



ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG CẢNH GIÁC DƯỢC VÀ HỖ TRỢ QUYẾT ĐỊNH LÂM SÀNG

Trần Ngọc Hoài Anh

TÓM TẮT:

An toàn thuốc là yêu cầu quan trọng trong thực hành lâm sàng, đặc biệt tại cơ sở y học cổ truyền có sử dụng phối hợp thuốc hóa dược, vị thuốc cổ truyền và bài thuốc. Bài báo nhằm mô tả quá trình phát triển giải pháp ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong cảnh giác dược tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh. Nội dung được xây dựng trên cơ sở tổng hợp các đề tài tương tác thuốc đã triển khai, dữ liệu cảnh báo hiện có và kinh nghiệm vận hành phần mềm trong quy trình kê đơn, kiểm tra đơn thuốc. Giải pháp AI hướng đến phân tích hồ sơ theo ngữ cảnh, nhận diện nguy cơ, phân loại mức độ ưu tiên, giải thích lý do cảnh báo và gợi ý hướng xử trí. Cách tiếp cận này có thể góp phần chuyển hệ thống cảnh báo quy tắc thành công cụ hỗ trợ quyết định lâm sàng dễ hiểu, có tính tương tác và phù hợp hơn với thực tiễn sử dụng thuốc.

Từ khóa: trí tuệ nhân tạo, cảnh giác dược, an toàn thuốc, tương tác thuốc, y học cổ truyền, hỗ trợ quyết định lâm sàng.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sử dụng thuốc an toàn, hợp lý và hiệu quả là một yêu cầu trọng tâm của hoạt động khám bệnh, chữa bệnh. Trong thực hành lâm sàng, người bệnh thường sử dụng đồng thời nhiều thuốc, đặc biệt ở nhóm cao tuổi, người có nhiều bệnh lý phối hợp hoặc người cần kết hợp nhiều phương pháp điều trị. Khi nhiều thuốc được dùng cùng lúc, nguy cơ tương tác thuốc, chống chỉ định, trùng hoạt chất hoặc quá liều có thể làm giảm hiệu quả điều trị, tăng độc tính và gây phản ứng có hại của thuốc.¹⁻³

Đối với bệnh viện chuyên khoa YHCT, vấn đề an toàn thuốc có đặc điểm phức tạp hơn do quá trình điều trị có thể bao gồm thuốc hóa dược, vị thuốc cổ truyền, thuốc thành phẩm YHCT và các bài thuốc được xây dựng theo nguyên lý phối ngũ. Một đơn thuốc không chỉ cần xem xét theo hoạt chất, liều dùng hoặc bệnh lý kèm theo, mà còn cần đánh giá mối liên hệ giữa các vị thuốc như tương tu, tương sử, tương úy, tương sát, tương ố, tương phản, cũng như các trường hợp cấm dùng hoặc thận trọng khi dùng cho phụ nữ có thai.

Tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh, định hướng ứng dụng công nghệ thông tin trong hỗ trợ kê đơn và kiểm soát tương tác thuốc được hình thành từ các đề tài nghiên cứu về cảnh báo tương tác vị thuốc cổ truyền và tương tác thuốc trong kê đơn kết hợp YHCT với YHHĐ.^{1,2} Các kết quả này tạo nền tảng cho việc xây dựng CSDL tri thức và phần mềm cảnh giác dược tích hợp vào quy trình khám bệnh, chữa bệnh.

1. Bệnh viện Y học cổ truyền Tp Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: TS. Trần Ngọc Hoài Anh

Email:

Ngày nhận bài: 18.5.2026

Ngày được chấp nhận: 22.5.2026

Tuy nhiên, các cảnh báo dựa trên quy tắc cố định còn một số giới hạn. Cảnh báo thường ngắn, ít giải thích ngữ cảnh và đôi khi tạo cảm giác áp đặt đối với người sử dụng. Trong nhiều tình huống, bác sĩ và dược sĩ không chỉ cần biết có cảnh báo, mà còn cần hiểu lý do xuất hiện cảnh báo, mức độ liên quan với người bệnh cụ thể, nguy cơ cần ưu tiên và hướng xử trí phù hợp.

Trong bối cảnh chuyển đổi số y tế, AI được xem là công nghệ có tiềm năng hỗ trợ chẩn đoán, chăm sóc lâm sàng, quản trị y tế và an toàn người bệnh, nhưng cần được triển khai trên cơ sở minh bạch, có trách nhiệm, bảo mật dữ liệu và không thay thế quyết định chuyên môn của nhân viên y tế⁶⁻¹⁰

Bài báo này nhằm mô tả nền tảng hình thành, cấu trúc giải pháp, phương pháp triển khai và giá trị dự kiến của mô hình ứng dụng AI trong cảnh giác dược tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh, qua đó góp phần nâng cao an toàn thuốc và hỗ trợ quyết định lâm sàng.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Đối tượng được mô tả là giải pháp ứng dụng AI trong hệ thống cảnh giác dược và hỗ trợ quyết định lâm sàng tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh. Giải pháp tập trung vào dữ liệu thuốc, vị thuốc cổ truyền, đơn thuốc, thông tin người bệnh, chẩn đoán, bệnh lý kèm theo, tình trạng thai kỳ, cảnh báo tương tác thuốc và phản hồi của người sử dụng trong quá trình khám bệnh, chữa bệnh.

