

REVIEW: APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BLOOD SUGAR CONTROL

Huynh Dinh Chien^{1*}, Hoang Thi Duc Ngan², Tran Thi Quynh Mai³,
Nguyen Thi Hoa Huyen¹

¹*College of Health Sciences, VinUni University*

²*The National Institute of Nutrition*

³*PCM Medical Group Joint Stock Company*

Received 19 March 2025

Accepted 24 March 2025

Abstract: Artificial intelligence (AI) is rapidly transforming healthcare, particularly in the management of chronic conditions such as diabetes. This review examines the emerging role of AI-powered apps in glucose management, using sophisticated algorithms to analyze data from multiple sources, including continuous glucose monitors, and provide personalized insights. These apps offer benefits such as improved glucose management, increased personalization, and greater convenience. The review also addresses current challenges, including data accuracy, algorithm transparency, regulatory issues, and accessibility, while highlighting potential future advances in this growing field.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, deep learning, diabetes, blood sugar

* Corresponding author:

E-mail address: huynhdinhchien55@gmail.com

<https://doi.org/10.56086/jcvb.v5i1.207>

TỔNG QUAN VỀ ỨNG DỤNG AI TRONG KIỂM SOÁT ĐƯỜNG HUYẾT

Huỳnh Đình Chiến^{1*}, Hoàng Thị Đức Ngân², Trần Thị Quỳnh Mai³,

Nguyễn Thị Hoa Huyền¹

¹ Viện Khoa học Sức khỏe, Trường ĐH VinUni

² Viện Dinh dưỡng

³ Công ty Cổ phần Tập đoàn Y tế PCM Việt Nam

Nhận ngày 19 tháng 03 năm 2025

Chấp nhận đăng ngày 24 tháng 03 năm 2025

Tóm tắt: Trí tuệ nhân tạo (AI) đang thay đổi nhanh chóng ngành chăm sóc sức khỏe, đặc biệt là trong việc quản lý các tình trạng bệnh mãn tính như bệnh tiểu đường. Bài tổng quan này xem xét vai trò mới nổi của các ứng dụng chạy bằng AI trong việc kiểm soát mức glucose, sử dụng các thuật toán tinh vi để phân tích dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm cả máy theo dõi glucose liên tục và cung cấp thông tin chi tiết được cá nhân hóa. Các ứng dụng này mang lại những lợi ích như cải thiện việc quản lý glucose, tăng cường cá nhân hóa và tiện lợi hơn. Bài tổng quan cũng giải quyết các thách thức hiện tại, bao gồm độ chính xác của dữ liệu, tính minh bạch của thuật toán, các vấn đề về quy định và khả năng truy cập, đồng thời nêu bật những tiến bộ tiềm năng trong tương lai trong lĩnh vực đang phát triển này.

Từ khoá: Trí tuệ nhân tạo, học máy, học sâu, đái tháo đường, đường huyết

1. Đặt vấn đề

Sự giao thoa giữa Trí tuệ nhân tạo (AI) và chăm sóc sức khỏe đã mở ra những hướng đi thú vị để quản lý các tình trạng bệnh mãn tính và kiểm soát mức glucose cũng không ngoại lệ [1-3]. Ngày càng có nhiều ứng dụng hỗ trợ AI hứa hẹn sẽ cách mạng hóa cách những người mắc bệnh tiểu đường hoặc

những người muốn theo dõi sức khỏe trao đổi chất tốt hơn và điều chỉnh lượng đường trong máu của họ. Bài tổng quan này nhằm mục đích khám phá bối cảnh hiện tại của các ứng dụng AI này, nêu bật những lợi ích tiềm năng, hạn chế và tác động chung của chúng đối với việc quản lý glucose.

2. Nội dung

2.1 Các mốc phát triển của việc áp dụng AI trong quản lý bệnh đái tháo đường

Các ứng dụng AI đầu tiên của thập niên 1990 trong bệnh tiểu đường	1999: Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) đã phê duyệt hệ thống Giám sát Glucose Liên tục (CGM) đầu tiên, đánh dấu bước tiến đáng kể trong công nghệ quản lý bệnh tiểu đường.
Những tiến bộ của thập niên 2000 trong phân tích dự đoán	2006: FDA đã phê duyệt hệ thống CGM đầu tiên do Dexcom phát triển, cho phép cung cấp dữ liệu thời gian thực cho bệnh nhân và các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe [4].
Tích hợp AI vào thiết bị điều trị bệnh tiểu đường những năm 2010	2015: MiniMed 640G, thuật toán dự đoán insulin tạm dừng đầu tiên. 2016: FDA đã phê duyệt Medtronic MiniMed 670G, hệ thống cung cấp insulin vòng kín lai đầu tiên. Hệ thống này sử dụng các thuật toán AI để tự động điều chỉnh việc cung cấp insulin cơ bản dựa trên chỉ số CGM[5]. 2018: FDA đã phê duyệt FreeStyle Libre, một hệ thống theo dõi glucose flash cung cấp chỉ số glucose theo thời gian thực mà không cần hiệu chuẩn bằng cách chích ngón tay[6].
Mở rộng các ứng dụng AI những năm 2020	2023: NHS tại Anh công bố kế hoạch cung cấp cho những người mắc bệnh tiểu đường loại 1 (T1DM) các thiết bị tuyến tụy nhân tạo, tự động kiểm soát lượng đường trong máu bằng cách liên tục theo dõi lượng glucose và cung cấp insulin khi cần thiết[7]. 2024: AEYE Health đã phát triển một hệ thống hỗ trợ AI có khả năng chẩn đoán bệnh vồng mạc tiểu đường trong một phút bằng cách sử dụng camera di động, tạo điều kiện phát hiện sớm và điều trị để ngăn ngừa mất thị lực[8].

