



TIẾP CẬN TIÊM CHỦNG TRỌN ĐỜI

ỨNG DỤNG IoT/AI TRONG CHUỖI CUNG ỨNG VẮC XIN

PGS.TS.BS Phạm Quang Thái
Viện Vệ sinh dịch tễ Trung ương

NỘI DUNG

Tiêm chủng trọn đời



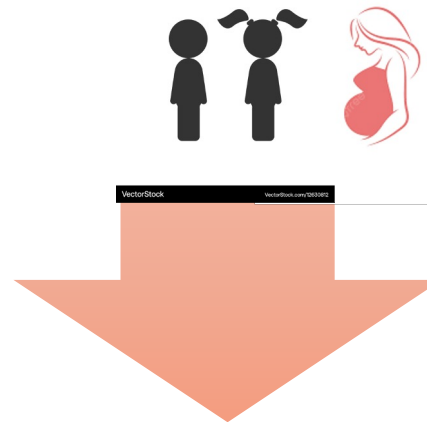
Ứng dụng trí tuệ nhân tạo



Vận hành chuỗi cung ứng

HỆ THỐNG TIÊM CHỦNG TẠI VIỆT NAM

(17.043+ cơ sở tiêm chủng)



Tiêm chủng dịch vụ

- Tự chi trả
- Tư nhân/công lập

Tiêm chủng mở rộng

- Đơn vị công lập
- Nòng cốt TYT
- Kinh phí nhà nước



Việt Nam- Chương trình Tiêm chủng mở rộng và khoảng trống

Chương trình TCMR miễn phí



Chương trình TCMR cung cấp miễn phí 12 loại vắc-xin cho trẻ em và phụ nữ mang thai với tỷ lệ tiêm chủng cao.

Khoảng trống miễn dịch người lớn



- Người trưởng thành không được tiêm chủng trong chương trình TCMR, gây ra khoảng trống miễn dịch **đáng kể**
- Một số dịch bệnh quay trở lại ở lứa tuổi thanh thiếu niên: sởi, rubella, bạch hầu... gây ra các vụ dịch

Sự già hóa dân số ở Việt Nam



- Việt Nam nằm trong top 10 quốc gia có tốc độ **già hóa dân số nhanh nhất** thế giới.¹
- Dự báo đến năm 2030, số người từ 60 tuổi trở lên sẽ khoảng **18 triệu**, tăng gần 4 triệu so với năm 2024 ²
- Việt Nam chính thức bước vào **giai đoạn già hóa dân số** từ năm **2011**.¹
- Thời gian để tỷ lệ dân số từ 65 tuổi trở lên tăng từ 7% lên 14% ³:
 - Pháp: 115
 - Úc: 63
 - Nhật Bản: 26
 - Thái Lan: 20
 - **Việt Nam: 18 (2036)**

Tầm quan trọng của tiêm chủng trọn đời

Giảm gánh nặng bệnh tật



- Phòng bệnh bằng vắc-xin rẻ hơn nhiều so với điều trị bệnh.
- Giảm tỷ lệ nhập viện, tử vong và chi phí chăm sóc y tế dài hạn.

