

Applicazione dei Large Language Models nella sorveglianza e nel contrasto all'antimicrobico-resistenza

Antimicrobico-resistenza: cure e ambiente #8

17 giugno 2025



SIIAM

Luigi De Angelis, MD



**UNIVERSITÀ
DI PISA**

Introduzione: differenze tra Machine Learning (ML) e Large Language Models (LLMs)

1

Applicazioni dell'Intelligenza Artificiale nello sviluppo di nuovi antimicrobici

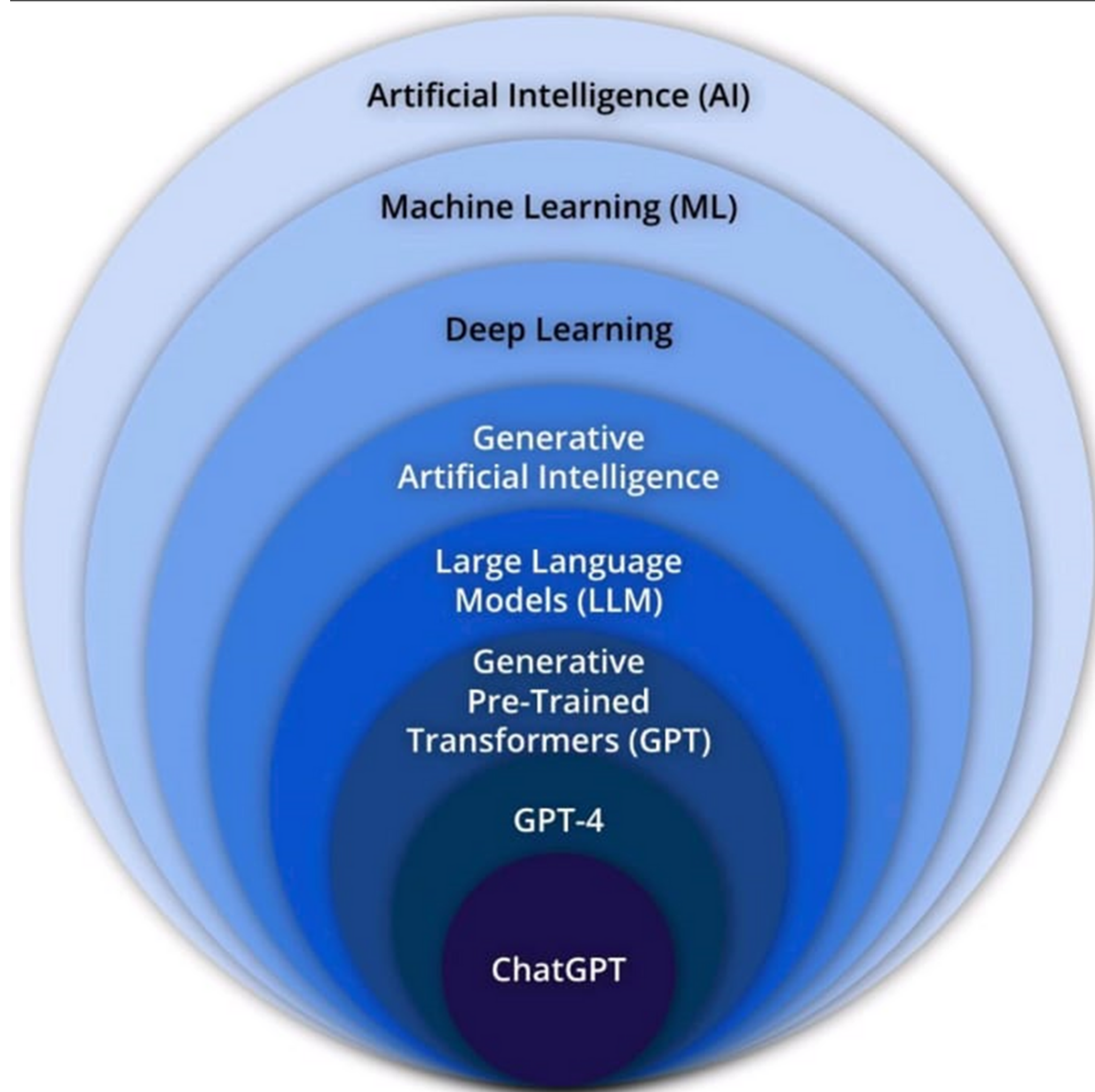
AI per la sorveglianza dell'antimicrobico-resistenza nei contesti ospedalieri

2

3

AI a supporto delle strategie di Antimicrobial Stewardship

Prospettive future e sfide nell'uso dell'Intelligenza
Artificiale per il contrasto all'AMR



