



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

---

Corso di Laurea in infermieristica

**ANTIBIOTICO-RESISTENZA: REVISIONE  
DELLA LETTERATURA E INDAGINE  
COMUNITARIA**

**ANTIBIOTIC-RESISTANCE: A LITERATURE  
REVIEW AND COMMUNITY SURVEY**

Relatore:  
**Dott. Gianluca Morroni**

Tesi di Laurea di:  
**Lotte Stroo**

**A.A. 2024/2025**



## **INDICE**

### **ABSTRACT**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBIETTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALI E METODI .....</b>	<b>5</b>
3.1 QUESTIONARIO SOMMINISTRATO ALLA POPOLAZIONE ITALIANA ....	6
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>8</b>
4.1 DEFINIZIONE.....	8
4.1.1 Antibiotico.....	8
4.1.2 Storia dell'antibiotico .....	9
4.1.3 Antibiogramma.....	14
4.1.4 Metodi di identificazione dei batteri.....	14
4.1.5 Batteri resistenti.....	15
4.2 CAUSE DELL'ANTIBIOTICO-RESISTENZA .....	16
4.2.1 Antibiotici ad uso veterinario/alimentare .....	18
4.3 MECCANISMI DI RESISTENZA BATTERICA.....	20
4.4 EPIDEMIOLOGIA .....	21
4.5 STRATEGIE DI MITIGAZIONE .....	23
4.5.1 Strategia nazionale.....	23
4.5.2 Come rallentare la diffusione dei batteri antibiotico-resistenti .....	24
4.5.3 Come ridurre l'antibiotico-resistenza .....	26
4.6 IMPATTO SUL SSN (SISTEMA SANITARIO NAZIONALE).....	27
4.7 ANTIBIOTICO-RESISTENZA IN AMBITO INFERMIERISTICO .....	28
4.7.1 Prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza .....	30
4.7.2 Manipolazione di antibiotici.....	31

4.7.3 Ruolo dell'infermiere nella prescrizione degli antibiotici.....	32
4.8 PERCEZIONE DELL'ANTIBIOTICO-RESISTENZA NELLA POPOLAZIONE ITALIANA NON MEDICA .....	<b>33</b>
4.8.1 Questionario di indagine.....	33
4.8.2 Risultati del questionario .....	36
<b>5. CONCLUSIONI/DISCUSSIONE.....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....</b>	<b>42</b>

## **ABSTRACT**

**BACKGROUND:** L'antibiotico-resistenza rappresenta una delle principali minacce per la salute pubblica a livello globale. L'uso inappropriato e spesso eccessivo degli antibiotici in ambito umano, veterinario e alimentare ha favorito la selezione di batteri resistenti, rendendo sempre più difficile il trattamento delle infezioni. La crescente diffusione di microrganismi multi-resistenti comporta un aumento della morbilità, della mortalità e dei costi per il Sistema Sanitario Nazionale.

**OBBIETTIVO:** L'obiettivo di questa tesi è analizzare il fenomeno dell'antibiotico-resistenza sotto diversi aspetti: definizione, cause, meccanismi biologici, epidemiologia e strategie di contenimento. Particolare attenzione è rivolta al ruolo dell'infermiere nella prevenzione, gestione e corretta somministrazione degli antibiotici, nonché alla percezione del problema nella popolazione generale attraverso un questionario di indagine.

**MATERIALI E METODI:** Il presente elaborato è stato condotto come revisione narrativa della letteratura scientifica, attraverso la consultazione di banche dati quali PubMed, ScienceDirect e Google Scholar, e di fonti istituzionali tra cui WHO, AIFA, ISS, ECDC ed EFSA. La ricerca è stata effettuata utilizzando parole chiave in lingua italiana e inglese combinate mediante operatori booleani (AND, OR). Sono stati inclusi articoli scientifici, revisioni sistematiche e linee guida pertinenti pubblicati prevalentemente negli ultimi 10 anni, con particolare attenzione alle evidenze più recenti. I dati sono stati raccolti mediante lettura critica delle fonti e organizzati in aree tematiche. L'analisi è stata di tipo qualitativo e descrittivo. Inoltre, è stato somministrato un questionario anonimo online rivolto alla popolazione generale non appartenente all'ambito sanitario, al fine di valutare il livello di conoscenza, le abitudini e i comportamenti relativi all'uso degli antibiotici, nonché la consapevolezza riguardo al fenomeno dell'antibiotico-resistenza. Il questionario, composto da 18 domande a risposta chiusa, ha indagato aspetti quali l'esperienza personale con antibiotici, le conoscenze di base, i comportamenti a rischio e la percezione del livello di informazione. I dati raccolti sono stati analizzati mediante approccio descrittivo.