2.2 Hứa hẹn của AI trong Quản lý lượng đường huyết

Các ứng dụng AI để kiểm soát glucose tận dụng nhiều công nghệ khác nhau, bao gồm học máy, phân tích dữ liệu và mô hình dự đoán, để cung cấp thông tin chi tiết và hỗ trợ được cá nhân hóa. Các chức năng cốt lõi thường bao gồm:

Tích hợp và Phân tích Dữ liệu: Các ứng dụng này có thể kết nối với máy theo dõi glucose liên tục (continuous glucose monitors, CGM), máy đo đường huyết (blood glucose meters, BGM), máy bơm insulin, máy theo dõi thể dục và nhật ký chế độ ăn uống. Bằng cách tổng hợp dữ liệu đa dạng này, các thuật toán AI có thể xác định các mô hình và

xu hướng mà cá nhân có thể khó phân biệt theo cách thủ công. Ví dụ: một ứng dụng có thể liên hệ lượng thức ăn cụ thể với lượng glucose tăng đột biến hoặc xác định các giai đoạn tăng độ nhạy insulin dựa trên mức độ hoạt động.

Tiềm năng phát hiện sớm các vấn đề:

Thuật toán AI có thể xác định các mô hình tinh vi có thể chỉ ra các dấu hiệu sớm của biến chứng hoặc điều trị không tối ưu, cho phép can thiệp kịp thời. Một nghiên cứu hồi cứu sử dụng dữ liệu Hồ sơ sức khỏe điện tử (EHR) để phát triển mô hình học máy (ML) nhằm phát hiện T1DM được chẩn đoán nhầm là bệnh tiểu đường type 2 (T2DM) [9]. Các yếu tố dự báo chính bao gồm BMI, tuổi, HbA1c, mức đường huyết và tiền sử điều trị.

Khả năng dự đoán: Dự đoán sự khởi phát của bệnh tiểu đường đóng vai trò quan trọng trong y học phòng ngừa bằng cách xác định những cá nhân có nguy cơ cao mắc bệnh trước khi bệnh biểu hiện lâm sàng. Bằng cách tận dụng các công cụ chẩn đoán và mô hình dự đoán tiên tiến, các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe có thể thực hiện các biện pháp can thiệp kịp thời, chẳng hạn như thay đổi lối sống và các kế hoạch điều trị được cá nhân hóa, để trì hoãn hoặc thậm chí ngăn ngừa sự tiến triển của bệnh tiểu đường [10]. Lợi thế đáng kể của AI là khả năng dự báo mức glucose trong tương lai dựa trên dữ liệu

lịch sử, thông tin bữa ăn, mô hình hoạt động và thậm chí là các yếu tố môi trường. Sức mạnh dự đoán này có thể trao quyền cho người dùng chủ động điều chỉnh liều insulin, thời gian ăn hoặc mức độ hoạt động để tránh tăng đường huyết hoặc hạ đường huyết. Cảnh báo sớm về các biến động glucose tiềm ẩn có thể vô cùng hữu ích để duy trì kiểm soát chặt chẽ hơn và ngăn ngừa các biến chứng cấp tính. Thuật toán AI ngày càng được sử dụng để dự đoán các biến chứng của bệnh tiểu đường, cung cấp các công cụ tiên tiến để phát hiện sớm và can thiệp cá nhân hóa. Bằng cách phân tích lượng lớn dữ liệu bệnh nhân, bao gồm bệnh án điện tử (electronic health records, EHR), kết quả xét nghiệm và hình ảnh y tế, các mô hình do AI điều khiển có thể xác định những cá nhân có nguy cơ cao mắc các biến chứng như bệnh võng mạc của bệnh tiểu đường, bệnh thận, bệnh thần kinh và bệnh tim mạch [11-14].

Khuyến nghị và thông tin chi tiết được cá nhân hóa: AI cung cấp trải nghiệm học tập được cá nhân hóa, phản hồi theo thời gian thực và hệ thống hỗ trợ tương tác. Các giải pháp do AI thúc đẩy, chẳng hạn như chatbot, trợ lý sức khỏe ảo và ứng dụng di động, cung cấp giáo dục theo yêu cầu, thích ứng với nhu cầu cá nhân, giúp bệnh nhân đưa ra quyết định sáng suốt về sức khỏe của mình[15]. Ngoài ra, các chatbot và trợ lý ảo do AI hỗ trợ, được

tích hợp vào ứng dụng di động và nền tảng y tế từ xa, cung cấp câu trả lời theo thời gian thực cho các câu hỏi của bệnh nhân, nhắc nhở theo dõi thuốc và glucose, và khuyến nghị về lối sống được cá nhân hóa. Thuật toán AI có thể tìm hiểu phản ứng sinh lý riêng biệt của một cá nhân và đưa ra lời khuyên phù hợp. Điều này có thể bao gồm các đề xuất về lượng bolus insulin tối ưu, điều chỉnh số lượng carbohydrate, thời gian tập thể dục hoặc thậm chí là thay đổi chế độ ăn uống [16]. Theo thời gian, các khuyến nghị của ứng dụng có thể ngày càng được tinh chỉnh và phù hợp với nhu cầu cụ thể của người dùng.