Bảo vệ sức khỏe ở mọi giai đoạn cuộc đời

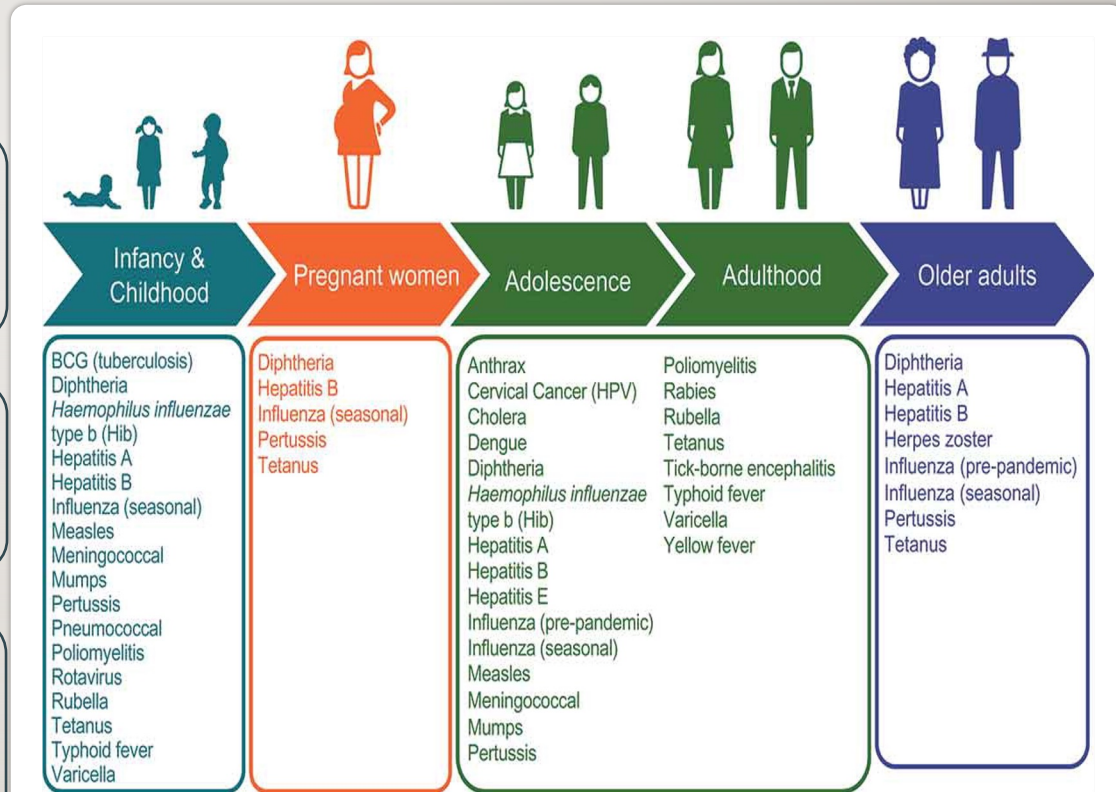


- Không chỉ trẻ em, người lớn và người cao tuổi cũng có nguy cơ mắc các bệnh truyền nhiễm
- Tiêm chủng trọn đời giúp duy trì miễn dịch, phòng ngừa bệnh tật suốt vòng đời.

Đáp ứng thách thức dịch bệnh và già hóa dân số



- Người cao tuổi dễ bị biến chứng nặng khi mắc bệnh truyền nhiễm.
- Tiêm chủng trọn đời giúp bảo vệ nhóm dễ tổn thương, đặc biệt trong bối cảnh dân số già hóa nhanh.



Những hạn chế chính của tiêm chủng trọn đời hiện nay



Hạn chế chính sách

- Chính sách tiêm chủng chưa toàn diện và thiếu khung pháp lý dành cho người trưởng thành tại Việt Nam.

Khả năng tiếp cận dịch vụ

- Chi phí cao và cơ sở hạ tầng tập trung ở **đô thị** hạn chế khả năng tiếp cận tiêm chủng cho nhiều người dân

Thiếu hụt ngân sách

- Nguồn tài trợ quốc tế giảm và bảo hiểm y tế chưa chi trả cho tiêm chủng gây thiếu hụt ngân sách

Dữ liệu và nhận thức cộng đồng

- Dữ liệu chưa **đầy đủ** và nhận thức cộng **đồng** thấp làm khó khăn cho việc theo dõi và thúc đẩy tiêm chủng

Một số giải pháp tăng cường tiếp cận tiêm chủng trọng **đ**ời

Giải pháp đề xuất

Hoạt **đ**ộng khả thi

Chính sách tiêm chủng

- Mở rộng **đ**ối tượng tiêm chủng cho các lứa tuổi khác nhau, **đ**ặc biệt người cao tuổi và **tăng số** loại vắc xin

Nghị quyết 72/NQ-BCT về **đ**ột phá **chăm sóc SKND**

Luật Phòng bệnh 2025

Chương trình mục tiêu y tế quốc gia giai **đ**oạn 2026-2035.

Nguồn tài chính bền vững

- Áp dụng **đ**ồng chi trả, thuế tiêu thụ **đ**ặc biệt và hợp tác công-tư **đ**ể **đ**ảm bảo tài chính cho chương trình tiêm chủng.

