

Angelo Mercieri - Luigi Zanardi

FEBBRE E SEPSI

**Come l'Al ti fa
guadagnare tempo**



Edizioni Scientifiche Falco

Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, l'Editore non si assume alcuna responsabilità per qualsiasi lesione e/o danno dovesse venire arrecato a persone o beni per negligenza o altro, oppure uso od operazioni di qualsiasi metodo, prodotto, istruzione o idea contenuti in questo libro.

Illustrazioni e materiale fotografico sono state fornite dall'autore

© Copyright 2026



Edizioni Scientifiche Falco

Edizioni Falco srl
www.edizioniscientifichefalco.it
info@edizioniscientifichefalco.it

Prima edizione 2026

Ristampe

1	2	3	4	5
2026	2027	2028	2029	2030

ISBN: 979-12-82380-04-1

Tutti i diritti riservati. È vietato riprodurre, anche parzialmente, pubblicare o diffondere sotto qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, questa pubblicazione senza l'autorizzazione dell'editore. È sempre obbligatoria la citazione della fonte.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 10% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org.

Progetto grafico: GRAPHOSTUDIO Milano

Copertina: GRAPHOSTUDIO Milano

Impaginazione e coordinamento editoriale: GRAPHOSTUDIO Milano

Finito di stampare nel 2026



Indice

Questo libro nasce dalla convinzione che l'intelligenza artificiale non sia una minaccia per il medico, ma uno strumento — potente, imperfetto, ancora in divenire — che può liberare tempo e ridurre errori. È il secondo volume di una serie dedicata all'AI in medicina: il primo, "AI — Come l'intelligenza artificiale trasforma la pratica clinica", ha fornito le fondamenta concettuali. Qui scendiamo nel concreto, in un territorio clinico preciso e urgente: la febbre e la sepsi.

La struttura del libro segue un percorso progressivo: dalla fisiopatologia della febbre e della sepsi, all'informatica clinica già operativa, agli LLM come strumenti pratici, fino alla terapia guidata dai dati e agli scenari futuri che già si intravedono all'orizzonte.

Prefazione: Perché un libro su AI, febbre e sepsi? ix

Il punto di partenza: la sepsi uccide ancora troppo perché viene riconosciuta tardi. L'AI può cambiare questo. Una nota sul metodo: ogni dato citato è stato verificato; dove la certezza non era assoluta, lo diciamo esplicitamente.

Capitolo 1: Cos'è l'AI e perché ti è utile 1

I concetti fondamentali — machine learning, reti neurali, LLM — spiegati con analogie cliniche. Come funziona l'addestramento di una rete neurale e cosa succede quando il sistema incontra un caso nuovo. Il ponte per chi non ha letto il primo volume

Capitolo 2: Febbre: dalla fisiopatologia ai sistemi di supporto decisionale 9

Un capitolo che apre con la fisiopatologia della febbre: la cascata biochimica dei pirogeni, i tre meccanismi di attraversamento della barriera ematoencefalica, il ruolo dell'OVLT e della microglia, il reset ipotalamico. Seguono le tre fasi cliniche [prodromica, acme, defervescenza] e la diagnosi differenziale febbre/ipertermia, cruciale in PS. La sezione 2.3 affronta i red flag per il medico di PS: il paradosso prognostico della temperatura (l'ipotermia è il segna-



le più pericoloso), le trappole cliniche, le cause non infettive di febbre elevata, la gestione “abbattere o monitorare”. La seconda metà del capitolo tratta l'informatica applicata alla febbre: l'history della misurazione (Wunderlich), i sistemi di early warning (NEWS2, ML), il laboratorio intelligente con una trattazione approfondita di lattati, PCT vs PCR, MR-proADM e diagnostica molecolare rapida (PCR multiplex). Chiude con i casi d'uso già operativi in Italia