Ghi nhật ký và theo dõi tự động: Nhiều ứng dụng AI tự động hóa quy trình ghi nhật ký chỉ số glucose, lượng thức ăn nạp vào và liều insulin, giúp giảm bớt gánh nặng cho người dùng. Việc thu thập dữ liệu toàn diện và chính xác này rất quan trọng để phân tích AI hiệu quả và phản hồi được cá nhân hóa. So sánh với các phương tiện trước đây, chúng ta có thể thấy rằng các phương pháp theo dõi glucose truyền thống, chẳng hạn như xét nghiệm glucose máu bằng ngón tay, chỉ cung cấp các phép đo một điểm, hạn chế hiệu quả của chúng trong việc nắm bắt xu hướng glucose. Ngược lại, các hệ thống CGM tích hợp AI cung cấp cái nhìn toàn diện về các biến động glucose hàng ngày. Bằng cách phân tích các tập dữ liệu lớn về chỉ số glucose, các

thuật toán AI có thể phát hiện các mô hình, dự đoán mức glucose trong tương lai và đưa ra các khuyến nghị được cá nhân hóa để giúp bệnh nhân duy trì kiểm soát lượng đường trong máu tối ưu [17]. Các thiết bị đeo được như Freestyle LibrePro và Libre 1, 2, 3 (Abbott), Guardian 3 và 4 (Medtronic) và Dexcom G6 và G7 sử dụng phân tích do AI điều khiển để cải thiện việc quản lý glucose. Các hệ thống này thu thập dữ liệu glucose theo thời gian thực và sử dụng các mô hình học máy để dự báo các đợt tăng đường huyết hoặc hạ đường huyết tiềm ẩn, cảnh báo người dùng trước [18]. Phân tích dự đoán hỗ trợ AI cho phép cá nhân điều chỉnh chế độ ăn uống, tập thể dục và chế độ dùng thuốc một cách chủ động, giúp giảm các biến chứng liên quan đến bệnh tiểu đường [19]. Ngoài ra, các thuật toán AI cá nhân hóa liều lượng insulin bằng cách xem xét các yếu tố như lượng thức ăn nạp vào, hoạt động thể chất, mức độ căng thẳng và thói quen ngủ, đảm bảo điều chỉnh glucose chính xác hơn.

Hỗ trợ quyết định: Một số hệ thống AI tiên tiến tích hợp với máy bơm insulin có thể cung cấp các điều chỉnh cung cấp insulin tự động trong các thông số an toàn được xác định trước, tạo ra một hệ thống "vòng kín" hoặc "tuyến tụy nhân tạo". Mặc dù không phải tất cả các ứng dụng đều cung cấp mức độ tự động hóa này, nhưng nhiều ứng dụng cung

cấp các công cụ hỗ trợ quyết định để hướng dẫn người dùng đưa ra lựa chọn sáng suốt về liệu pháp của họ. Các mô hình do AI điều khiển tận dụng các thuật toán học máy và các kỹ thuật học sâu (deep learning, DL) để phân tích lượng lớn bệnh án điện tử, dữ liệu CGM và tiền sử bệnh nhân để đưa ra các khuyến nghị điều trị cá nhân hóa. Một trong những ứng dụng chính của AI trong việc chăm sóc bệnh tiểu đường được cá nhân hóa là tối ưu hóa liều lượng insulin [20,21]. Các thuật toán học máy tiên tiến, chẳng hạn như học tăng cường và mạng nơ-ron sâu, xử lý các chỉ số CGM, lượng carbohydrate hấp thụ, mức độ hoạt động thể chất và độ nhạy insulin để đưa ra các khuyến nghị về liều lượng insulin theo thời gian thực.

Giám sát và hỗ trợ từ xa: Một số nền tảng AI cho phép các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe, theo dõi dữ liệu bệnh nhân từ xa [22]. Với sự hỗ trợ này bệnh nhân có thể nhận được lời khuyên y tế kịp thời, điều chỉnh thuốc và khuyến nghị về lối sống mà không cần đến phòng khám thông qua các cuộc gọi video an toàn, ứng dụng di động và chatbot hỗ trợ AI. Các ứng dụng di động hỗ trợ AI có thể cung cấp dịch vụ hướng dẫn sức khỏe tương tác, theo dõi chế độ ăn uống và nhắc nhở dùng thuốc, giúp bệnh nhân duy trì kiểm soát tốt hơn tình trạng bệnh của mình [23].

Tài nguyên giáo dục và động lực: Các ứng dụng AI cũng có thể kết hợp nội dung giáo dục, mẹo kiểm soát bệnh tiểu đường và các tính năng động lực để khuyến khích tuân thủ các kế hoạch điều trị và thúc đẩy các kỹ năng tự quản lý. Một đánh giá có hệ thống và phân tích tổng hợp (25 nghiên cứu) đã báo cáo rằng sự can thiệp của chatbot đã cung cấp các khuyến nghị về chế độ ăn uống, hoạt động thể chất và thuốc được cá nhân hóa [24]. Một chương trình giáo dục dựa trên ứng dụng khác đã cho thấy kết quả tương tự, với việc giảm khởi phát insulin và cải thiện kiểm soát đường huyết [25].