	Machine Learning tradizionale	Large Language Models
Tipo di dati gestiti	Dati strutturati	Dati strutturati e non strutturati (testi, immagini, genomica)
Feature engineering	Necessario, manuale e specifico per ogni task	Non necessario: il modello apprende autonomamente rappresentazioni complesse
Capacità di generalizzazione	Limitata a compiti specifici	Estesa: un modello può essere riadattato a diversi compiti
Flessibilità	Modello addestrato per uno specifico problema	Modello riutilizzabile su compiti diversi mediante prompting o fine-tuning
Adattabilità	Richiede nuovo addestramento	Possibile rapido riadattamento attraverso prompt o fine-tuning su piccoli set di dati
Capacità multimodale	Limitata o assente	Presente nei modelli più recenti (testo, immagini, dati tabulari)

Applicazioni dell'Intelligenza Artificiale nello sviluppo di nuovi antimicrobici

1

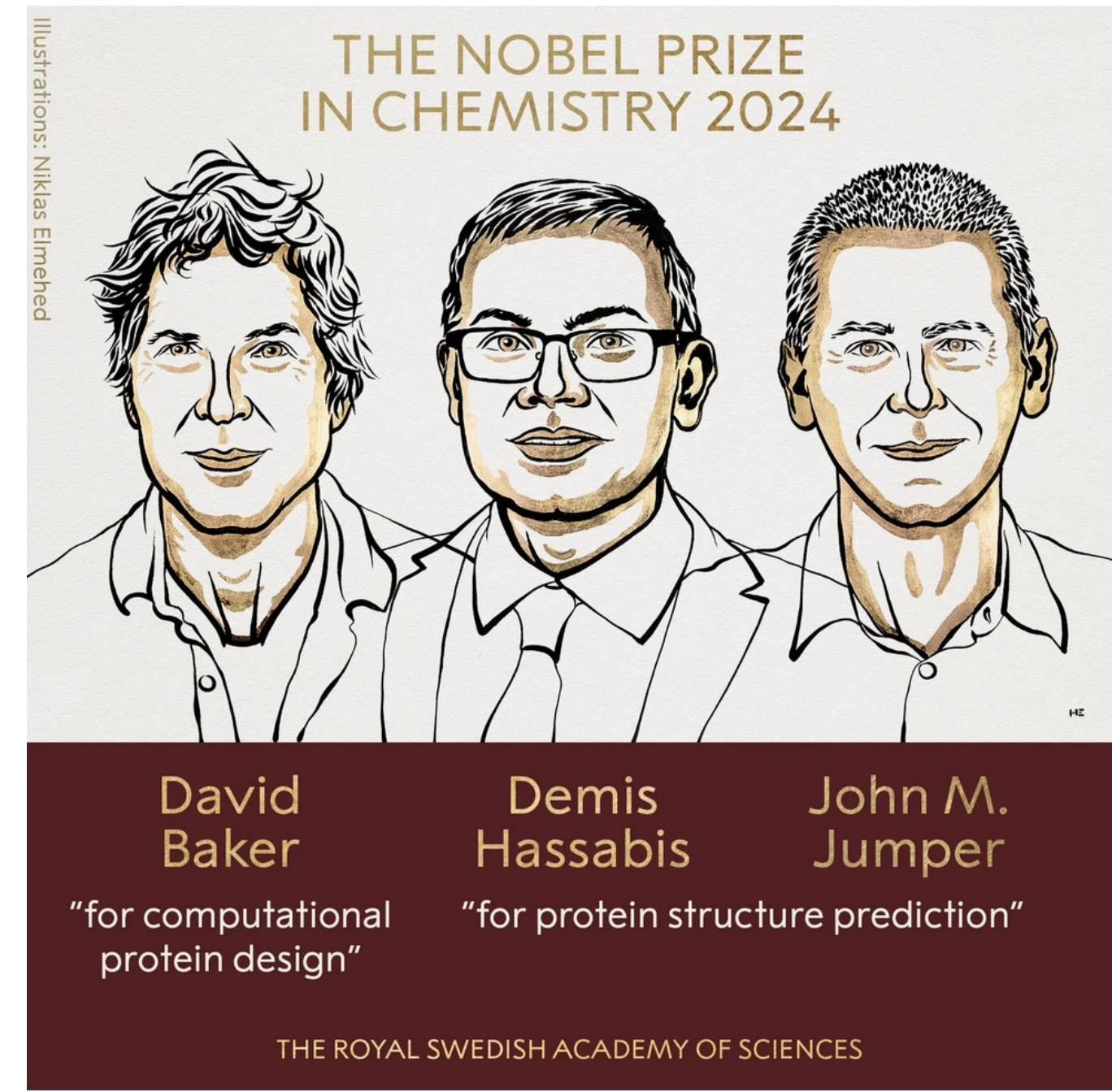
Necessità di sviluppare nuovi composti antimicrobici (drug discovery)



Struttura **3D** delle proteine a partire dalla sequenza amminoacidica

Sono state pubblicate le strutture tridimensionali di oltre **200 milioni** di proteine.