Đối tượng sử dụng gồm bác sĩ khám bệnh, bác sĩ điều trị, dược sĩ lâm sàng, dược sĩ phụ trách dữ liệu thuốc, bộ phận kiểm tra đơn thuốc, bộ phận công nghệ thông tin và lãnh đạo quản lý chuyên môn. Phạm vi ưu tiên là kê đơn ngoại trú,

kê đơn nội trú, kiểm tra đơn thuốc và phân tích hồ sơ sau khi hoàn tất khám bệnh.

2. Phương pháp

Bài báo được thực hiện theo hướng mô tả giải pháp ứng dụng công nghệ thông tin kết hợp AI trong thực tiễn quản lý chuyên môn tại bệnh viện. Phương pháp tiếp cận gồm: kế thừa nền tảng nghiên cứu và CSDL đã có; chuẩn hóa danh mục thuốc, vị thuốc, nhóm tương tác và mức độ cảnh báo; thiết kế mô hình AI hỗ trợ phân tích hồ sơ theo ngữ cảnh; và xây dựng cơ chế tương tác để người dùng xem giải thích, phản hồi, chấp nhận điều chỉnh, giữ nguyên có giải trình hoặc chuyển dược sĩ lâm sàng rà soát.

3. Nguyên tắc đạo đức và an toàn dữ liệu

Giải pháp được triển khai theo nguyên tắc hỗ trợ chuyên môn, không thay thế vai trò quyết định của bác sĩ và dược sĩ. AI chỉ đưa ra nhận định, giải thích và khuyến nghị dựa trên dữ liệu hiện có; quyết định cuối cùng thuộc về nhân viên y tế có thẩm quyền. Thông tin người bệnh được sử dụng trong phạm vi phục vụ khám bệnh, chữa bệnh, quản lý chất lượng và cải tiến an toàn thuốc; cần bảo đảm phân quyền, lưu vết truy cập và bảo mật dữ liệu theo quy định hiện hành.

III. KẾT QUẢ

1. Quá trình phát triển giải pháp

Quá trình phát triển giải pháp tại bệnh viện có thể khái quát thành bốn giai đoạn liên tục. Giai đoạn đầu là nghiên cứu tương tác giữa các vị thuốc cổ truyền trong kê đơn thuốc thang. Giai đoạn thứ hai là mở rộng sang tương tác thuốc trong kê đơn kết hợp YHCT và YHHĐ. Giai đoạn thứ ba là phát triển phần mềm cảnh giác dược tích hợp vào quy trình kê đơn và kiểm tra đơn thuốc. Giai đoạn thứ tư là ứng dụng AI để nâng cấp cảnh báo thành hỗ trợ quyết định lâm sàng.

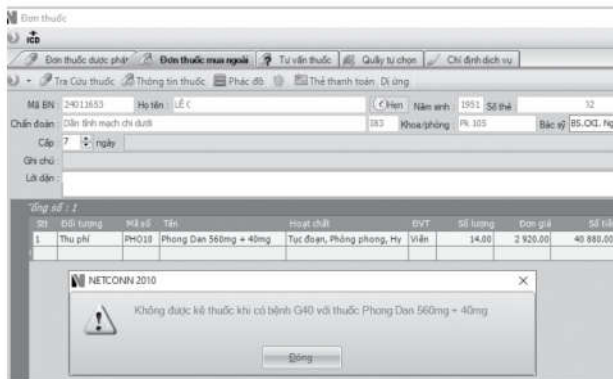


Bảng 1. Quá trình phát triển giải pháp cảnh giác dược tại bệnh viện

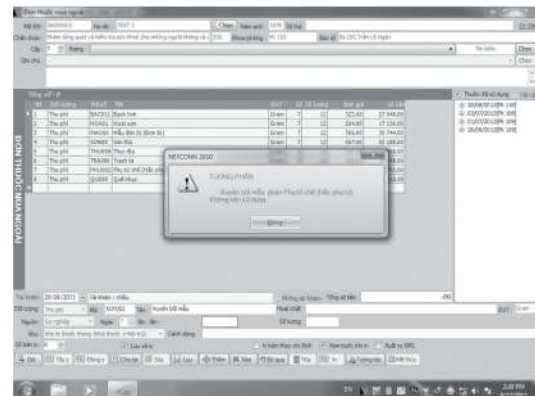
Giai đoạn	Nội dung trọng tâm	Giá trị tạo ra
Nghiên cứu tương tác vị thuốc cổ truyền	Xây dựng dữ liệu tương tu, tương sử, tương úy, tương sát, tương ố, tương phản và thai kỳ	Hình thành cơ sở tri thức chuyên biệt cho YHCT
Mở rộng tương tác YHCT - YHĐ	Bổ sung tương tác thuốc hóa dược - hóa dược và hóa dược - vị thuốc cổ truyền	Phù hợp hơn với thực tiễn điều trị kết hợp
Phần mềm cảnh giác dược	Cảnh báo kê đơn, chống chỉ định, quá liều, trùng hoạt chất và cảnh báo theo bệnh lý	Hỗ trợ bác sĩ, dược sĩ ngay trong quy trình chuyên môn
AI hỗ trợ quyết định lâm sàng	Phân tích ngữ cảnh, giải thích lý do, khuyến nghị xử trí và tương tác với người dùng	Chuyển từ cảnh báo quy tắc sang hỗ trợ quyết định có tính phân tích