2.3 Hạn chế và nhược điểm

Độ phụ thuộc và độ chính xác của dữ liệu: Độ chính xác và hiệu quả của thuật toán AI phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng và tính nhất quán của dữ liệu đầu vào. Việc ghi nhật ký không chính xác hoặc trực trặc cảm biến có thể dẫn đến các dự đoán và khuyến nghị sai lệch. Xét về góc độ kỹ thuật, các hệ thống AI lâm sàng được phát triển trên một lượng lớn dữ liệu sức khỏe thực tế, nên các nhãn và chất lượng dữ liệu tương ứng sẽ trực tiếp xác định hiệu suất của mô hình. Chất lượng dữ liệu có thể có các vấn đề sau: (1) chất lượng dữ liệu kém, chẳng hạn như hình ảnh không đồng đều và mờ; (2) chất lượng nhãn dữ liệu kém, chẳng hạn như nhãn không chính xác; và (3) dữ liệu không đủ, trong đó chỉ có một

phần nhỏ dữ liệu được dán nhãn. Ngoài ra, công nghệ số trong lĩnh vực sức khỏe được AI hỗ trợ có thể khuếch đại sự thiên vị và phân biệt đối xử nếu được đào tạo trên dữ liệu ngầm chứa sự chênh lệch về chăm sóc sức khỏe giữa các nhóm chủng tộc, dân tộc, giới tính, khuynh hướng tình dục, tình trạng kinh tế xã hội hoặc vị trí địa lý [26].

Sai lệch thuật toán và khả năng khái quát hóa: Thuật toán AI được đào tạo trên các tập dữ liệu cụ thể và có nguy cơ sai lệch nếu các tập dữ liệu này không đại diện đầy đủ cho sự đa dạng của nhóm dân số mắc bệnh tiểu đường. Điều này có thể dẫn đến các khuyến nghị kém chính xác hoặc kém hiệu quả hơn đối với một số cá nhân nhất định [27,28].

Thách thức về tích hợp: Việc tích hợp liền mạch giữa các thiết bị và nền tảng khác nhau (CGM, máy bơm, ứng dụng) có thể là một thách thức. Các vấn đề về khả năng tương thích và vấn đề đồng bộ hóa dữ liệu có thể cản trở trải nghiệm của người dùng [29,30].

Quan hệ giữa người dùng và ứng dụng: Một đặc điểm phân biệt ngành chăm sóc sức khỏe với các ngành dịch vụ khác là bệnh nhân thường tin tưởng nhân viên y tế vô điều kiện và điều này có thể được giải thích bằng hiệu ứng giả dược [31]. Nói cách khác, lòng tin giữa bác sĩ và bệnh nhân là rất quan trọng vì nó giúp cải thiện hiệu quả điều trị chăm sóc. Nếu một công nghệ/hệ thống dựa trên AI đảm

nhận vai trò của bác sĩ, thì bệnh nhân sẽ tham gia vào quá trình tương tác bệnh nhân-AI và sự thành công của mối quan hệ mới này cũng phụ thuộc vào lòng tin [32]. Tuy nhiên, những người chưa có bất kỳ kinh nghiệm nào với công nghệ kỹ thuật số, chưa nói đến AI, sẽ gặp nhiều khó khăn khi tin tưởng vào hệ thống AI. Sự thiếu kiến thức AI này có thể được khắc phục nếu bác sĩ có thể đảm bảo với bệnh nhân rằng hệ thống sẽ giúp họ nhận được sự chăm sóc tốt hơn. Như vậy, tính phức tạp của các thuật toán AI cần được chuyển thành giao diện thân thiện với người dùng. Các ứng dụng quá phức tạp hoặc không trực quan có thể gây khó chịu và dẫn đến việc người dùng không tiếp nhận.

Chi phí và khả năng truy cập: Chi phí của các ứng dụng hỗ trợ AI và phần cứng liên quan (như CGM) có thể là rào cản đối với một số cá nhân. Việc tiếp cận công bằng với các công nghệ này là một cân nhắc quan trọng. Ngoài ra, các biện pháp bảo vệ dữ liệu mạnh mẽ là điều cần thiết để duy trì lòng tin của người dùng. Vì các công nghệ/hệ thống dựa trên AI dựa trên các tập dữ liệu khổng lồ nên nảy sinh các vấn đề về quyền riêng tư về mặt thu thập và chia sẻ dữ liệu [33,34]. Dữ liệu liên quan đến bệnh tật rất khó chia sẻ và quản lý trên nhiều cơ sở dữ liệu khác nhau vì hồ sơ bệnh nhân chứa thông tin cá nhân [35]. Điều này có nghĩa là các công ty phát triển phần

mềm phải tuân thủ các quy tắc bảo mật, điều này có thể dẫn đến trở ngại trong quá trình phát triển AI. Do đó, cần phải thảo luận về các quy tắc và chuẩn mực mà công nghệ AI phải tuân thủ, chẳng hạn như đạo đức, luật pháp và các giá trị cá nhân điều chỉnh hành vi của cá nhân trong xã hội.