AlphaFold 3 che è in grado di predire oltre alla struttura delle proteine, del DNA e dell'RNA, anche dei ligandi e le loro interazioni





Applicazioni dell'Intelligenza Artificiale nello sviluppo di nuovi antimicrobici

Peptidi Antimicrobici:

sequenze fino a 32 amminoacidi, sono possibili oltre 10^{41} combinazioni

AMP-Designer

630,683 peptidi da **UniProt** per addestrare un foundation LLM (AMP-GPT) e poi sono stati forniti migliaia di esempi di peptidi con attività anti-microbica

RESEARCH ARTICLE | BIOCHEMISTRY



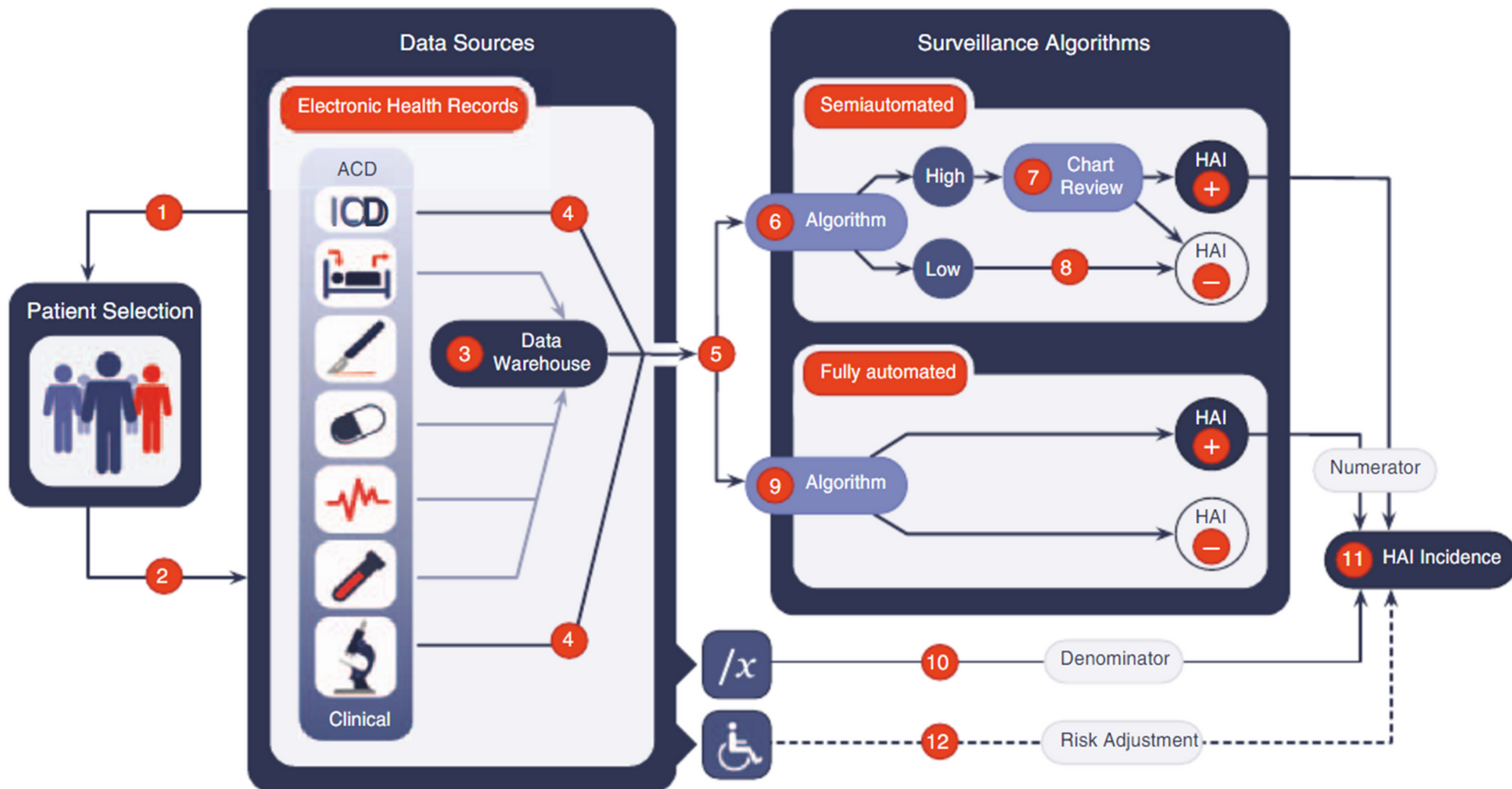
Discovery of antimicrobial peptides with notable antibacterial potency by an LLM-based foundation model

JIKE WANG , JIANWEN FENG , YU KANG , PEICHEN PAN , JINGXUAN GE , YAN WANG, MINGYANG WANG , ZHENXING WU, XINGCAI ZHANG , [...], AND TINGJUN HOU +9 authors [Authors Info & Affiliations](#)

Due composti identificati **KW13** and **AI18** hanno mostrato attività antibatterica contro *K. pneumoniae* carbapenemasi-resistente in vivo su modello murino

Tempo necessario: fase in silico (11 giorni) + in vitro + in vivo = 48 giorni

AI per la sorveglianza dell'antimicrobico-resistenza nei contesti ospedalieri



2

AI per la sorveglianza dell'antimicrobico-resistenza nei contesti ospedalieri

Aggiornamento
Under Review

Per la sorveglianza delle ICA vi è grande interesse nell'utilizzo di metodiche di AI (quasi esclusivamente basate su ML) per sistemi **semi-automatici** di sorveglianza.