2. Sự khác biệt giữa cảnh báo truyền thống và cảnh báo có AI

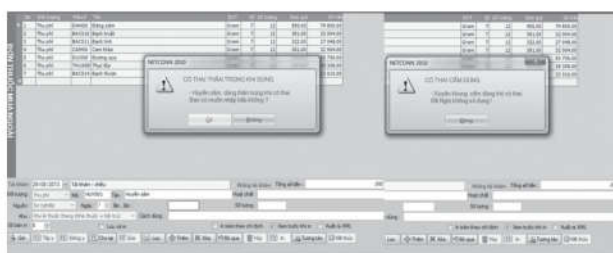
Cảnh báo truyền thống có ưu điểm là nhanh, rõ ràng và dễ kiểm soát theo quy tắc. Tuy nhiên, khi số lượng cảnh báo nhiều, nội dung ngắn và thiếu giải thích, người dùng có thể bỏ qua cảnh báo hoặc xem cảnh báo như một yêu cầu hành chính. Cảnh báo có AI hướng đến giải thích theo tình huống cụ thể, giúp người dùng hiểu rõ mối liên quan giữa cảnh báo và người bệnh đang điều trị.



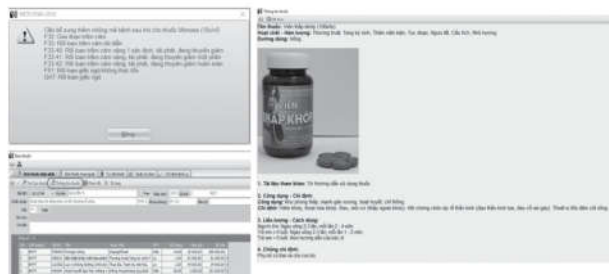
Hình 1. Giao diện cảnh báo chống chỉ định trước khi ứng dụng AI



Hình 2. Giao diện cảnh báo tương tác thuốc trước khi ứng dụng AI



Hình 3. Giao diện cảnh báo có thai cấm dùng trước khi ứng dụng AI



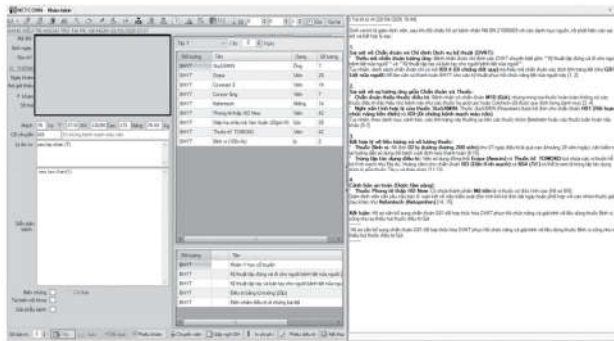
Hình 4. Giao diện cảnh báo bệnh trước khi ứng dụng AI

Bảng 2. So sánh cảnh báo truyền thống và cảnh báo có AI

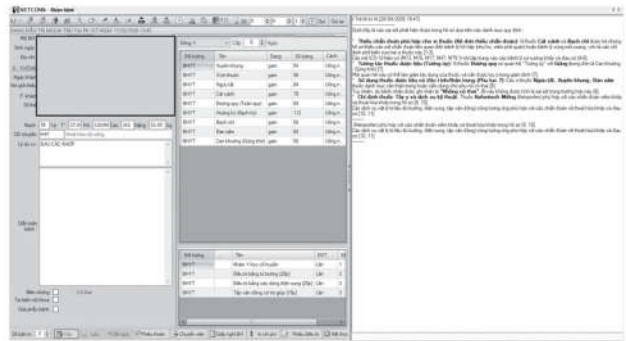
Nội dung	Cảnh báo truyền thống	Cảnh báo có AI
Cách hiển thị	Câu cảnh báo ngắn, cố định	Nhận định theo ngữ cảnh, có giải thích
Mức độ phân tích	Kiểm tra theo quy tắc hoặc cập dữ liệu	Tổng hợp chẩn đoán, thuốc, bệnh lý, liều dùng và nguy cơ
Hỗ trợ xử trí	Thường chỉ báo có hoặc không có cảnh báo	Gợi ý theo dõi, thay thế, điều chỉnh hoặc cần dược sĩ rà soát
Tương tác người dùng	Hạn chế	Có thể hỏi lại AI, phản hồi, giải trình hoặc ghi nhận quyết định
Giá trị quản lý	Thống kê số lượng cảnh báo	Phân tích nhóm nguy cơ, mức độ chấp nhận, xu hướng lỗi và nhu cầu đào tạo