Capitolo 3: Sepsì: la corsa contro il tempo **27**

Fisiopatologia della sepsì in chiave clinico-pratica: la risposta immunitaria disregolata, il danno endoteliale, la coagulopatia e microtrombosi, la transizione allo shock settico. I numeri dell'epidemiologia globale (GBD 2020, Lancet). Il ritardo diagnostico e i suoi costi in vite umane. I bundle terapeutici e il supporto digitale

Capitolo 4: Come i sistemi informatici hanno già cambiato le cose **33**

ECG intelligente (algoritmo Mayo Clinic, Nature Medicine). Imaging AI in urgenza: Aidoc, CheXNet, sistemi di alert per la radiologia. Clinical Decision Support. Telemedicina amplificata dall'AI. Esempi documentati di riduzione dei tempi di intervento.

Capitolo 5: Gli LLM entrano in corsia: il nuovo paradigma **43**

GPT-4o, Claude, Gemini, Med-Gemini, Amboss Copilot: differenze pratiche per il medico. La differenza tra consultare un LLM e consultare PubMed. Opportunità concrete nella gestione di febbre e sepsì. I limiti da conoscere prima di usarli.]

Capitolo 6: L'AI al letto del paziente: casi clinici commentati **57**

Sei scenari clinici completi: Sofia (polmonite da atipici non coperta dall'amoxicillina), Giovanni (sepsì urinaria mascherata dalla demenza), Andrea (malaria del viaggiatore), Luisa (raccolta post-colecistectomia), Chiara (meningite batteri-



ca), Aldo (shock settico normotermico con lattato a 5.8). Per ciascuno: come l'Al supporta il ragionamento e cosa rimane irrinunciabilmente umano.

Capitolo 7: Terapia antimicrobica empirica precoce e controllo della fonte guidati dai dati **63**

Capitolo a orientamento clinico-terapeutico. Affronta la stratificazione del rischio e le finestre temporali differenziate per l'antibioticoterapia: entro 1 ora per shock settico e sepsi definita, fino a 3 ore per sepsi possibile senza shock. Tratta la farmacocinetica e farmacodinamica in emergenza: la dose di carico massimale come prima dose, le infusioni prolungate per i farmaci tempo-dipendenti (beta-lattamici), l'adattamento alla fisiopatologia del paziente settico (volume di distribuzione aumentato, clearance alterata). Chiude con il Source Control: il principio che l'antibiotico da solo è inefficace senza drenaggio del focolaio, il target temporale delle 6-12 ore, gli interventi più comuni in PS.

Capitolo 8: Emodinamica della sepsi: gestione dei fluidi, vasopressori e inotropi **65**

Capitolo di rianimazione emodinamica. Supera il vecchio paradigma dei 30 mL/kg fissi alla luce dei trial CLOVERS e CLASSIC, introducendo la valutazione dinamica della fluido-reattività (PLR + VTI aortico, PPV, collasso VCI all'ecografia). Tratta la noradrenalina come primo vasopressore — incluso il nuovo paradigma della somministrazione in linea periferica precoce — e la vasopressina come seconda linea nello shock refrattario. Affronta la disfunzione miocardica da sepsi (SIMD), il ruolo della dobutamina e del FoCUS (Focused Cardiac Ultrasound) in PS. Chiude con lo studio ANDROMEDA-SHOCK e il Capillary Refill Time come target di rianimazione alternativo al lattato.

Capitolo 9: Prompt clinici: come interrogare un LLM con intelligenza **71**

I quattro elementi del prompt clinico efficace. Esempi pronti all'uso per diagnosi differenziale, antibioticoterapia empirica, interpretazione di laboratorio, check pre-dimissione. Il prompt sbagliato e le sue conseguenze: il caso della paziente dimessa con polmonite da Legionella non vista. Il secondo parere come uso più sicuro.



Capitolo 10: Limiti, errori e responsabilità **85**

L'allucinazione (il caso degli avvocati e delle sentenze inesistenti). La confidenza eccessiva. L'outdatedness. I bias razziali documentati (Obermeyer et al., Science 2019). Il bias di genere nelle diagnosi. La responsabilità medico-legale in Italia. L'automation bias e l'alert fatigue. Privacy e GDPR: cosa succede se non anonimizzi.