Quá phụ thuộc và mất kỹ năng: Có nguy cơ tiềm ẩn là người dùng có thể trở nên quá phụ thuộc vào các khuyến nghị của ứng dụng và ít tham gia vào việc hiểu các nguyên tắc cơ bản trong việc quản lý tình trạng của họ. Với việc ứng dụng rộng rãi các công nghệ AI trong ngành chăm sóc sức khỏe, các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc ngày càng phụ thuộc vào chuyên môn của các chuyên gia tư vấn, chuyên gia và chuyên gia về CNTT, hội tụ và quản lý nguồn nhân lực. Các dịch vụ chăm sóc đã trở thành một môn thể thao đồng đội của nhiều chuyên gia bên ngoài và bên trong. Do đó, hệ thống quản lý quan liêu truyền thống sẽ không hiệu quả trong các bệnh viện hiện đại. Trong quá trình này, các nhà quản lý bệnh viện có thể cảm thấy mất quyền kiểm soát quản lý. Tuy nhiên, đây là một hình thức quản lý mới, một hệ thống sống động tích hợp và kết nối mọi hệ thống, thiết bị và con người để cung cấp dịch vụ chăm sóc tốt nhất có thể cho bệnh nhân [36].

Vấn đề "Hộp đen": Các kỹ thuật AI liên quan đến mạng nơ-ron học sâu thường là

"hộp đen" mà hoạt động bên trong của chúng không thể hiểu được đối với con người [37,38]. Sự thiếu minh bạch và khả năng giải thích này trong các hệ thống AI đặt ra những thách thức đáng kể đối với trách nhiệm giải trình.

2.4 Thực trạng hiện nay và định hướng tương lai

Lĩnh vực ứng dụng AI để kiểm soát lượng đường trong máu đang phát triển nhanh chóng. Chúng ta đang chứng kiến các thuật toán ngày càng tinh vi hơn, tích hợp nhiều nguồn dữ liệu hơn và cung cấp hỗ trợ chủ động và cá nhân hóa hơn. Việc phát triển các hệ thống vòng kín là một bước tiến đáng kể, tự động hóa việc cung cấp insulin và có khả năng dẫn đến những cải thiện đáng kể trong việc kiểm soát đường huyết.

Các kỹ thuật học máy nâng cao: Khi các thuật toán học máy tiếp tục phát triển, chúng sẽ ngày càng thành thạo trong việc xác định các mô hình phức tạp trong dữ liệu bệnh nhân. Điều này có thể dẫn đến các khuyến nghị điều trị được cá nhân hóa nhiều hơn và cải thiện khả năng dự đoán. [39]. Các định hướng trong tương lai có thể tập trung vào:

Độ chính xác và cá nhân hóa thuật toán được cải thiện: Tận dụng các kỹ thuật học máy tinh vi hơn và dữ liệu thực tế để nâng cao độ chính xác của dự đoán và điều chỉnh các khuyến nghị hơn nữa. Bất chấp những

thách thức về quyền riêng tư dữ liệu, sự thiên vị của thuật toán và tích hợp kỹ thuật, những lợi ích lý thuyết và thực tế của các phương pháp tiếp cận này thiết lập một hướng đi đầy hứa hẹn cho việc chăm sóc bệnh tiểu đường trong tương lai. Khi công nghệ chăm sóc sức khỏe tiếp tục phát triển, khuôn khổ toán học và kỹ thuật có thể cung cấp nền tảng vững chắc cho sự phát triển hơn nữa của các giải pháp chăm sóc sức khỏe thông minh, được cá nhân hóa có thể chuyển đổi việc quản lý các tình trạng bệnh mãn tính. Nghiên cứu và phát triển trong tương lai trong lĩnh vực này, cùng với việc cân nhắc cẩn thận các yêu cầu về quy định, mối quan tâm về quyền riêng tư và tính công bằng của thuật toán, sẽ rất quan trọng trong việc hiện thực hóa toàn bộ tiềm năng của các hệ thống chăm sóc sức khỏe do AI điều khiển [40].

Minh bạch, khả năng giải thích cao hơn và mở rộng các tính năng: Phát triển các hệ thống AI có thể cung cấp lời giải thích rõ ràng hơn cho các khuyến nghị của họ, thúc đẩy sự hiểu biết và tin tưởng của người dùng. Kết hợp hỗ trợ toàn diện hơn cho chế độ ăn uống, tập thể dục, sức khỏe tâm thần và các yếu tố khác ảnh hưởng đến mức glucose [41].

Tích hợp với Telehealth và Giám sát từ xa: Tạo điều kiện giao tiếp liên mạch và chia sẻ dữ liệu giữa bệnh nhân và nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe. Nghiên cứu

trong tương lai cũng phải tập trung vào khả năng tiếp cận và tính thực tế của các can thiệp y tế từ xa. Việc hoàn trả cũng vẫn là mối quan tâm lớn và là rào cản vì phần lớn dịch vụ chăm sóc do y tế từ xa cung cấp không được chi trả theo mô hình thanh toán theo dịch vụ truyền thống [42,43]. Tuy nhiên, sự phát triển của các mô hình thanh toán dựa trên giá trị có thể tạo ra động lực để triển khai y tế từ xa như một chiến lược cung cấp dịch vụ chăm sóc chất lượng cao, hiệu quả về chi phí và được phối hợp [44]. Ở cấp độ quốc gia, sự khác biệt trong luật hành nghề y, các hạn chế về cách thức cung cấp dịch vụ y tế từ xa và những bệnh nhân nào sẽ nhận được các dịch vụ này cũng hạn chế khả năng áp dụng y tế từ xa.