3. Mô hình chức năng của hệ thống AI cảnh giác dược

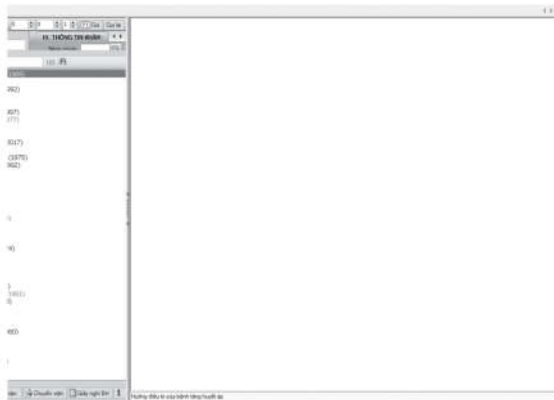
Hệ thống AI cảnh giác dược được thiết kế theo nguyên tắc không làm thay đổi căn bản quy trình làm việc của bác sĩ và dược sĩ. AI được tích hợp tại các thời điểm phù hợp như khi kê đơn, khi kiểm tra đơn thuốc, khi hoàn tất khám bệnh hoặc khi cần rà soát lại hồ sơ nguy cơ cao. Kết quả phân tích được trình bày theo cấu trúc gồm nhận định chung, mức độ nguy cơ, lý do phân tích, khuyến nghị xử trí và lựa chọn phản hồi.



Hình 5. Giao diện AI phân tích sau khám



Hình 6. Giao diện AI phân tích sau khám



Hình 7. Người sử dụng trao đổi với AI



Hình 8. Giao diện AI hỗ trợ trao đổi với người sử dụng

**Bảng 3. Nhóm chức năng chính của hệ thống AI cảnh giác dược**

Nhóm chức năng	Nội dung thực hiện	Ý nghĩa hỗ trợ lâm sàng
Phân tích tương tác thuốc	Kiểm tra tương tác giữa thuốc hóa dược, vị thuốc cổ truyền và phối hợp YHCT - YHHĐ	Giảm nguy cơ bỏ sót tương tác có ý nghĩa lâm sàng
Phân tích chống chỉ định và thận trọng	Đối chiếu thuốc với bệnh lý, thai kỳ, tuổi và tình trạng đặc biệt	Hỗ trợ lựa chọn thuốc phù hợp hơn với từng người bệnh
Phân tích liều dùng và trùng hoạt chất	Kiểm tra quá liều, trùng hoạt chất, trùng thành phần hoặc chồng lấp điều trị	Hạn chế sai sót kê đơn và nguy cơ phản ứng bất lợi
Giải thích bằng ngôn ngữ tự nhiên	Diễn giải lý do cảnh báo, hậu quả có thể xảy ra và mức độ cần xử trí	Làm cảnh báo dễ hiểu hơn, giảm cảm giác áp đặt
Khuyến nghị hành động	Gợi ý theo dõi, điều chỉnh, thay thế, bổ sung căn cứ hoặc chuyển dược sĩ lâm sàng	Hỗ trợ quyết định nhưng không thay thế bác sĩ
Học từ phản hồi	Ghi nhận chấp nhận, bỏ qua, giải trình hoặc điều chỉnh theo cảnh báo	Cải tiến hệ thống và giảm cảnh báo không phù hợp

4. Giá trị chuyên môn dự kiến

Việc ứng dụng AI giúp hệ thống cảnh giác dược chuyển từ vai trò nhắc lỗi sang hỗ trợ quá trình cân nhắc chuyên môn. Khi cảnh báo được diễn giải rõ lý do và gắn với tình huống cụ thể, người dùng có thêm căn cứ để quyết định. Đối với bác sĩ, AI có thể giảm áp lực phải ghi nhớ toàn bộ tương tác và chống chỉ định của số lượng lớn thuốc, đặc biệt trong bối cảnh phối hợp thuốc hóa dược và vị thuốc cổ truyền. Đối với dược sĩ, AI có thể hỗ trợ ưu tiên các đơn thuốc hoặc hồ sơ cần rà soát sâu hơn. Đối với nhà quản lý, hệ thống tạo nguồn dữ liệu phục vụ giám sát an toàn thuốc, đào tạo, cải tiến chất lượng và quản lý rủi ro.

Điểm quan trọng của mô hình là AI không làm mất vai trò của nhân viên y tế, mà làm cho thông tin cảnh báo trở nên có ý nghĩa hơn. Một cảnh báo được giải thích bằng ngôn ngữ tự nhiên, có lý do, có mức độ ưu tiên và có gợi ý xử trí có thể giúp người dùng tiếp nhận thông tin thuận lợi hơn so với thông báo ngắn, khô cứng.

IV. BÀN LUẬN

Quá trình phát triển giải pháp cảnh giác được tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh cho thấy một hướng đi có tính kế thừa. AI không được triển khai như một công nghệ độc lập, mà được xây dựng trên nền tảng các đề tài nghiên cứu trước đó về tương tác thuốc và phần mềm cảnh báo. Nền tảng này giúp hệ thống có dữ liệu chuyên môn đặc thù, nhất là dữ liệu liên quan đến vị thuốc cổ truyền và mô hình điều trị kết hợp YHCT với YHHĐ.

Nếu các đề tài tương tác thuốc trước đây giúp trả lời câu hỏi cần cảnh báo điều gì, phần mềm cảnh giác được giúp trả lời câu hỏi cảnh báo ở đâu trong quy trình kê đơn, thì AI mở rộng thêm câu hỏi cảnh báo đó có ý nghĩa gì đối với người bệnh cụ thể và nhân viên y tế nên cần nhắc như thế nào. Đây là sự thay đổi quan trọng về bản chất của hệ thống: cảnh báo không còn là một thông báo rời rạc, mà trở thành một phần của quá trình hỗ trợ quyết định.