Ngân sách nhà nước

Thuế tiêu thụ **đ**ặc biệt của những sản phẩm có hại cho sức khỏe như thuốc lá

Khả năng tiếp cận dịch vụ và **đ**ảm bảo cung ứng

- Đ**ơn giản hóa quy trình **đăng ký, cấp phép**
- Phối hợp giữa cơ quan cấp phép và cơ quan giám sát, dự báo nhu cầu vaccines, **đ**ặc biệt với vaccines có sự thay **đ**ổi chủng thường xuyên (vắc xin cúm mùa), thay **đ**ổi **đ**ột biến.
- Tính sẵn có của cơ sở tiêm chủng và hệ thống dây chuyền lạnh

1. Cơ chế tham chiếu

- **Tăng cường năng lực** của cơ quan quản lý
- **Tăng cường** hợp tác trao **đ**ổi với các quốc gia, với nhà sản xuất

Tăng nhận thức cộng **đ**ồng

- Tăng cường** truyền thông về tiêm chủng trọng **đ**ời

2. Ứng dụng IoT/AI vào ước tính nhu cầu vắc xin và quản lý hệ thống dây chuyền lạnh trong tiếp cận tiêm chủng trọng **đ**ời

Ước tính nhu cầu vắc xin

- Quản lý, thu thập dữ liệu về nhu cầu các vắc xin cho các lứa tuổi khác nhau

Dự báo nhu cầu vắc xin ứng dụng IoT/AI

Dự báo sai lệch gây tồn kho dư thừa hoặc thiếu hụt, dẫn **đến gián **đ**oạn chuỗi cung ứng tiêm chủng.*

Vai trò AI & Data Science trong vòng đời tiêm chủng

Information

Data quality of vaccine-related information capture



Data availability to support vaccination activities



Vaccine campaigns, information platforms, and data ecosystems



Vaccine forecasting and waste management



Vaccine demand generation and vaccine acceptance



Health workforce management



Services

Vaccine supply chain management



Cold chain equipment management



Immunization service delivery



Gavi (2024)

[Gavi Report Cover Options](#)

Ứng dụng AI dự báo nhu cầu vắc xin

Ứng dụng AI trong dự báo nhu cầu vắc xin trong tiềm chúng trong đời

- Phân tích dữ liệu dịch tễ, xu hướng tiêm chủng
- Dự báo nhu cầu
- Cá thể hóa theo độ tuổi: từ trẻ em đến người lớn, thông qua mô hình ML/AI.
- Tối ưu nguồn lực: dự báo nhu cầu giúp tránh tồn kho dư thừa hoặc thiếu hụt, giảm lãng phí.
- Phân tích data phức tạp: kết hợp nhân khẩu, cảm xúc, hành vi giúp hiểu rõ quyết định tiêm phòng.
- Triển khai linh hoạt: những mô hình đơn giản vẫn có hiệu quả cao, thích hợp ở khu vực hạn chế tài nguyên.

Ứng dụng AI dự báo nhu cầu vắc xin

Dự báo cầu vắc xin

- Mô hình dự báo nhu cầu vắc xin trên nền tảng Azure,
- Dữ liệu gồm bán hàng, tồn kho, bán buôn và thông tin thị trường.
- phân nhóm 450+ SKU theo từng thị
- Kết quả: dự báo chính xác hơn 20% so mô hình truyền thống, giảm tồn kho và lãng phí, tiết kiệm lên **đ**ến 20 triệu USD mỗi **năm cho 3 thị** trường **đ**ầu tiên.

<https://c3.ai/customers/transforming-vaccine-supply-chain-with-accurate-demand-forecasting/>

Dự đoán việc tiêm cúm/COVID ở người trưởng thành

- Nghiên cứu phương pháp Comp Cog AI:
- 3.476 người trưởng thành khảo sát dựa vào nhân khẩu và phán **đoán**.
- Cho biết các yếu tố dự **đoán**: tuổi, thu nhập, giáo dục, **đánh** giá rủi ro ảnh hưởng tới quyết **đ**ịnh tiêm.