**RISULTATI:** Dall'analisi emerge che l'antibiotico-resistenza è un fenomeno multifattoriale, determinato da pratiche inappropriate nella prescrizione e nell'utilizzo degli antibiotici, sia in ambito sanitario che extra-sanitario. I dati evidenziano una

diffusione significativa di batteri resistenti e una consapevolezza ancora limitata nella popolazione non medica. Il ruolo dell'infermiere risulta cruciale nella prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza, nella corretta gestione terapeutica e nell'educazione sanitaria del paziente.

CONCLUSIONE: Per contrastare efficacemente l'antibiotico-resistenza è necessario un approccio multidisciplinare che integri strategie nazionali, interventi educativi e buone pratiche cliniche. Il personale infermieristico rappresenta una figura chiave nel promuovere l'uso appropriato degli antibiotici e nel ridurre la diffusione dei batteri resistenti. È fondamentale incrementare la consapevolezza nella popolazione e rafforzare le politiche di prevenzione per tutelare l'efficacia futura delle terapie antibiotiche.

KEYWORDS: Antibiotico-resistenza; Batteri resistenti; Antibiotici; Prevenzione delle infezioni; ruolo dell'infermiere nell'antibiotico-resistenza; Infezioni correlate all'assistenza; Stewardship antibiotica, educazione del paziente, team multidisciplinare.

## **1. INTRODUZIONE**

L'antibiotico-resistenza rappresenta oggi una delle più rilevanti minacce per la salute pubblica a livello globale, configurandosi come una sfida crescente per i sistemi sanitari e per tutti i professionisti coinvolti nell'assistenza (WHO, 2024; ECDC, 2024). L'efficacia degli antibiotici, considerati una delle più importanti scoperte della medicina moderna, è progressivamente messa in discussione dalla capacità dei microrganismi di sviluppare meccanismi di resistenza, rendendo sempre più difficoltoso il trattamento delle infezioni (AIFA, 2024; The Lancet Microbe, 2024).

Negli ultimi decenni, l'uso inappropriato e spesso eccessivo degli antibiotici, sia in ambito umano che veterinario, ha accelerato questo fenomeno, favorendo la selezione e la diffusione di batteri resistenti (WHO, 2024; EFSA, 2023; AIFA, 2024). A ciò si aggiungono fattori quali la scarsa aderenza alle terapie, l'impiego non mirato dei farmaci e le criticità nei sistemi di controllo delle infezioni, soprattutto nei contesti assistenziali (Epicentro ISS, 2022; Auxologico, 2023). L'antibiotico-resistenza non solo aumenta la morbilità e la mortalità associate alle infezioni, ma comporta anche un significativo impatto economico e organizzativo sui sistemi sanitari nazionali (ISS, 2022; AIFA, 2024).

In questo contesto, il ruolo dell'infermiere assume un'importanza centrale. La pratica infermieristica è infatti direttamente coinvolta nella prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza, nella corretta gestione e somministrazione degli antibiotici e nella promozione di comportamenti appropriati sia tra i pazienti che nella comunità (Peate, 2015; Van Huizen et al., 2021). La formazione, la consapevolezza e l'adozione di buone pratiche assistenziali rappresentano strumenti fondamentali per contrastare la diffusione dei batteri antibiotico-resistenti (WHO, 2021; Epicentro ISS, 2022).

In questa tesi si va ad analizzare il fenomeno dell'antibiotico-resistenza in modo approfondito, partendo dalla definizione e dalla storia degli antibiotici, fino ad esaminare i principali meccanismi di resistenza batterica e i metodi di identificazione dei microrganismi resistenti (WHO, 2024; Darby et al., 2023; Hutchings et al., 2019). Verranno inoltre esplorate le cause alla base della diffusione del fenomeno, con particolare attenzione all'uso degli antibiotici in ambito veterinario e alimentare, e sarà analizzata la sua epidemiologia (EFSA, 2023; AIFA, 2024; ECDC, 2025).