2.5 Thực trạng ứng dụng AI trong quản lý bệnh đái tháo đường ở Việt Nam.

Trong những năm gần đây, một số hoạt động liên quan đến ứng dụng AI trong Quản lý bệnh đái tháo đường đã được thực hiện tại một số đơn vị. Bệnh viện Mắt trung ương đã được Công ty Optain Australia giới thiệu sản phẩm tích hợp ứng dụng công nghệ AI trong sàng lọc phát hiện sớm các tổn thương võng mạc và một số bệnh mạn tính có tổn thương vi mạch thông qua phần mềm chụp ảnh võng mạc. Công ty Roche đã giới thiệu máy đo đường huyết mới có ứng dụng AI thông báo nguy cơ hạ đường huyết và dự báo mức đường huyết liên tục. Hãng Sanofi

giới thiệu ứng dụng iCARE+ với các tính năng nổi bật như scan toa thuốc, cài lịch nhắc uống thuốc tự động, ghi nhận chỉ số đường huyết, và đặc biệt là có sự đồng hành xuyên suốt của trợ lý ảo MiMi... giúp người bệnh và người thân có thể theo dõi tình trạng thể chất, tinh thần, gia tăng sự kết nối và chia sẻ thông tin.

Nhìn chung Việt nam hiện đang ở trong giai đoạn mở đầu của việc sử dụng các ứng dụng AI trong quản lý đái tháo đường, nhưng đang hứa hẹn một tương lai gần bùng nổ nhờ chính sách khuyến khích công nghệ của các cơ quan chức năng.

3.Kết luận

Các ứng dụng hỗ trợ AI hứa hẹn đáng kể trong việc chuyển đổi khả năng kiểm soát mức glucose. Khả năng phân tích lượng lớn dữ liệu, cung cấp thông tin chi tiết được cá nhân hóa và thậm chí tự động cung cấp insulin của chúng mang lại tiềm năng cải thiện khả năng quản lý đường huyết, tăng cường trao quyền cho người dùng và giảm gánh nặng tự chăm sóc. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải thừa nhận những hạn chế hiện tại, bao gồm sự phụ thuộc vào dữ liệu, sự thiên vị tiềm ẩn, thách thức về tích hợp và mối quan tâm về chi phí và khả năng tiếp cận.

Khi công nghệ tiếp tục phát triển và có nhiều bằng chứng đáng tin cậy hơn, các ứng dụng AI có khả năng đóng vai trò ngày càng quan

trọng trong việc quản lý bệnh tiểu đường và sức khỏe chuyển hóa. Tuy nhiên, điều cần thiết là người dùng và nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe phải tiếp cận các công cụ này với góc nhìn cân bằng, nhận ra tiềm năng của chúng trong khi vẫn lưu tâm đến những hạn chế của chúng và tầm quan trọng của việc giáo dục liên tục và hướng dẫn y tế được cá nhân hóa. Cuối cùng, việc tích hợp thành công AI vào kiểm soát glucose sẽ đòi hỏi nỗ lực hợp tác giữa các nhà phát triển công nghệ, chuyên gia chăm sóc sức khỏe, cơ quan quản lý và quan trọng nhất là những cá nhân sẽ sử dụng các công cụ sáng tạo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Guan Z, Li H, Liu R, Cai C, Liu Y, Li J, Wang X, Huang S, Wu L, Liu D, Yu S, Wang Z, Shu J, Hou X, Yang X, Jia W, Sheng B. Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Rep Med.* 2023 Oct 17;4(10):101213. doi: 10.1016/j.xcrm.2023.101213. Epub 2023 Oct 2. PMID: 37788667; PMCID: PMC10591058.
- [2] Mohamed Khalifa, Mona Albadawy. Artificial intelligence for diabetes: Enhancing prevention, diagnosis, and effective management, *Computer*

- Methods and Programs in Biomedicine Update. Volume 5, 2024. 100141, <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2024.100141>.
- [3] Medanki S, Dommati N, Bodapati HH, Katru VNSK, Moses G, Komaraju A, Donepudi NS, Yalamanchili D, Sateesh J, Turimerla P. Artificial intelligence powered glucose monitoring and controlling system: Pumping module. *World J Exp Med*. 2024 Mar 20;14(1):87916. doi: 10.5493/wjem.v14.i1.87916. PMID: 38590308; PMCID: PMC10999070.
- [4] Hirsch IB. Introduction: History of Glucose Monitoring. In: *Role of Continuous Glucose Monitoring in Diabetes Treatment*. Arlington (VA): American Diabetes Association; 2018 Aug. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538968/doi:10.2337/db20181-1>.
- [5] Food and Drug Administration. *FDA approves first automated insulin delivery device for type 1 diabetes*. FDA; 2020.
- [6] Blum A. Freestyle Libre Glucose Monitoring System. *Clin Diabetes*. 2018 Apr;36(2):203-204. doi: 10.2337/cd17-0130. PMID: 29686463; PMCID: PMC5898159.
- [7] NHS. England. *NHS rolls out artificial pancreas in world first move*. National Health Service. 2024.
- [8] Haupt A. *How AI Transforms Diabetic Eye Disease Screening*. AEYE Health. 2024.
- [9] Maheshwari S, Kalia A, Tewari J, et al. Artificial intelligence for diabetes management – a review. *J Diab Metab Disorder*. 2025;12(1):24–32. DOI: 10.15406/jdmdc.2025.12.00292.
- [10] Guan Z, Li H, Liu R, Cai C, Liu Y, Li J, Wang X, Huang S, Wu L, Liu D, Yu S, Wang Z, Shu J, Hou X, Yang X, Jia W, Sheng B. Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Rep Med*. 2023 Oct 17;4(10):101213. doi: 10.1016/j.xcrm.2023.101213. Epub 2023 Oct 2. PMID: 37788667; PMCID: PMC10591058.
- [11] Styles CJ. Introducing automated diabetic retinopathy systems: it's not just about sensitivity and specificity. *Eye (Lond)*. 2019 Sep;33(9):1357-1358. doi: 10.1038/s41433-019-0535-