[JMIR Public Health and Surveillance - Predicting COVID-19 Vaccination Uptake Using a Small and Interpretable Set of Judgment and Demographic Variables: Cross-Sectional Cognitive Science Study](#)

Dự báo nhu cầu DTaP

- Nghiên cứu tại trung tâm y tế vùng nông thôn Mỹ sử dụng dữ liệu từ 160.000 lượt khám (2021–2023),
- Áp dụng các mô hình như XGBoost, CatBoost, RF, logistic regression.
- Model CatBoost **đ**ạt AUC = 99.8%, FI = 89%
- Phân tích SHAP chỉ ra các biến quan trọng là **đ**ộ tuổi, bảo hiểm, lịch sử tiêm chủng.
- Mô hình giúp dự báo chuẩn, tối ưu lập kế hoạch cho vaccine DTaP

[Integrating machine learning models and explainable AI to predict DTaP vaccine demand in rural primary care | Neural Computing and Applications](#)

Ứng dụng AI dự báo nhu cầu vắc xin

Dự đoán mức độ chấp nhận tiêm chủng ở trẻ em

- Mô hình AI (LightGBM) dự **đoán** mức **độ** chấp nhận tiêm chủng ở trẻ em dựa trên dữ liệu nhân khẩu và kinh tế xã hội.
- **Đ**ộ chính xác **đ**ạt 98%, giúp lập kế hoạch tiêm chủng theo lứa tuổi.

[s41598-024-76891-z.pdf](#)

Dự đoán việc tiêm chủng dựa trên nhận thức và hành vi

- AI dự **đoán** nhu **cầ**u tiêm phòng dựa trên yếu tố nhận thức và hành vi.
- Giúp cơ quan y tế **đ**iều chỉnh thông **đ**iệp và phân phối vắc-xin hiệu quả.

[AI tool predicts COVID-19 vaccine uptake - Northwestern Now](#)

Khả năng ứng dụng AI trong dự báo nhu cầu vắc xin tại Việt Nam

Tiềm năng ứng dụng AI

- **Dữ liệu phong phú:** Việt Nam có hệ thống tiêm chủng mở rộng (EPI) với dữ liệu lịch sử về tỷ lệ tiêm, tồn kho, dịch tễ học.
- **Hạ tầng công nghệ đang phát triển:** Chính phủ thúc đẩy chuyển đổi số y tế, triển khai hồ sơ sức khỏe điện tử và hệ thống quản lý tiêm chủng.
- **Nguồn lực nhân sự AI:** Các trường đại học và doanh nghiệp công nghệ đang đào tạo nhân lực AI, tạo điều kiện hợp tác với ngành y tế.

Thách thức hiện tại

- **Chất lượng dữ liệu chưa đồng bộ:** dữ liệu phân tán giữa các tỉnh, chưa chuẩn hóa.
- **Thiếu tích hợp IoT:** giám sát chuỗi lạnh chưa phổ biến.
- **Nguồn lực tài chính và kỹ thuật hạn chế:** cần đầu tư hạ tầng và đào tạo.

Lợi ích khi triển khai

- **Dự báo chính xác nhu cầu theo vùng, nhóm tuổi** → tránh thiếu hụt hoặc dư thừa.
- **Tối ưu chuỗi cung ứng** → giảm lãng phí, đảm bảo bảo quản lạnh.
- **Hỗ trợ chiến dịch tiêm chủng trọn đời** → phân tích xu hướng bệnh, độ bao phủ tiêm.

Khuyến nghị triển khai

- **Thí điểm AI trong dự báo nhu cầu vắc xin (cúm,...)**
- **Kết hợp IoT + AI** để giám sát tồn kho và điều kiện bảo quản.
- **Hợp tác công – tư** với doanh nghiệp công nghệ và tổ chức quốc tế

Khả năng ứng dụng theo dõi hệ thống dây chuyền lạnh tại Việt Nam

20-30% VẮC XIN MẤT HIỆU LỰC DO NHIỆT ĐỘ BẢO QUẢN KHÔNG ỔN ĐỊNH, ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU QUẢ TIÊM CHỨNG