Một hạn chế thường gặp của hệ thống cảnh báo lâm sàng là quá tải cảnh báo. Khi cảnh báo xuất hiện nhiều, ít chọn lọc hoặc không đủ giải thích, người dùng có thể bỏ qua cả những cảnh báo quan trọng.^{9,10} AI có thể hỗ trợ khắc phục vấn đề này bằng cách phân loại mức độ nguy cơ, gộp các cảnh báo ít quan trọng, ưu tiên cảnh báo cần xử lý và giải thích lý do bằng ngôn ngữ gần với thực hành chuyên môn.

Đối với YHCT, giá trị của AI thể hiện ở khả năng xử lý đồng thời nhiều lớp tri thức, bao gồm lý luận phối ngũ, tương tác vị thuốc, tương tác thuốc hóa dược, tình trạng bệnh lý, thai kỳ, liều dùng và kinh nghiệm điều trị. Những tri thức này nếu chỉ thể hiện bằng bảng quy tắc có thể khó sử dụng trong tình huống lâm sàng nhanh. Khi được AI diễn giải, cùng

một cảnh báo có thể được trình bày mềm mại hơn, nêu rõ nguy cơ chính, mức độ cần chú ý và các lựa chọn phù hợp.

Tuy nhiên, AI trong cảnh giác được cần được kiểm soát chặt chẽ. Hệ thống phải có nguồn dữ liệu đáng tin cậy, quy trình cập nhật rõ ràng, phân quyền người dùng, lưu vết truy cập và cơ chế kiểm tra định kỳ. Khuyến nghị của AI cần có khả năng giải thích, có căn cứ và cho phép người dùng phản hồi. Đây là điều kiện quan trọng để bảo đảm an toàn, minh bạch và khả năng chấp nhận của hệ thống trong môi trường bệnh viện.

Bài báo này chủ yếu mô tả quá trình xây dựng và mô hình triển khai, chưa đánh giá định lượng tác động của AI đối với tỷ lệ cảnh báo được chấp nhận, tỷ lệ sai sót kê đơn, thời gian xử lý đơn thuốc hoặc kết cục lâm sàng. Các nghiên cứu tiếp theo nên thiết kế tiêu chí đánh giá trước và sau triển khai, đồng thời khảo sát mức độ hài lòng, tính dễ sử dụng và ảnh hưởng của hệ thống đối với quy trình làm việc của bác sĩ, dược sĩ.

V. KẾT LUẬN

Giải pháp ứng dụng AI trong cảnh giác được tại Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh là bước phát triển có tính kế thừa từ các đề tài nghiên cứu tương tác thuốc, mở rộng thành phần mềm cảnh giác được và tiếp tục nâng cấp thành công cụ hỗ trợ quyết định lâm sàng. Việc đưa AI vào hệ thống không chỉ nhằm bổ sung công nghệ mới, mà nhằm làm cho cảnh báo trở nên dễ hiểu hơn, có phân tích hơn và phù hợp hơn với thực tế sử dụng.

AI có thể hỗ trợ bác sĩ, dược sĩ phát hiện sớm nguy cơ tương tác thuốc, chống chỉ định, quá liều, trùng hoạt chất và các tình huống kê đơn nguy cơ cao; đồng thời góp phần nâng



cao an toàn thuốc, chất lượng điều trị và hiệu quả quản lý chuyên môn. Giải pháp có ý nghĩa thực tiễn trong bối cảnh chuyển đổi số y tế, nhưng cần tiếp tục được đánh giá bằng các chỉ số định lượng và cơ chế giám sát an toàn khi triển khai lâu dài.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Ban Giám đốc Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh, các khoa/phòng chuyên môn, dược sĩ, bác sĩ và bộ phận công nghệ thông tin đã phối hợp trong quá trình xây dựng, triển khai và hoàn thiện giải pháp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nhóm nghiên cứu Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh.** Ứng dụng phần mềm cảnh báo tương tác thuốc đông dược. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở. Thành phố Hồ Chí Minh; 2012.
2. **Nhóm nghiên cứu Bệnh viện Y học cổ truyền Thành phố Hồ Chí Minh.** Xây dựng và đánh giá hiệu quả của phần mềm cảnh báo tương tác thuốc trong kê đơn thuốc kết hợp y học cổ truyền và y học hiện đại. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở. Thành phố Hồ Chí Minh; 2014.
3. **Bộ Y tế.** Tương tác thuốc và chống chỉ định. Hà Nội: Nhà xuất bản Y học; 2006.
4. **Bộ Y tế.** Dược lâm sàng. Hà Nội: Nhà xuất bản Y học; 2011:66-86.
5. **Bộ Y tế.** Dược thư quốc gia Việt Nam. Hà Nội: Nhà xuất bản Y học; 2012:43-45.
6. **World Health Organization.** Medication Without Harm: Global Patient Safety Challenge on Medication Safety. Geneva: World Health Organization; 2017.
7. **World Health Organization.** Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance. Geneva: World Health Organization; 2021.
8. **World Health Organization.** Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Guidance on Large Multi-Modal Models. Geneva: World Health Organization; 2024.
9. **Bates DW, Levine D, Syrowatka A, et al.** The potential of artificial intelligence to improve patient safety: a scoping review. NPJ Digit Med. 2021;4:54. doi:10.1038/s41746-021-00423-6.
10. **Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI.** An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. NPJ Digit Med. 2020;3:17. doi:10.1038/s41746-020-0221-y.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN | PHARMACOVIGILANCE AND CLINICAL DECISION SUPPORT