> J Infect Public Health. 2020 Aug;13(8):1061-1077. doi: 10.1016/j.jiph.2020.06.006. Epub 2020 Jun 16.

Artificial intelligence-based tools to control healthcare associated infections: A systematic review of the literature

Alessandro Scardoni¹, Federica Balzarini¹, Carlo Signorelli¹, Federico Cabitza², Anna Odone³

Nell'identificazione delle ICA più della metà dei modelli di **Machine Learning** raggiungono un'AUROC superiore al 0.9.

Invece per la predizione delle ICA le performance sono più eterogenee

Artificial Intelligence use and performance in detecting and predicting healthcare-associated infections: a systematic review

Barbati Chiara^a, Viviani Luca^b, Vecchio Riccardo^b, Arzilli Guglielmo^c, De Angelis Luigi^c, Baglivo Francesco^c, Sacchi Lucia^d, Bellazzi Riccardo^d, Rizzo Caterina^c, Odone Anna^{*a,e}

2018-2024:

121 studi inclusi

Due task principali:

1. Identificazione ICA
2. Predizione ICA

90% degli studi sono retrospettivi

2

AI per la sorveglianza dell'antimicrobico-resistenza nei contesti ospedalieri

Pilota su 40 pazienti usando un LLM per identificare le CLABSI

Performance of a large language model for identifying central line-associated bloodstream infections (CLABSI) using real clinical notes

Published online by Cambridge University Press: 30 October 2024

Guillermo Rodriguez-Nava , Goar Egoryan , Katherine E. Goodman , Daniel J. Morgan and Jorge L. Salinas 