Capitolo 11: Limiti, errori e responsabilità **103**

Gli agenti AI già operativi: Epic Agent AI, Microsoft Azure AI Health, Google DeepMind AMIE, Corti. Tre scenari clinici con agenti (il deterioramento notturno al letto 7, il follow-up che salva, il limite collaborativo della gentamicina). Il PS integrato con tecnologie già operative (Masimo Root, Nuance DAX, Cedars-Sinai). La medicina predittiva basata su LLM (Med-Gemini). Le quattro sfide reali all'adozione: interoperabilità, organizzazione, cultura, regolamentazione (AI Act 2024). Il medico del futuro.

Conclusioni: Strumento, non oracolo **127**

Il medico rimane al centro. L'AI lo assiste, lo accelera, riduce il rumore. Ma la relazione terapeutica, il giudizio clinico, la responsabilità: questi restano umani. E devono restarlo.

Appendice A: Score clinici di riferimento **129**

qSOFA, NEWS2, SOFA, CURB-65: definizione, calcolo, soglie di allerta e uso pratico nel Pronto Soccorso.

Appendice B: Prompt pronti per l'uso **130**

Una raccolta di prompt testati e pronti da adattare, con esempi corretti e — altrettanto importante — di prompt sbagliati e delle loro conseguenze cliniche.



Bibliografia ragionata per capitolo

131

I riferimenti essenziali organizzati per capitolo, ciascuno con un commento narrativo che spiega perché quel testo merita di essere letto, cosa ci troverai dentro, e — quando è il caso — quali cautele tenere a mente.

Indice analitico

151





Prefazione

Perché un libro su AI, febbre e sepsi?

Se hai aperto questo libro, probabilmente lavori in un contesto di emergenza o urgenza. Conosci la sensazione di trovarti di fronte a un paziente febbricitante e incerto, sapendo che ogni minuto conta. Sai anche quanto rumore c'è intorno a te: dati di laboratorio che arrivano a goccia, anamnesi incomplete, cartelle scritte male, colleghi impegnati su altri casi.

L'intelligenza artificiale viene spesso presentata con toni apocalittici — “i medici saranno sostituiti dai robot” — oppure con entusiasmo acritico — “l'AI sa già tutto, basta chiederle”. Nessuno dei due estremi è vero. La realtà è più interessante e più utile: l'AI è uno strumento, e come ogni strumento buono può fare la differenza tra chi sa usarlo e chi non sa.

Questo è il quarto volume della nostra collana sull'AI in medicina. Il primo — “AI — Come l'intelligenza artificiale trasforma la pratica clinica” — ha esplorato le basi tecnologiche e i principi generali. Se non lo hai letto, non preoccuparti: il primo capitolo di questo volume ti darà tutto quello che ti serve per procedere. Se lo hai già letto, troverai in quel capitolo una rinfrescata rapida e qualche concetto nuovo.

Abbiamo scelto febbre e sepsi non a caso. La sepsi, in particolare, è un'emergenza dove il tempo di riconoscimento e di trattamento si misura in vite umane: ogni ora di ritardo nella somministrazione degli antibiotici aumenta la mortalità in modo significativo. Ed è proprio qui — in questa corsa contro il tempo — che l'AI può fare la differenza più concreta.



Angelo Mercieri - Luigi Zanardi

Ti promettiamo esempi reali, strumenti pratici, e una visione onesta di quello che funziona e di quello che ancora non funziona. Una nota sul metodo: ogni dato numerico, ogni citazione di studio, ogni riferimento a un sistema specifico riportato in questo libro è stato verificato. Dove la certezza non era assoluta, abbiamo usato formule caute — invece di affermazioni perentorie. Uno dei temi principali di questo libro è l'allucinazione degli LLM: ci sembrava doveroso non farlo noi stessi.

Buona lettura!