Ứng dụng AI trong quản lý hệ thống dây chuyền lạnh

Vai trò của AI trong chuỗi cung ứng vắc xin

- **Dự báo nhu cầu chính xác:** AI phân tích dữ liệu dịch tễ, lịch sử tiêm chủng, xu hướng dân số để dự báo nhu cầu theo vùng, nhóm tuổi → tránh thiếu hụt hoặc dư thừa.
- **Tối ưu tồn kho và phân phối:** AI đề xuất kế hoạch phân bổ vắc xin đến các điểm tiêm dựa trên nhu cầu thực tế và điều kiện bảo quản.
- **Giảm lãng phí:** Dự báo chính xác giúp hạn chế tồn kho quá hạn, đặc biệt với vắc xin có thời hạn ngắn.

Điều phối vắc xin thông minh

- **Phân bổ linh hoạt:** AI hỗ trợ điều phối vắc xin giữa các tỉnh/thành dựa trên nhu cầu thực tế và dữ liệu tiêm chủng.
- **Phản ứng nhanh với dịch bệnh:** Khi có ổ dịch, AI phân tích dữ liệu để điều chỉnh kế hoạch phân phối ngay lập tức.
- **Tích hợp Blockchain:** Đảm bảo minh bạch và truy xuất nguồn gốc trong toàn bộ chuỗi cung ứng.

Quản lý dây chuyền lạnh bằng AI + IoT

- **Giám sát real-time:** IoT cung cấp dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, vị trí; AI phân tích để phát hiện bất thường ngay lập tức.
- **Dự báo sự cố thiết bị:** AI dự đoán nguy cơ hỏng tủ lạnh hoặc container, cho phép bảo trì chủ động.
- **Tối ưu vận chuyển:** AI tính toán tuyến đường, thời gian vận chuyển để đảm bảo nhiệt độ chuẩn trong suốt hành trình.

Lợi ích tổng thể

- **Đảm bảo chất lượng vắc xin** → duy trì hiệu lực tiêm chủng.
- **Tiết kiệm chi phí** → giảm lãng phí do hư hỏng hoặc tồn kho dư thừa.
- **Tăng độ tin cậy và minh bạch** → hỗ trợ quản lý quốc gia và quốc tế.
- **Hỗ trợ tiêm chủng trọn đời** → đáp ứng nhu cầu đa dạng vắc xin, đa dạng cho mọi lứa tuổi.

Khuyến nghị của một số tổ chức quốc tế về sử dụng AI quản lý dây chuyền lạnh

Tổ chức	Nội dung chính
MDPI	IoT giám sát nhiệt độ, độ ẩm, GPS real-time, cảnh báo sai lệch
Springer	Tích hợp Blockchain + IoT + ML để tối ưu chuỗi cung ứng và dự báo nhu cầu
WHO & UNICEF	Khuyến nghị IoT + AI phân tích dữ liệu để dự báo bảo trì và điều chỉnh phân phối
IEEE	AI phân tích dữ liệu IoT để dự báo sự cố thiết bị lạnh, bảo trì chủ động
Gavi & PATH	Ứng dụng IoT quản lý kho lạnh, AI tối ưu hóa phân phối vắc xin

Thực trạng hệ thống dây chuyền lạnh của chương trình tiêm chủng quốc gia và khả năng ứng dụng AI/IoT của Việt Nam

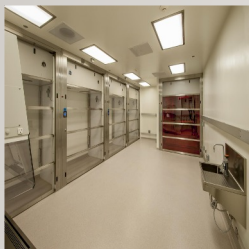
TCW3000 được thay thế ở cả cấp tỉnh và huyện **1,158** tủ

RCW50EG tủ được thay thế ở Trạm Y tế xã **3,988** tủ

Dây chuyền lạnh được cung cấp thông qua dự án **CCEOPI** và **CCEOP2** (Do GAVI viện trợ)

	2019	2020	2021	Từ 2022	Tổng số	
CCEOPI	240 tủ TCW4000AC	350 tủ TCW4000AC	0	0	590	tủ TCW4000AC
CCEOP2	0	0	182 tủ TCW4000AC	386 tủ TCW4000AC	586	tủ TCW4000AC
		873 tủ HBC80	0	1000 tủ HBC80	1,873	tủ HBC80

Hạ tầng hiện có và **Đ**iểm mạnh



Hệ thống dây chuyền lạnh toàn quốc

Hệ thống dây chuyền lạnh Việt Nam gồm kho lạnh trung ương, kho tỉnh/huyện và tủ lạnh trạm y tế xã, **Đ**ảm bảo bảo quản vaccine hiệu quả.



