Autonomous Agents, *Frontiers of Computer Science*, Vol. 18, No. 6, 2024, pp. 186345, <https://doi.org/10.1007/s11704-024-40231-1>.
- [7] A. Georgiou, J. Li, J. Thomas, M. R. Dahm, J. I. Westbrook, The Impact of Health Information Technology on the Management and Follow-Up of Test Results - A Systematic Review, *Journal of the American Medical Informatics Association*, Vol. 26, No. 7, 2019, pp. 678-688, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocz032>.
- [8] World Health Organization, Medication Without Harm: WHO Global Patient Safety Challenge, <https://www.who.int/initiatives/medication-without-harm>, 2017 (accessed on: January 3rd, 2026).

- [9] J. Thomason, AI Agents and Automation: The Future of Clinical Pharmacy, *Global Health Journal*, Vol. 9, No. 3, 2025, pp. 181-184, <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2025.09.001>.
- [10] S. Gao, R. Zhu, Z. Kong, A. Noori, S. Su, C. Ginder et al., TxAgent: An AI Agent for Therapeutic Reasoning Across a Universe of Tools, *ArXiv Preprint ArXiv:250310970*, 2025, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.10970>.
- [11] A. Saini, A. Farnoud, QSP-Copilot: An AI-Augmented Platform for Accelerating Quantitative Systems Pharmacology Model Development, *CPT: Pharmacometrics and Systems Pharmacology*, Vol. 14, No. 11, 2025, pp. 1775-1786, <https://doi.org/10.1002/psp4.70127>.
- [12] R. C. Deo, S. Goto, T. Jain, S. Meier, R. Patel, A Conversational Artificial Intelligence Agent for Medication Reconciliation and Review, *MedRxiv*, 2025, <https://doi.org/10.1101/2025.06.16.25329719>.
- [13] S. Liu, S. S. Huang, A. B. McCoy, A. P. Wright, S. Horst, A. Wright, Optimizing Order Sets With a Large Language Model-Powered Multiagent System, *JAMA Network Open*, Vol. 8, No. 9, 2025, pp. e2533277, <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.33277>.
- [14] Y. Ke, R. Yang, S. A. Lie, T. X. Y. Lim, Y. Ning, I. Li et al., Mitigating Cognitive Biases in Clinical Decision-Making Through Multi-Agent Conversations Using Large Language Models: Simulation Study, *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 26, 2024, pp. e59439, <https://doi.org/10.2196/59439>.
- [15] X. Chen, H. Yi, M. You, W. Liu, L. Wang, H. Li et al., Enhancing Diagnostic Capability with Multi-Agents Conversational Large Language Models, *NPJ Digital Medicine*, Vol. 8, No. 1, 2025, pp. 159, <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01550-0>.
- [16] F. L. Barra, G. Rodella, A. Costa, A. Scalogna, L. Carenzo, A. Monzani et al., From Prompt to Platform: An Agentic AI Workflow for Healthcare Simulation Scenario Design, *Advances in Simulation*, Vol. 10, No. 1, 2025, pp. 29, <https://doi.org/10.1186/s41077-025-00357-z>.
- [17] Y. Yang, H. Chai, Y. Song, S. Qi, M. Wen, N. Li, et al., A Survey of AI Agent Protocols, *ArXiv Preprint ArXiv:250416736*, 2025, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.16736>.
- [18] A. Gorenshstein, M. Omar, B. S. Glicksberg, G. N. Nadkarni, E. Klang, AI Agents in Clinical Medicine: A Systematic Review, *MedRxiv*, 2025, <https://doi.org/10.1101/2025.08.22.25334232>.
- [19] S. K. Gorenshstein, A. Sorka, M. Aran, D. Shelly, Biomedical Literature Review and Citation Retrieval Agents, *Computers in Biology and Medicine*, Vol. 192, 2025, pp. 110363, <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2025.110363>.
- [20] N. Karunanayake, Next-Generation Agentic AI for Transforming Healthcare, *Informatics and Health*, Vol. 2, No. 2, 2025, pp. 73-83, <https://doi.org/10.1016/j.infoh.2025.03.001>.
- [21] C. Pais, J. Liu, R. Voigt, V. Gupta, E. Wade, M. Bayati, Large Language Models for Preventing Medication Direction Errors in Online Pharmacies, *Nature Medicine*, Vol. 30, No. 6, 2024, pp. 1574-1582, <https://doi.org/10.1038/s41591-024-02933-8>.
- [22] R. Uthayakumar, S. Priyan, Pharmaceutical Supply Chain and Inventory Management Strategies: Optimization for a Pharmaceutical Company and a Hospital, *Operations Research for Health Care*, Vol. 2, No. 3, 2013, pp. 52-64, <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2013.08.001>.