Tran Ngoc Hoai Anh

SUMMARY

Medication safety is an important requirement in clinical practice, particularly in traditional medicine hospitals where conventional drugs, herbal medicines and traditional prescriptions may be used in combination. This article describes the development of an artificial intelligence-based pharmacovigilance solution at Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital. The content was developed by synthesizing previous drug interaction projects, existing alert databases and practical experience in implementing software within prescribing and prescription review workflows. The AI-based solution is designed to analyze medical records in context, identify medication-related risks, prioritize alerts, explain the rationale and suggest possible clinical actions. This approach may contribute to transforming a rule-based warning system into a more understandable, interactive and clinically relevant decision support tool.

Keywords: artificial intelligence, pharmacovigilance, medication safety, drug interactions, traditional medicine, clinical decision support.

I. INTRODUCTION

Safe, rational, and effective medication use is a core requirement of healthcare operations. In clinical practice, patients are frequently prescribed multiple medications simultaneously, particularly elderly individuals presenting with complex comorbidities. This polypharmacy substantially accelerates the risk of adverse drug interactions, contraindications, and medication errors, posing direct threats to patient safety and escalating overall medical expenditures.

For specialized traditional medicine (TM) hospitals, the challenges surrounding medication safety are inherently more complex. Therapeutic regimens within these institutions often involve a dual integration of conventional chemical drugs, raw traditional herbal materials, standardized patent traditional products, and individualized multi-herb decoctions. Evaluating interactions across these distinct therapeutic modalities requires analyzing not only chemical-to-chemical interactions but also chemical-to-herb and herb-to-herb relationships, creating a highly intricate matrix of clinical knowledge.

At Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital, implementing information technology to enhance prescribing safety and monitor drug interactions has been a long-standing priority. This initiative originated from foundational baseline research projects on oriental drug interactions in 2012 and integrated electronic prescribing alert systems in 2014. Over years of deployment, these rule-based systems have provided invaluable assistance to clinicians by actively cross-checking and preventing basic medication configuration errors.

Nevertheless, conventional rule-based alerting mechanisms possess notable operational constraints. Traditional warnings are often brief, devoid of contextual explanations, and can occasionally be perceived by users as overly rigid or prescriptive. In many practical scenarios, clinicians override important alerts due to a lack of situational analysis regarding specific patient conditions, leading to the widely documented phenomenon of 'alert fatigue,' which potentially compromises clinical risk management.

Within the broader framework of digital health transformation, Artificial Intelligence



(AI) has emerged as a disruptive technology with the capacity to revolutionize diagnostic accuracy, personalized clinical care, health administration, and patient safety. However, integrating AI into critical environments like pharmacovigilance must be executed under principles of high transparency, responsibility, and strict alignment with national medical guidelines and internationally validated technical standards.

This article outlines the structural foundations, systemic architecture, implementation methodology, and anticipated clinical value of the AI-powered pharmacovigilance and decision support model developed at Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital. This solution represents a strategic shift from rigid rule-based filtering toward flexible, context-aware clinical intelligence.

II. OBJECTIVES AND METHODS

1. Subject of Description

The subject described herein is the comprehensive integration of an AI application within the pharmacovigilance and clinical decision support system at Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital. The solution incorporates historical drug interaction data, patient electronic health records (EHR), current clinical guidelines, and advanced natural language processing (NLP) models to evaluate prescribing safety in real-time.

The targeted user base comprises outpatient physicians, inpatient attending medical staff, clinical pharmacists, formulary data administrators, medical audit teams, information technology specialists, and hospital clinical leadership. The scope of application spans the entire clinical spectrum, including outpatient consultation rooms, inpatient clinical wards, and the centralized hospital pharmacy department.

2. Methodology

This paper utilizes a structural descriptive

methodology to outline the deployment of an AI-enhanced IT solution within hospital professional management. The technical approach consists of: (i) inheriting and structurally upgrading the foundational research database of oriental drug interactions; (ii) mapping existing hardcoded clinical safety rules into semantic feature sets; (iii) deploying advanced natural language processing architectures to parse unstructured diagnostic texts; and (iv) designing interactive user interfaces tailored to existing clinical workflows.

3. Ethical Principles and Data Security

The AI solution is deployed strictly as a professional advisory tool and does not substitute for the final diagnostic or therapeutic decisions of licensed physicians and pharmacists. The AI provides context-aware evaluations, text explanations, and risk mitigation recommendations based exclusively on authenticated datasets; final clinical responsibility remains fully with the human medical practitioner.

To ensure robust data safety and security, all data processing operations are executed locally within the hospital's secure internal network (on-premise deployment). Patient identifiers are strictly de-identified prior to computational analysis. The system complies with national regulations governing medical data privacy, incorporates strict role-based access control (RBAC), and logs all system queries and override events for routine auditing.