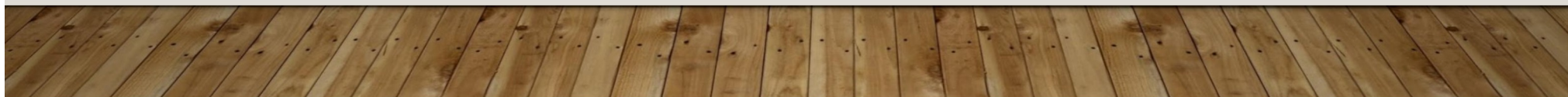
Hỗ trợ quốc tế

Các tổ chức WHO, UNICEF và Gavi hỗ trợ cung cấp thiết bị và **Đ**ào tạo nhân lực cho hệ thống tiêm chủng Việt Nam.



Ứng dụng công nghệ mới

Một số **Đ**ịa phương áp dụng thiết bị giám sát nhiệt **Đ**ộ **Đ**iện tử, thể hiện khả **n**ăng **ti**ếp nhận và ứng dụng công nghệ hiện **Đ**ại.



Hạn chế và thách thức

Thiết bị bảo quản chưa đồng bộ

Nhiều nơi vẫn sử dụng tủ lạnh cũ dễ hỏng, gây gián đoạn trong bảo quản vắc xin.

Giám sát nhiệt độ thủ công

Giám sát chủ yếu thủ công dễ sai sót và thiếu cảnh báo kịp thời trong quá trình bảo quản.

Nguồn điện không ổn định

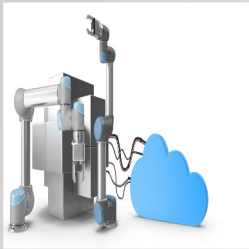
Nguồn điện không ổn định ở vùng sâu vùng xa gây rủi ro lớn cho bảo quản vắc xin an toàn.

Thiếu tích hợp công nghệ hiện đại

Chưa có ứng dụng IoT và AI để giám sát và phân tích dữ liệu theo thời gian thực.

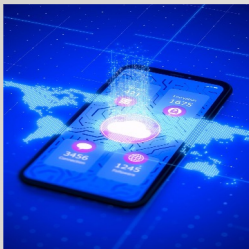


IoT giám sát dây chuyền lạnh



Giám sát nhiệt độ và độ ẩm

Các cảm biến IoT theo dõi nhiệt độ và độ ẩm trong thời gian thực giúp đảm bảo điều kiện bảo quản vắc xin an toàn.



Cảnh báo vượt ngưỡng an toàn

Hệ thống IoT gửi cảnh báo ngay khi điều kiện bảo quản không đạt chuẩn, giảm thiểu nguy cơ hư hỏng vắc xin.



Truy xuất nguồn gốc và minh bạch

IoT hỗ trợ theo dõi hành trình vắc xin từ kho đến điểm tiêm chủng, đảm bảo minh bạch và đáng tin cậy.

AI dự báo và Điều phối

Dự báo nhu cầu vắc xin

AI phân tích dữ liệu lớn để dự báo nhu cầu vắc xin theo vùng, nhóm tuổi và mùa vụ, giúp lập kế hoạch chính xác.