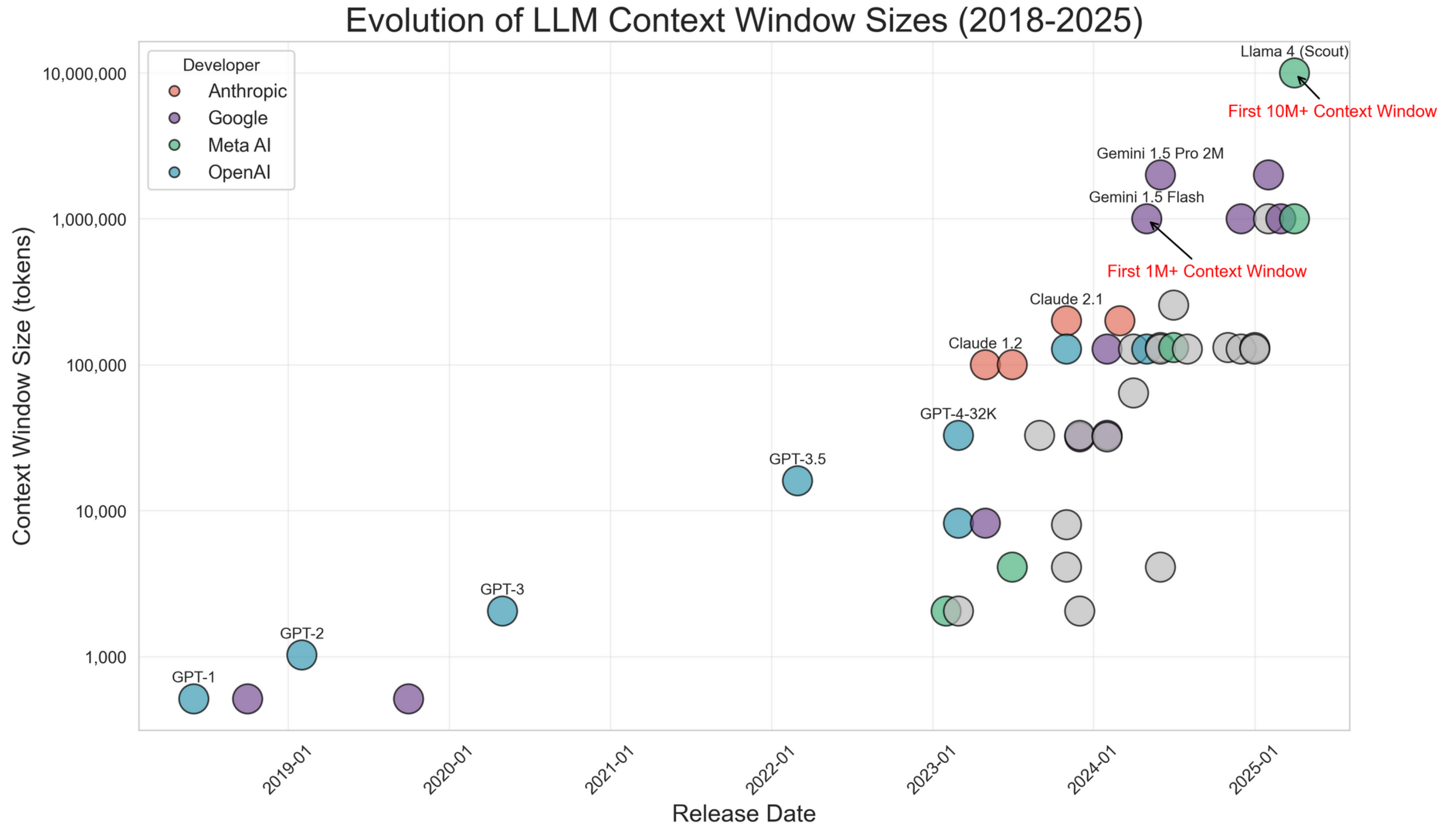
[Show author details](#) ▼

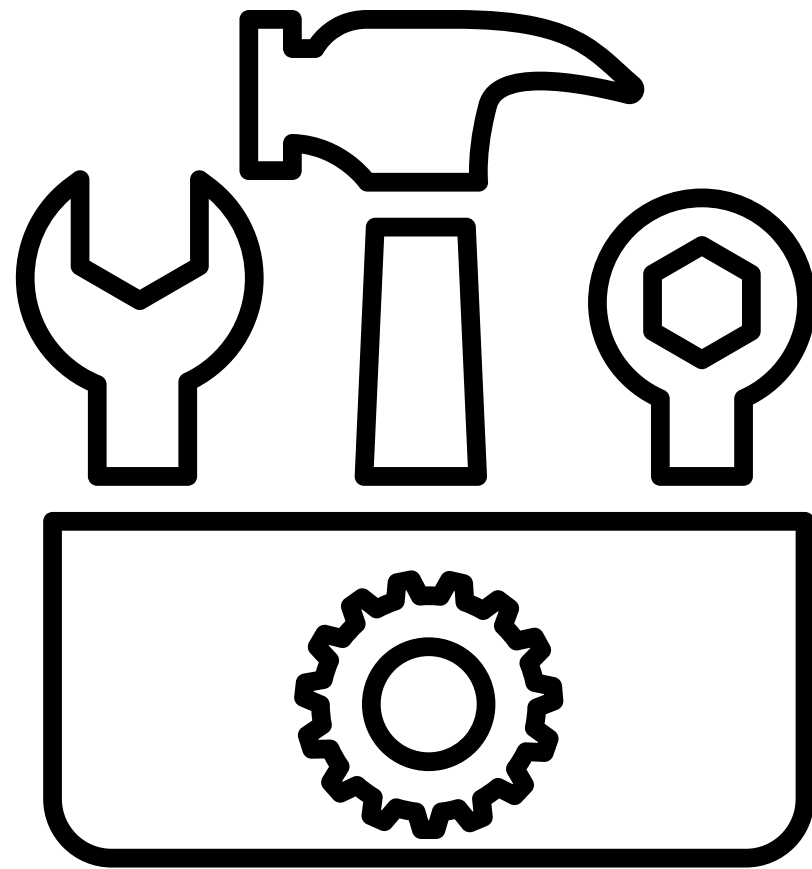
gpt-4-turbo:
Sensibilità **80%** e
Specificità **35%**
nell'identificazione di
CLABSI.

Il **limite nel numero di token** in input (128k) non ha permesso di inserire tutte le informazioni cliniche necessarie e questo ha portato al **65% degli errori** (non c'era spazio sufficiente nella *context window*)

Risparmio di tempo: **5 minuti vs 75 minuti**

AI per la sorveglianza dell'antimicrobico-resistenza nei contesti ospedalieri





Un approccio alternativo rispetto ad utilizzare i LLM per task di classificazione zero-shot è quello di sfruttarli in un approccio combinato due step:

1. **Estrarre da dati non strutturati delle variabili in formato strutturato (es. per le CLABSI: uso di catetere, febbre, etc..)**
2. **Utilizzare metodi classici rule based o basati su machine learning per la classificazione**

AI a supporto delle strategie di Antimicrobial Stewardship

ORIGINAL ARTICLE · Articles in Press, March 18, 2025

Open Access

Comparing large language models for antibiotic prescribing in different clinical scenarios: which performs better?