7. Epub 2019 Jul 29. PMID: 31358924; PMCID: PMC7002753.
- [12] Ipp E, Liljenquist D, Bode B, Shah VN, Silverstein S, Regillo CD, Lim JI, Sadda S, Domalpally A, Gray G, Bhaskaranand M, Ramachandra C, Solanki K; EyeArt Study Group. Pivotal Evaluation of an Artificial Intelligence System for Autonomous Detection of Referrable and Vision-Threatening Diabetic Retinopathy. *JAMA Netw Open*. 2021 Nov 1;4(11):e2134254. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.34254. Erratum in: *JAMA Netw Open*. 2021 Dec 1;4(12):e2144317. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.44317. PMID: 34779843; PMCID: PMC8593763.
- [13] Huang Y, Cheung CY, Li D, Tham YC, Sheng B, Cheng CY, Wang YX, Wong TY. AI-integrated ocular imaging for predicting cardiovascular disease: advancements and future outlook. *Eye (Lond)*. 2024 Feb;38(3):464-472. doi: 10.1038/s41433-023-02724-4. Epub 2023 Sep 14. PMID: 37709926; PMCID: PMC10858189.
- [14] Mordi IR, Trucco E, Syed MG, MacGillivray T, Nar A, Huang Y, George G, Hogg S, Radha V, Prathiba V, Anjana RM, Mohan V, Palmer CNA, Pearson ER, Lang CC, Doney ASF. Prediction of Major Adverse Cardiovascular Events From Retinal, Clinical, and Genomic Data in Individuals With Type 2 Diabetes: A Population Cohort Study. *Diabetes Care*. 2022 Mar 1;45(3):710-716. doi: 10.2337/dc21-1124. PMID: 35043139.
- [15] Mackenzie SC, Sainsbury CAR, Wake DJ. Diabetes and artificial intelligence beyond the closed loop: a review of the landscape, promise and challenges. *Diabetologia*. 2024 Feb;67(2):223-235. doi: 10.1007/s00125-023-06038-8. Epub 2023 Nov 18. PMID: 37979006; PMCID: PMC10789841.; Li J, Huang J, Zheng L, Li X. Application of Artificial Intelligence in Diabetes Education and Management: Present Status and Promising Prospect. *Front Public Health*. 2020 May 29;8:173. doi: 10.3389/fpubh.2020.00173. PMID: 32548087; PMCID: PMC7273319.
- [16] Slattery D, Amiel SA, Choudhary P. Optimal prandial timing of bolus insulin in diabetes management: a

- review. Diabet Med. 2018 Mar;35(3):306-316. doi: 10.1111/dme.13525. Epub 2017 Nov 6. PMID: 29044708; PMCID: PMC5836969.
- [17] Arfan Ahmed, Sarah Aziz, Uvais Qidwai, Alaa Abd-Alrazaq, Javaid Sheikh. Performance of artificial intelligence models in estimating blood glucose level among diabetic patients using non-invasive wearable device data. Computer Methods and Programs in Biomedicine Update. Volume 3, 2023 100094. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2023.100094>.
- [18] Chan PZ, Jin E, Jansson M, Chew HSJ. AI-Based Noninvasive Blood Glucose Monitoring: Scoping Review. J Med Internet Res. 2024 Nov 19;26:e58892. doi: 10.2196/58892. PMID: 39561353; PMCID: PMC11615544.
- [19] Mohammad Mansour, M. Saeed Darweesh, Ahmed Soltan. Wearable devices for glucose monitoring: A review of state-of-the-art technologies and emerging trends. Alexandria Engineering Journal. Volume 89. 2024. Pages 224-243. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.01.021>.
- [20] Mayya V, Kandala RNVPS, Gurupur V, King C, Vu GT, Wan TTH. Need for an Artificial Intelligence-based Diabetes Care Management System in India and the United States. Health Serv Res Manag Epidemiol. 2024 Aug 28;11:23333928241275292. doi: 10.1177/23333928241275292. PMID: 39211386; PMCID: PMC11359439.
- [21] Jia P, Zhao P, Chen J, Zhang M. Evaluation of clinical decision support systems for diabetes care: An overview of current evidence. J Eval Clin Pract. 2019 Feb;25(1):66-77. doi: 10.1111/jep.12968. Epub 2018 Jun 26. PMID: 29947136.
- [22] Mayya V, Kandala RNVPS, Gurupur V, King C, Vu GT, Wan TTH. Need for an Artificial Intelligence-based Diabetes Care Management System in India and the United States. Health Serv Res Manag Epidemiol. 2024 Aug 28;11:23333928241275292. doi: 10.1177/23333928241275292. PMID: 39211386; PMCID: PMC11359439.
- [23] Aberer, F., Hochfellner, D.A. & Mader, J.K. Application of