- [23] A. Alam, S. S. Shah, S. A. Rabbani, M. E. Tanani, The Role of Artificial Intelligence in Pharmacy Practice and Patient Care: Innovations and Implications, *BioMedInformatics*, Vol. 5, No. 4, 2025, <https://doi.org/10.3390/biomedinformatics50400xx>.
- [24] S. Vashishtha, Impact of Machine Learning on Drug Demand Forecasting in Pharmaceutical Supply Chains, *International Journal of Research in all Subjects in Multi Languages*, Vol. 14, 2025, pp. 29-37, <https://doi.org/10.63345/ijrsm.v13.i4.4>.
- [25] M. H. Shahin, S. Goswami, S. Lobentanzner, B. W. Corrigan, Agents for Change: Artificial Intelligent Workflows for Quantitative Clinical Pharmacology and Translational Sciences, *Clinical and Translational Science*, Vol. 18, No. 3, 2025, pp. e70188, <https://doi.org/10.1111/cts.70188>.
- [26] S. Nuta, A. Mattam, N. Marri, S. Polenwar, Artificial Intelligence in Pharmaceutical Supply Chain Management, *International Journal on Science and Technology*, Vol. 16, 2025, <https://doi.org/10.71097/IJSAT.v16.i3.7919>.
- [27] M. Klumpp, D. Loske, Sustainability and Resilience Revisited: Impact of Information Technology Disruptions on Empirical Retail Logistics Efficiency, *Sustainability*, Vol. 13, No. 10, 2021, pp. 5650, <https://doi.org/10.3390/su13105650>.
- [28] D. Rammal, M. Alomar, S. Palaian, AI-Driven Pharmacy Practice: Unleashing the Revolutionary Potential in Medication Management, *Pharmacy*

- Workflow, and Patient Care, *Pharmacy Practice*, Vol. 22, 2024, pp. 1-11, <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2024.2.2958>.
- [29] D. Callaghan, Agentic AI for Real-Time Pharmacovigilance on Databricks, <https://blogs.perficient.com/2025/10/01/modern-pharmacovigilance-ai-databricks/>, 2025 (accessed on: January 3rd, 2026).
- [30] D. C. Classen, R. Resar, F. Griffin, F. Federico, T. Frankel, N. Kimmel et al., Global Trigger Tool Shows That Adverse Events in Hospitals May be Ten Times Greater Than Previously Measured, *Health Affairs*, Vol. 30, No. 4, 2011, pp. 581-589, <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0190>.
- [31] M. Augustino, M. Rowcliffe, A. Feemster, J. Smith, R. Duncan, Analysis of Medication-Related Triggers to Determine Adverse Drug Events, *European Journal of Hospital Pharmacy*, Vol. 30, No. 2, 2023, pp. 92-95, <https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2021-003078>.
- [32] P. Pilipiec, M. Liwicki, A. Bota, Using Machine Learning for Pharmacovigilance: A Systematic Review, *Pharmaceutics*, Vol. 14, No. 2, 2022, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14020266>
- [33] J. Choi, N. Palumbo, P. Chalasani, M. M. Engelhard, S. Jha, A. Kumar et al., MALADE: Orchestration of LLM-Powered Agents with Retrieval Augmented Generation for Pharmacovigilance, *ArXiv Preprint* ArXiv:240801869, 2024, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.01869>.
- [34] E. Kopacheva, A. Henriksson, H. Dalianis, T. Hammar, A. Lincke, Identifying Adverse Drug Events in Clinical Text Using Fine-Tuned Clinical Language Models: Machine Learning Study, *JMIR Formative Research*, Vol. 9, 2025, pp. e71949, <https://doi.org/10.2196/71949>.
- [35] T. Hussain, P. S. Mishra, A. Tiwari, M. Parmar, S. Gadaria, P. Kanoj, Artificial Intelligence Enabled Audio-to-Text Transcription and Translation for Streamlined Pharmacovigilance Data Collection and Adverse Drug Reaction Reporting, *Perspectives in Clinical Research*, Vol. 16, No. 4, 2025, pp. 211-217, https://doi.org/10.4103/picr.picr_226_24.
- [36] P. C. Karabowicz, R. Charkiewicz, A. Sulewska, J. Nikliński, AgentMol: Multi-Model AI System for Automatic Drug-Target Identification and Molecule Development, *Methods and Protocols*, Vol. 8, 2025, pp. 143, <https://doi.org/10.3390/mps8060143>.
- [37] M. Spanakis, G. Tzedakis, Artificial Intelligence Models and Tools for the Assessment of Drug-Herb Interactions, *Pharmaceutics*, Vol. 18, No. 3, 2025, pp. 282, <https://doi.org/10.3390/ph18030282>.