Un'ampia sezione sarà dedicata alle strategie di mitigazione, sia a livello nazionale che nella pratica clinica quotidiana, con l'obiettivo di individuare interventi efficaci per rallentare la diffusione della resistenza (WHO, 2024; AIFA, 2024; Epicentro ISS, 2022). Verrà inoltre approfondito l'impatto dell'antibiotico-resistenza sul Servizio Sanitario Nazionale e il ruolo specifico dell'infermiere nella gestione di questa problematica, includendo aspetti quali la prevenzione delle infezioni, la manipolazione dei farmaci e il contributo alla stewardship antibiotica (AIFA, 2024; Van Huizen et al., 2021; Bleakley & Cole, 2025).

Infine, la tesi prenderà in esame la percezione dell'antibiotico-resistenza nella popolazione non medica, attraverso la somministrazione di un questionario, al fine di evidenziare eventuali lacune conoscitive, sottolineare l'importanza dell'educazione sanitaria e la scorretta manipolazione degli antibiotici.

## **2. OBIETTIVO**

L'ECDC nel suo rapporto fissa degli obiettivi anche per l'Italia da conseguire entro il 2030: riduzione del 18% del consumo di antibiotici a uso umano; far sì che almeno il 65% di tutti gli antibiotici consumati appartenga al gruppo chiamato "Access" (antibiotici inclusi nella classificazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, che li considera di prima scelta per molte infezioni comuni, da tenere sempre disponibili, da vendere a prezzo accessibile e con minor rischio di favorire resistenze rispetto ad altri più "potenti") (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2024). Sono circa 25 i tipi di antibiotici di uso più comune (in Italia, ancora il 50,8% del totale) (AIFA, 2024).

Il rapporto indica anche altri target: ridurre del 18% l'incidenza totale delle infezioni da stafilococco aureo resistente alla meticillina, che nel 2023 l'Italia ha già ridotto del 24,1% rispetto al 2018; ridurre del 12% l'incidenza totale delle infezioni del flusso sanguigno da *Escherichia coli* resistenti alle cefalosporine di terza generazione, ridotta in Italia del 14,8% negli ultimi 4 anni; ridurre del 5% l'incidenza totale di infezioni sanguigne da *Klebsiella* resistenti ai carbapenemi, che invece in Italia sono aumentate del 10,2% nel 2023 rispetto al 2019 (Epicentro ISS, 2024; AIFA, 2024).

Dopo le riduzioni temporanee dell'antibiotico-resistenza totale nel 2020 e nel 2021, i primi anni della pandemia COVID-19, si legge nel rapporto di sorveglianza dell'ECDC del 18 novembre 2024 che i tassi sono tornati leggermente al di sopra del livello evidenziati nel 2019 (Epicentro ISS, 2024). Inoltre, viene rimarcato che si sono registrati progressi limitati verso il secondo obiettivo dell'UE, quello per il quale almeno il 65% del totale dei farmaci antibiotico-resistenti sia costituito da antibiotici del gruppo "Access", mentre non si è registrato un aumento del numero di Stati membri dell'UE che hanno raggiunto questo obiettivo dal 2019 (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2024).

Da qui l'invito agli Stati ad adottare programmi antimicrobici di "stewardship", ossia mirati a un uso ottimale degli antibiotici per scelta del farmaco, dosaggio, via e tempi di somministrazione (AIFA, 2024; WHO, 2024).

Gli obiettivi principali dovrebbero essere quindi: ridurre al minimo l'emergenza di batteri resistenti agli antibiotici; mantenere l'efficacia dei farmaci antibatterici nuovi ed esistenti; sviluppare metodi migliorati per combattere la resistenza agli antibiotici e condurre una gestione responsabile degli antibiotici (monitoraggio della prescrizione, della resistenza e delle infezioni e supporto ai medici prescrittori nella scelta e nell'uso degli antibiotici);

rafforzare gli sforzi di sorveglianza nella sanità pubblica; sviluppare e promuovere l'uso di nuove tecnologie diagnostiche rapide; accelerare la ricerca scientifica e consentire lo sviluppo di nuovi farmaci antibatterici, vaccini e strumenti diagnostici. È essenziale una comunicazione efficace e chiara delle informazioni più aggiornate sull'uso appropriato e corretto degli antibiotici al pubblico in generale e agli operatori sanitari e sociali. È necessaria un'ulteriore collaborazione con l'industria farmaceutica per migliorare la collaborazione e le capacità internazionali in tutti questi settori (Peate I. 2015).