- Telemedicine in Diabetes Care: The Time is Now. *Diabetes Ther* **12**, 629–639 (2021).
<https://doi.org/10.1007/s13300-020-00996-7>.
- [24] Singh B, Olds T, Brinsley J, Dumuid D, Virgara R, Matricciani L, Watson A, Szeto K, Eglitis E, Miatke A, Simpson CEM, Vandelanotte C, Maher C. Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of chatbots on lifestyle behaviours. *NPJ Digit Med*. 2023 Jun 23;6(1):118. doi: 10.1038/s41746-023-00856-1. PMID: 37353578; PMCID: PMC10290125.
- [25] Chen S, Lu J, Peng D, Liu F, Lu W, Zhu W, Zhou J, Jia W. Effect of a Mobile Health Technology-Based Diabetes Education Program on Glucose Control in Patients With Type 2 Diabetes Initiating Premixed Insulin: A Prospective, Multicenter, Observational Study. *Diabetes Care*. 2023 Jan 1;46(1):e6-e7. doi: 10.2337/dc22-0510. PMID: 36399717.
- [26] Johnson-Mann CN, Loftus TJ, Bihorac A. Equity and Artificial Intelligence in Surgical Care. *JAMA Surg*. 2021 Jun 1;156(6):509-510. doi: 10.1001/jamasurg.2020.7208. PMID: 33625504; PMCID: PMC8273554.
- [27] Wubineh BZ, Deriba FG, Woldeyohannis MM. Exploring the opportunities and challenges of implementing artificial intelligence in healthcare: A systematic literature review. *Urol Oncol*. 2024 Mar;42(3):48-56. doi: 10.1016/j.urolonc.2023.11.019. Epub 2023 Dec 14. PMID: 38101991.
- [28] Tara Qian Sun, Rony Medaglia. Mapping the challenges of Artificial Intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare. *Government Information Quarterly*. Volume 36, Issue 2, 2019, Pages 368-383.
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.09.008>.
- [29] Oksana Iliashenko, Zilia Bikkulova, Alissa Dubgorn. Opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. *E3S Web Conf*. 110 02028 (2019). DOI: 10.1051/e3sconf/201911002028.
- [30] Rishi P. Singh, Grant L. Hom, Michael D. Abramoff, J. Peter Campbell, Michael F. Chiang. Current Challenges and Barriers to Real-World Artificial Intelligence

- Adoption for the Healthcare System, Provider, and the Patient. Translational Vision Science & Technology August 2020, Vol.9, 45. doi:<https://doi.org/10.1167/tvst.9.2.45>.
- [31] Kaptchuk, T.; Miller, F. Placebo Effects in Medicine. *N. Engl. J. Med.* 2015, 373, 8–9. DOI: 10.1056/NEJMp1504023.
- [32] Lupton, M. Some Ethical and Legal Consequences of the Application of Artificial Intelligence in the Field of Medicine. *Trends Med.* 2018, 18, 1–7. DOI:10.15761/TiM.1000147.
- [33] Safavi, K.; Kalis, B. How AI can Change the Future of Health Care. *Harv. Bus. Rev.* 2019. <https://hbr.org/webinar/2019/02/how-ai-can-change-the-future-of-health-care>.
- [34] Rigby, Michael J. Ethical dimensions of using artificial intelligence in health care. *AMA Journal of Ethics* 21, no. 2 (2019): 121-124.
- [35] Das Sajal K., Krishna Kant, and Nan Zhang. *Handbook on securing cyber-physical critical infrastructure*. Elsevier, 2012.
- [36] Lee, Sang M., and Seongbae Lim. *Living innovation: from value creation to the greater good*. Emerald Publishing Limited, 2018.
- [37] Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nat. Machine Intell.* 1, 206–215. doi: 10.1038/s42256-019-0048-x.
- [38] Parisineni, S. R. A., and Pal, M. (2023). Enhancing trust and interpretability of complex machine learning models using local interpretable model agnostic shap explanations. *Int. J. Data Sci. Anal.* 23:458. doi: 10.1007/s41060-023-00458-w.
- [39] Murphy, Michael. Artificial Intelligence in Diabetes Management: Transforming Care through Technology. *J. Dia. Med. Care.* 2024 7(5), 266-268.
- [40] Phani Kumar Praturi. AI-Driven Blood Glucose Management: Integrating Predictive Analytics with Continuous Monitoring Systems. Vol. 11 No. 1 (2025). DOI: <https://doi.org/10.32628/CSEIT25111219>.
- [41] Hasan, Raza, Vishal Dattana, Salman Mahmood, and Saqib Hussain. 2025. "Towards Transparent Diabetes

Prediction: Combining AutoML and Explainable AI for Improved Clinical Insights" *Information* 16, no. 1: 7.
<https://doi.org/10.3390/info16010007>

- .
- [42] Puricel SG, Ruiz J. Le diabète et l'ère de la télémédecine [Diabetes mellitus and the era of telemedicine]. *Rev Med Suisse*. 2014 Jun 4;10(433):1246-8. French. PMID: 25004770.
- [43] Andrès, E., S. Talha, N. Jeandidier, L. Meyer, M. Hajjam, and A. Hajjam. "Telemedicine in chronic diseases: the time of maturity with telemedicine 2.0 in the setting of chronic heart failure and diabetes mellitus." *Curr Res Diabetes Obes J* 6, no. 5 (2018): 1-4.
- [44] Andrès, E., S. Talha, N. Jeandidier, L. Meyer, M. Hajjam, and A. Hajjam. "Telemedicine in chronic diseases: the time of maturity with telemedicine 2.0 in the setting of chronic heart failure and diabetes mellitus." *Curr Res Diabetes Obes J* 6, no. 5 (2018): 1-4.