[Andrea De Vito](#) ¹⁾   · [Nicholas Geremia](#) ^{2),3)} · [Davide Fiore Bavaro](#) ^{4),5)} · [Susan K. Seo](#) ⁶⁾ · [Justin Laracy](#) ⁶⁾ · [Maria Mazzitelli](#) ⁷⁾ · [Andrea Marino](#) ⁸⁾ · [Alberto Enrico Maraolo](#) ⁹⁾ · [Antonio Russo](#) ¹⁰⁾ · [Agnese Colpani](#) ¹⁾ · [Michele Bartoletti](#) ^{4),5)} · [Anna Maria Cattelan](#) ⁷⁾ · [Cristina Mussini](#) ¹¹⁾ · [Saverio Giuseppe Parisi](#) ¹²⁾ · [Luigi Angelo Vaira](#) ¹³⁾ · [Giuseppe Nunnari](#) ⁸⁾ · [Giordano Madeddu](#) ¹⁾ Show less

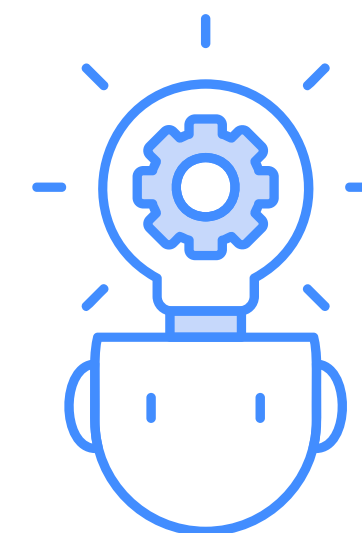
[Affiliations & Notes](#) ▾

[Article Info](#) ▾

[Linked Articles \(3\)](#) ▾

Comparazione di diversi LLMs nella **appropriatezza della prescrizione antibiotica** su 60 casi clinici valutati da 3 specialisti in malattie infettive.

Miglior modello **GPT-o1**:
trattamento appropriato nel **71.7%** dei casi,
dosaggio corretto nel **96.7%** dei casi,
durata del trattamento appropriata nel **75%** dei casi.



AI a supporto delle strategie di Antimicrobial Stewardship

17 studi basati su Machine Learning
6 studi basati su LLMs

**clinical decision support
systems (CDSS)**

manca standardizzazione per
valutare gli LLM in questo
ambito

► [Antimicrob Steward Healthc Epidemiol. 2025 Mar 31;5\(1\):e90. doi: 10.1017/ash.2025.47](#) 

Can we rely on artificial intelligence to guide antimicrobial therapy? A systematic literature review

[Sulwan AlGain](#)^{1,2,✉}, [Alexandre R Marra](#)^{3,4}, [Takaaki Kobayashi](#)^{4,5}, [Pedro S Marra](#)⁶, [Patricia Deffune Celeghini](#)³,
[Mariana Kim Hsieh](#)⁴, [Mohammed Abdu Shatari](#)⁷, [Samiyah Althagafi](#)⁸, [Maria Alayed](#)¹, [Jamila I Ranavaya](#)⁵, [Nicole](#)
[A Boodhoo](#)⁹, [Nicholas O Meade](#)⁵, [Daniel Fu](#)¹⁰, [Mindy Marie Sampson](#)², [Guillermo Rodriguez-Nava](#)², [Alex N](#)
[Zimmet](#)², [David Ha](#)², [Mohammed Alsuhaibani](#)¹, [Boglarka S Huddleston](#)¹¹, [Jorge L Salinas](#)²

► [Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#)

PMCID: PMC11986881 PMID: [40226293](#)

Research methods
Protocol

Protocol for the development of the Chatbot Assessment Reporting
Tool (CHART) for clinical advice 

The CHART Collaborative

Correspondence to Bright Huo; brighthuo@dal.ca



Immagina di essere uno specialista in malattie infettive e di ricevere una richiesta di consulenza da un altro reparto. Quando leggi la richiesta sul computer, un assistente intelligente basato su LLM ha già preparato un **riassunto coerente** della storia clinica e microbiologica del paziente, dei principali esami di laboratorio e strumentali, e dell'evoluzione della fase acuta negli ultimi giorni.

Perspective | [Open access](#) | Published: 27 February 2025

Advantages and limitations of large language models for antibiotic prescribing and antimicrobial stewardship

[Daniele Roberto Giacobbe](#) , [Cristina Marelli](#), [Bianca La Manna](#), [Donatella Padua](#), [Alberto Malva](#), [Sabrina Guastavino](#), [Alessio Signori](#), [Sara Mora](#), [Nicola Rosso](#), [Cristina Campi](#), [Michele Piana](#), [Ylenia Murgia](#), [Mauro Giacomini](#) & [Matteo Bassetti](#)

[npj Antimicrobials and Resistance](#) **3**, Article number: 14 (2025) | [Cite this article](#)