Dự báo sự cố thiết bị lạnh

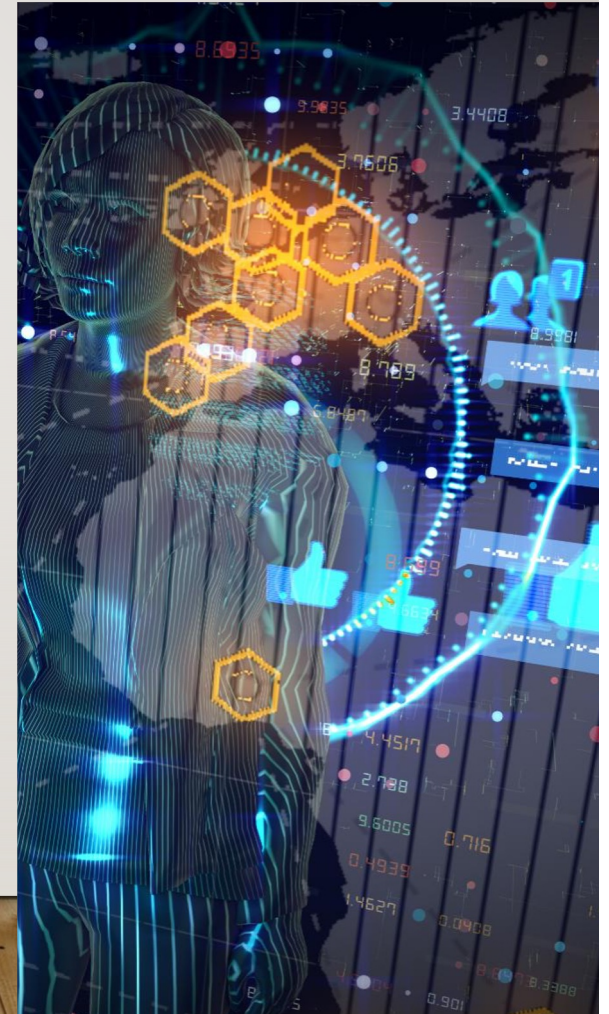
AI dự báo sự cố thiết bị lạnh, cho phép bảo trì chủ động, giảm gián đoạn và bảo đảm chất lượng vắc xin.

Tối ưu hóa vận chuyển

AI tối ưu hóa tuyến vận chuyển, giảm chi phí logistics và thời gian giao hàng trong chuỗi cung ứng vắc xin.

Sự kết hợp với Blockchain

Blockchain kết hợp với AI giúp nâng cao minh bạch và tin cậy trong quản lý chuỗi cung ứng hiện đại.



Lộ trình triển khai và lợi ích kỳ vọng

Lộ trình triển khai



Giai đoạn thí điểm IoT và AI

Tập trung ứng dụng IoT và AI tại một số tỉnh đại diện, thí điểm các loại vắc xin như cúm mùa, RSV, SXH

Chuẩn hóa và tích hợp dữ liệu

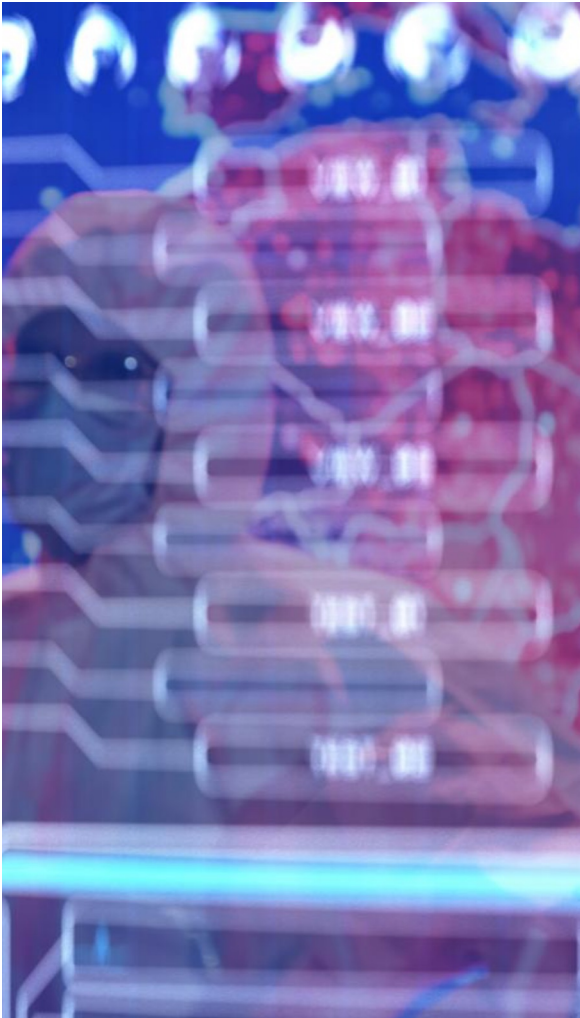
Chuẩn hóa dữ liệu từ thiết bị IoT và tích hợp với hệ thống quản lý thông tin tiêm chủng để xây dựng nền tảng phân tích AI.