III. RESULTS

1. Evolution of the System Solution

The development of the pharmacovigilance architecture within the hospital has evolved through four sequential and interconnected phases. The initial phase involved baseline academic research establishing interaction criteria among traditional herbal materials in complex multi-herb formulas. The second phase expanded this repository into a broader

matrix covering interactions between conventional chemical drugs and traditional patent formulations. The third phase saw the digitization of these criteria into hardcoded hard-rule software alert modules embedded within the hospital information system (HIS). The fourth and current phase integrates AI architectures capable of executing context-aware text interpretation and multi-variable clinical reasoning.

Table 1. Evolutionary Phases of the Pharmacovigilance Solution at the Hospital

Phase	Core Focus Areas	Generated Clinical Value
Research on Traditional Herbal Interactions	Constructed comprehensive datasets mapping traditional compatibility categories: mutual reinforcement, mutual assistance, mutual restraint, mutual counteraction, mutual inhibition, mutual antagonism, and pregnancy contraindications.	Established a specialized foundational knowledge base unique to traditional medicine theory.
Expansion to TM - Modern Medicine Integration	Incorporated interaction matrices covering drug-to-drug (conventional chemical) and drug-to-herb (conventional to traditional) relationships.	Enhanced clinical compatibility with real-world integrative medicine treatment practices.
Rule-Based Pharmacovigilance Software	Implemented automated prescription screening covering hardcoded contraindications, overdosing, therapeutic duplication, and basic comorbidity mismatches.	Actively supported outpatient and inpatient staff directly within active professional workflows.
AI-Enhanced Clinical Decision Support	Deployed context-aware analysis, natural language generation of rationale, action-oriented recommendations, and conversational user interfaces.	Transformed rigid rule-based filtering into sophisticated analytical decision support intelligence.

2. Core Technical Divergences: Traditional vs. AI-Driven Alerting

Traditional hardcoded alerts offer the clear advantages of high execution speed, deterministic logic, and straightforward rule management. However, when clinical databases scale, a high volume of unselective, short alerts devoid of contextual justification often induces severe user fatigue, causing clinicians to reflexively bypass critical notices. In contrast, AI-driven alerting aggregates multi-dimensional clinical parameters (including diagnostics, laboratory results, age, and stage of disease) to construct comprehensive contextual explanations. This provides multi-level clinical recommendations rather than binary blockages, significantly enriching professional decision quality as shown in Table 2.

**Table 2. Comparative Analysis of Traditional Rule-Based Alerts and AI-Enhanced Alerts**

Operational Dimension	Traditional Rule-Based Alerting	AI-Enhanced Analytical Alerting
Display Mechanism	Short, static, pre-formatted warning strings.	Context-aware synthesis with natural language explanations.
Analytical Depth	Evaluates static pairs of data or deterministic rule blockages.	Aggregates diagnostics, complete medication lists, comorbidities, dosage parameters, and patient risk profiles.
Clinical Guidance	Provides binary alert present or absent indicators.	Suggests targeted monitoring, therapeutic substitutions, dosage adjustments, or pharmacist reviews.
User Interaction	Highly constrained; limited to simple acknowledgment or ignore actions.	Supports interactive queries, conversational clarification, and natural language override justifications.
Administrative Value	Aggregates simple descriptive statistics on total alert volumes.	Analyzes categorical risk trends, clinician acceptance rates, error archetypes, and targeted training needs.

3. Functional Architecture of the AI Pharmacovigilance System

The functional architecture of the AI pharmacovigilance system is designed around the core principle of non-disruption, ensuring seamlessly integrated workflows for medical staff. The system operates discreetly in the background, executing clinical checks at key transactional nodes, such as order entry during initial prescribing, verification during clinical pharmacist review, and dispensing at the centralized pharmacy. The core functional blocks are systematized in Table 3.

Table 3. Principal Functional Modules of the AI-Powered Pharmacovigilance System

Functional Module	Technical Execution Details	Clinical Decision Support Value
Drug Interaction Analysis	Evaluates cross-modality interactions across chemical-to-chemical, herb-to-herb, and integrated conventional-traditional formulations.	Minimizes the risk of missing clinically significant drug-herb interactions on complex prescriptions.
Contraindication & Caution Screening	Cross-references active substances against patient ICD-10 diagnostics, pregnancy status, age, and specialized organ function parameters.	Supports the selection of optimal therapeutic agents customized to specific patient physiological restrictions.
Dosage & Therapeutic Duplication Audit	Screens for absolute overdosing, duplicate active ingredients, overlapping traditional therapeutic categories, or redundant polypharmacy.	Reduces prescribing errors and mitigates the incidence of cumulative dose-dependent adverse reactions.
Natural Language Explanation Generation	Converts complex biochemical or traditional compatibility rationales into clear, concise, and localized natural language text summaries.	Enhances alert transparency and clarity, significantly mitigating clinician alert resistance.

Actionable Clinical Recommendations	Formulates targeted follow-up actions, including lab monitoring schedules, therapeutic alternatives, or direct referral to clinical pharmacists.	Enriches clinical decision paths without encroaching upon the ultimate authority of the physician.
Feedback Loop & Adaptive Learning	Logs user acceptance, structured override reasoning, text-based justifications, or prescription adjustment behaviors.	Drives continuous database refinement and systematically minimizes non-applicable or redundant alerts.