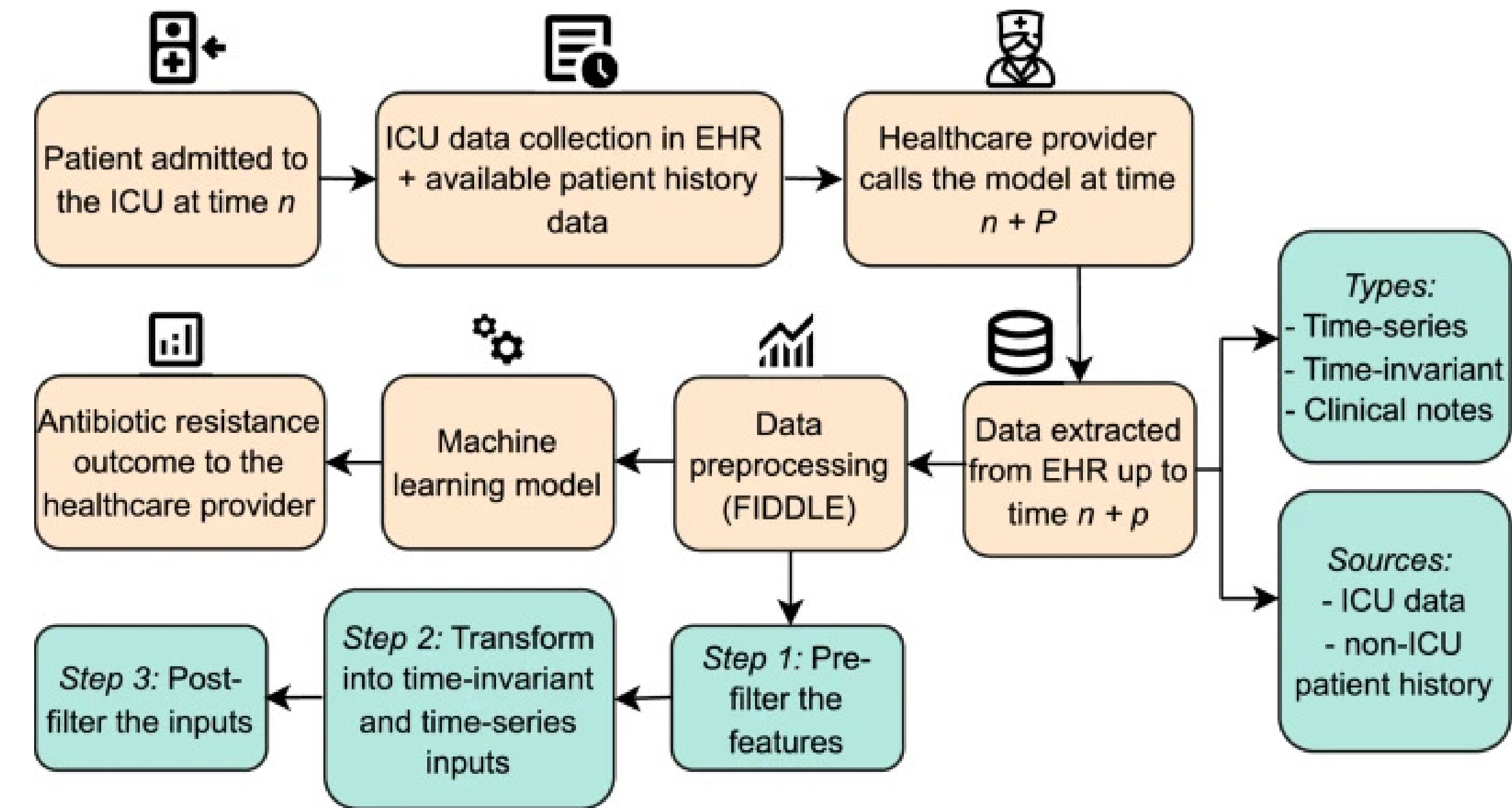
1928 Accesses | **1** Altmetric | [Metrics](#)

Durante la visita, l'assistente intelligente può (i) **registrare e riassumere** automaticamente le nuove informazioni emerse e (ii) **suggerire domande** aggiuntive da porre. (iii) Dopo aver integrato i dati preesistenti con quelli appena raccolti, l'assistente può anche **proporre delle raccomandazioni** da rivedere

Affordable and real-time antimicrobial resistance prediction from multimodal electronic health records

[Shahad Hardan](#) , [Mai A. Shaaban](#), [Jehad Abdalla](#) & [Mohammad Yaqub](#)

[Scientific Reports](#) **14**, Article number: 16464 (2024) | [Cite this article](#)



Dalla cartella clinica elettronica:

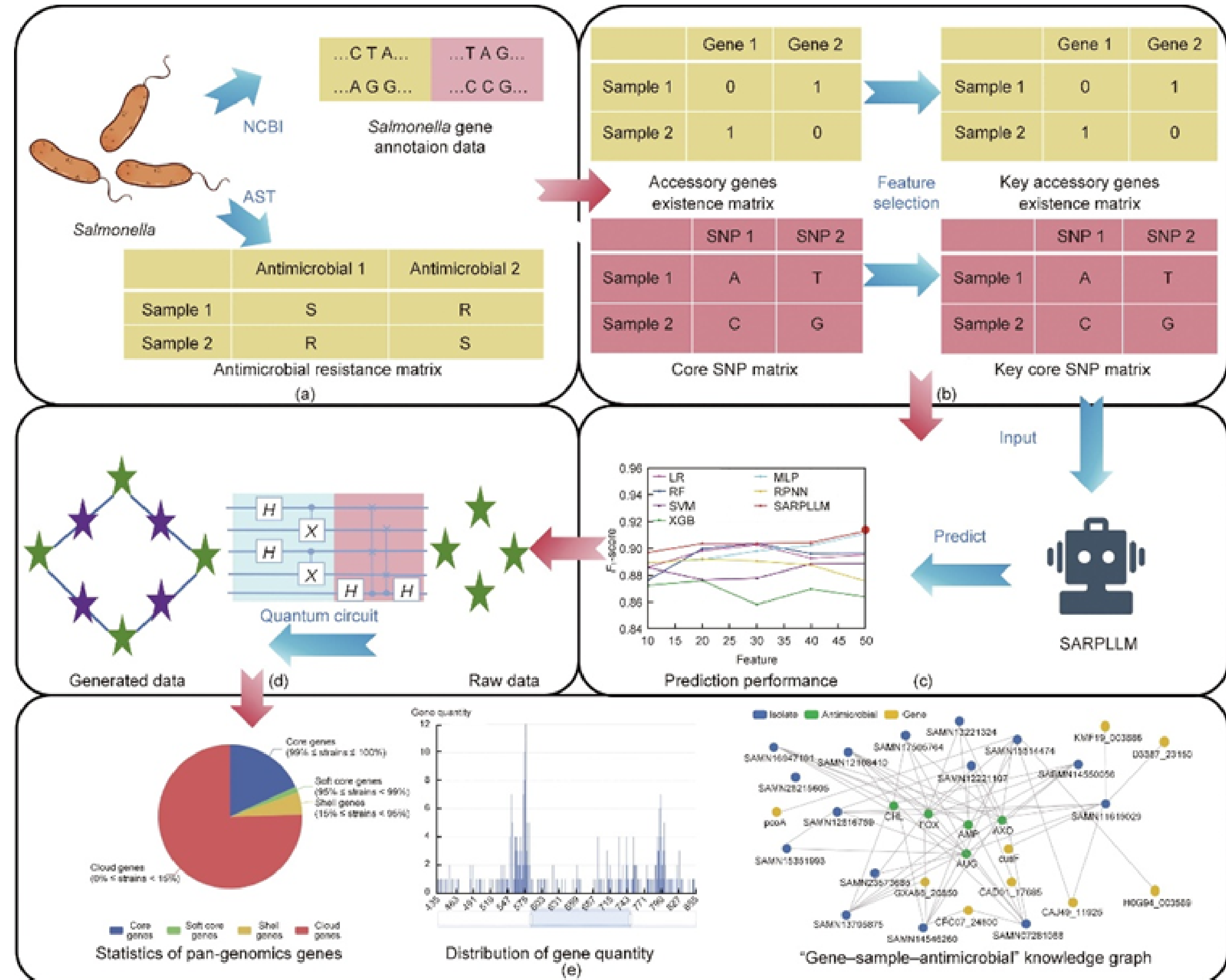
- (1) variabili **time-invariant** (età e sesso)
- (2) **time-series** (es. risultati di laboratorio),
- (3) testo **non strutturato** delle note cliniche

Combinazione di LLM (ClinicalBert) con ML tradizionale

Piattaforma predittiva per l'identificazione di ceppi di *Salmonella* multiresistenti

Developing a Predictive Platform for *Salmonella* Antimicrobial Resistance Based on a Large Language Model and Quantum Computing. You et al. (2025).

Conversione dati genomici in un formato testuale analizzabile da un LLM (SARPLLM) ottimizzato tramite una tecnica di quantum computing



Prospettive future e sfide nell'uso dell'Intelligenza Artificiale per il contrasto all'AMR

Perspective | [Open access](#) | Published: 12 June 2025

How generative AI voice agents will transform medicine

[Scott J. Adams](#), [Julián N. Acosta](#) & [Pranav Rajpurkar](#) 

[npj Digital Medicine](#) **8**, Article number: 353 (2025) | [Cite this article](#)

1273 Accesses | **9** Altmetric | [Metrics](#)

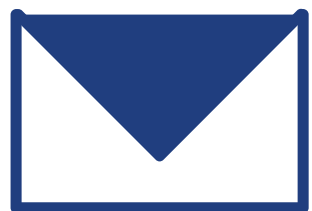
Come possiamo usare gli agenti vocali per il contrasto all'AMR?



Prospettive future e sfide nell'uso dell'Intelligenza Artificiale per il contrasto all'AMR

1. Le principali sfide all'adozione clinica dell'AI per l'AMR non sono tecniche, ma sistemiche: sicurezza, affidabilità, trasparenza e **integrazione nei workflow** clinici restano i principali ostacoli.
2. Serve una **governance** solida e standard di validazione rigorosi: framework regolatori chiari e validazioni cliniche strutturate sono indispensabili per garantire sicurezza ed efficacia.
3. La formazione **multidisciplinare** è cruciale per un'adozione responsabile: è necessario dotare i professionisti sanitari di competenze critiche per utilizzare l'AI in modo consapevole, etico e integrato.

Grazie per l'attenzione!



l.deangelis2@studenti.unipi.it



tinyurl.com/siiam



SIIAM