Đào tạo nhân lực và bảo trì

Đào tạo nhân lực chuyên môn và thiết lập quy trình bảo trì dự báo để đảm bảo hiệu quả vận hành hệ thống.

Mở rộng và nâng cao chức năng

Mở rộng triển khai toàn quốc, tích hợp chức năng tối ưu vận chuyển và dự báo nhu cầu theo mùa vụ.



Lợi ích kỳ vọng

Duy trì chất lượng vắc xin

Ứng dụng AI/IoT giúp giảm thiểu sự cố bảo quản, **đ**ảm bảo chất lượng vắc xin và hiệu lực tiêm chủng.

Tiết kiệm chi phí y tế

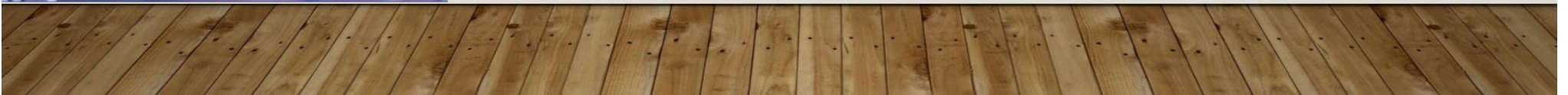
Giảm lãng phí do hư hỏng và tồn kho dư thừa giúp tiết kiệm chi phí cho hệ thống y tế hiệu quả.

Tăng **đ**ộ bao phủ tiêm chủng

Nâng cao tỉ lệ tiêm chủng cho người lớn và người cao tuổi, thúc **đ**ẩy chiến lược tiêm chủng trọn **đ**ời.

Minh bạch và hiệu quả

Cải thiện quản lý, **t**ăng **t**ính **m**inh **b**ạch và xây dựng niềm tin cho cộng **đ**ồng và **đ**ối tác quốc tế.



Lợi ích bền vững

Lợi ích kinh tế

Giảm chi phí 20-30% nhờ giảm lãng phí và tối ưu hóa logistics trong hệ thống tích hợp.

Lợi ích xã hội

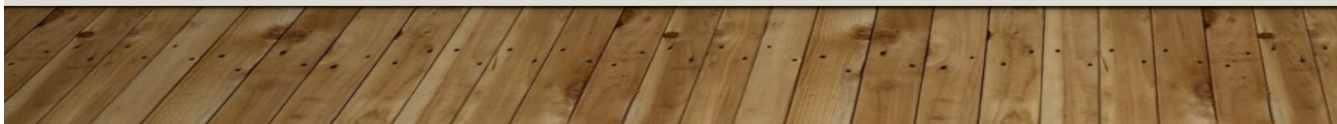
Độ phủ tiêm chủng trên 90% với lịch nhắc lại suốt **đ**ời từ trẻ em **đ**ến người già.

Lợi ích môi trường

Giảm vận chuyển **đ**ột ngột và tiết kiệm **năng** lượng lạnh giúp bảo vệ môi trường.

Lợi ích chính sách

Hỗ trợ mục tiêu tiêm chủng của Việt Nam.



Thách thức

Thách thức kỹ thuật

Độ trễ dữ liệu và độ chính xác của social listening bị ảnh hưởng bởi thông tin giả mạo gây khó khăn trong phân tích.

Chi phí tổ chức

Chi phí đầu tư ban đầu cho cảm biến, điện toán đám mây, AI và đào tạo nhân sự là một rào cản lớn.

Bảo mật dữ liệu

Bảo vệ dữ liệu hồ sơ sức khỏe điện tử và thông tin cá nhân về tiềm chủng là yếu tố quan trọng cần đảm bảo.





Trân trọng cảm ơn!