4. Anticipated Professional and Institutional Value

The deployment of AI transforms the pharmacovigilance framework from a reactive error-flagging mechanism into a proactive clinical consultation tool. When a warning is contextualized and accompanied by clear clinical rationale, medical personnel view the system as an interactive advisory asset rather than an administrative hurdle. Explaining alerts in natural language, accompanied by clinical justification, risk stratification, and alternative treatment pathways, empowers clinicians to make safer, more informed prescribing adjustments. Over time, logging user feedback and override justifications provides hospital management with clear insights into clinician acceptance trends, helping target professional training initiatives and iteratively refine the internal medical knowledge base.

IV. DISCUSSION

The development and deployment of the pharmacovigilance solution at Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital demonstrates a highly structured, evolutionary path. Rather than introducing AI as an isolated, detached technology stack, the hospital has systematically built upon historical academic research foundations. This strategy ensures that advanced machine learning architectures do not operate in a vacuum, but are anchored to verified, high-quality local clinical databases and culturally relevant practices.

This system progression represents an expansion of clinical governance queries. While early drug interaction research answered *what* required monitoring, and initial hardcoded modules determined *where* alerts belonged within the electronic health workflow, the current AI integration answers *why* a risk exists under specific clinical contexts and *how* to safely mitigate it. This transition provides clinicians with multi-layered situational intelligence rather than binary blockages.

A pervasive challenge in modern healthcare informatics is the phenomenon of alert fatigue. International literature confirms that when clinical decision support systems generate excessive, unselective, or poorly explained warnings, practitioners frequently override up to 90% of notifications, occasionally bypassing critical safety alerts. Deploying context-aware AI directly addresses this bottleneck by executing intelligent risk stratification, ensuring that high-priority alerts are prominently highlighted with transparent textual rationale, while low-risk variations are filtered or seamlessly deferred to clinical pharmacists.

Within the specific domain of traditional medicine, the value of AI is amplified by its unique capacity to parse multi-layered, heterogeneous knowledge domains simultaneously. The system effectively balances the holistic, rule-based reasoning of traditional medical theory (such as herbal compatibility and contraindications) with the quantitative, molecular-level parameters of modern pharmacology. This dual-domain processing provides a reliable safety net for integrative medical environments where conventional chemical drugs and traditional multi-herb formulas are prescribed concurrently.



Nevertheless, deploying AI within critical clinical pharmacovigilance workflows requires strict, ongoing governance. The system must operate on highly reliable, peer-reviewed reference databases, maintain a transparent and auditable update protocol, enforce role-based access controls, and preserve detailed access logs. Regular expert-committee audits are vital to assess algorithm behavior, verify the clinical safety of generated recommendations, and mitigate any risks of automated algorithmic bias.

It is important to note that this article primarily outlines the structural framework, systemic architecture, and implementation model of the solution. It does not present a quantitative clinical evaluation measuring post-implementation changes in alert acceptance rates, prescribing error reductions, dispensing processing times, or long-term financial impacts. Executing rigorous, prospective multi-center quantitative assessments remains a vital objective for subsequent phases of this research initiative.

V. CONCLUSION

The integration of artificial intelligence within the pharmacovigilance infrastructure at Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital represents a strategic evolution in clinical risk management. By building upon historical research and expanding hardcoded rules into adaptive software intelligence, the institution has established a scalable blueprint for modernizing specialized healthcare workflows.

The context-aware AI application actively supports clinicians and clinical pharmacists in detecting early-stage risks, including drug-drug interactions, drug-herb interactions, physiological contraindications, absolute overdosing, and therapeutic duplication. This integration enhances overall medication safety, minimizes user alert fatigue, and elevates the quality of specialized medical care within modern digital health ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their sincere gratitude to the Board of Directors of Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital, as well as the specialized clinical departments, clinical pharmacists, physicians, and the information technology team for their close coordination and invaluable support throughout the design, development, and operational implementation of this system solution.

REFERENCES

1. Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital Research Group. Application of pharmacovigilance software for oriental medicine interactions. Internal Research Project Report. Ho Chi Minh City; 2012.
2. Ho Chi Minh City Traditional Medicine Hospital Research Group. Development and efficacy evaluation of an integrated drug interaction alert software for combined traditional and modern medicine prescribing. Internal Research Project Report. Ho Chi Minh City; 2014.
3. Ministry of Health of Vietnam. Drug Interactions and Contraindications. Hanoi: Medical Publishing House; 2006.
4. Ministry of Health of Vietnam. Clinical Pharmacy. Hanoi: Medical Publishing House; 2011:66-86.
5. Ministry of Health of Vietnam. National Formulary of Vietnam. Hanoi: Medical Publishing House; 2012:43-45.
6. World Health Organization. Medication Without Harm: Global Patient Safety Challenge on Medication Safety. Geneva: World Health Organization; 2017.
7. World Health Organization. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance. Geneva: World Health Organization; 2021.
8. World Health Organization. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Guidance on Large Multi-Modal Models. Geneva: World Health Organization; 2024.
9. Bates DW, Levine D, Syrowatka A, et al. The potential of artificial intelligence to improve patient safety: a scoping review. NPJ Digit Med. 2021;4:54. doi:10.1038/s41746-021-00423-6.
10. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI. An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. NPJ Digit Med. 2020;3:17. doi:10.1038/s41746-020-0221-y.