### **3. MATERIALI E METODI**

Il presente elaborato è stato condotto come revisione della letteratura scientifica, con l'obiettivo di analizzare il fenomeno dell'antibiotico-resistenza, i principali fattori causali, i meccanismi biologici coinvolti e il ruolo dell'assistenza infermieristica nella prevenzione e gestione del problema.

La revisione narrativa consente di integrare evidenze provenienti da diverse fonti scientifiche e istituzionali, fornendo una visione complessiva e aggiornata del fenomeno.

#### **FONTE DEI DATI**

La raccolta delle informazioni è stata effettuata attraverso la consultazione di:

- banche dati scientifiche: PubMed, ScienceDirect, Google Scholar
- siti istituzionali e report ufficiali: Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), Agenzia Italiana del Farmaco (AIFA), Istituto Superiore di Sanità (ISS – Epicentro), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), European Food Safety Authority (EFSA);
- Sono stati inoltre consultati articoli pubblicati su riviste scientifiche peer-reviewed, tra cui The Lancet Microbe e altre fonti accademiche rilevanti.

#### **STRINGHE DI RICERCA**

La ricerca bibliografica è stata effettuata utilizzando parole chiave in lingua italiana e inglese, combinate tra loro mediante operatori booleani (AND, OR), tra cui: “antibiotic resistance”, “antimicrobial resistance”, “antibiotic stewardship”, “nursing role AND antimicrobial resistance”, “infection control”, “antibiogram”, “resistenza agli antibiotici”. Sono stati selezionati principalmente articoli pubblicati negli ultimi 10 anni, al fine di garantire l'attualità delle informazioni, con particolare attenzione ai documenti più recenti (2020–2025).

#### **CRITERIO DI INCUSIONE ED ESCLUSIONE**

Criteri di inclusione: articoli scientifici e revisioni sistematiche pertinenti al tema dell'antibiotico-resistenza, linee guida e report di enti ufficiali (WHO, ECDC, AIFA, ISS), studi riguardanti il ruolo infermieristico e la gestione antimicrobica, pubblicazioni in lingua italiana e inglese.

Criteri di esclusione: articoli non pertinenti al tema, studi con dati non aggiornati o non verificabili, pubblicazioni prive di rigore scientifico.

## RACCOLTA E ANALISI DEI DATI

I dati sono stati raccolti attraverso una lettura critica delle fonti selezionate. Le informazioni più rilevanti sono state organizzate in categorie tematiche: definizione e diffusione dell'antibiotico-resistenza, cause e meccanismi biologici, epidemiologia, strategie di prevenzione e controllo, ruolo dell'infermiere nella gestione antimicrobica.

L'analisi è stata di tipo qualitativo e descrittivo, con confronto tra le diverse evidenze disponibili in letteratura.

## LIMITI DELLO STUDIO

Tra i principali limiti si evidenziano: l'assenza di dati sperimentali diretti, la possibile eterogeneità delle fonti analizzate, il rischio di bias nella selezione degli articoli;

Tuttavia, l'utilizzo di fonti istituzionali e aggiornate contribuisce a garantire l'affidabilità delle informazioni riportate.

### **3.1 QUESTIONARIO SOMMINISTRATO ALLA POPOLAZIONE ITALIANA**

Al fine di integrare informazioni provenienti dal contesto reale, è stato elaborato e somministrato un questionario rivolto alla popolazione generale non appartenente all'ambito sanitario (né studenti né lavoratori del settore).

L'obiettivo dell'indagine è stato quello di valutare il livello di conoscenza generale sugli antibiotici, eventuali lacune informative nella popolazione, la percezione soggettiva del livello di informazione, le abitudini e i comportamenti relativi all'utilizzo degli antibiotici, nonché la consapevolezza riguardo al fenomeno dell'antibiotico-resistenza.

Il questionario è stato strutturato in forma anonima e composto da 18 domande a risposta chiusa, suddivise in diverse aree tematiche: dati socio-demografici (età dei partecipanti); esperienza personale con antibiotici (frequenza di utilizzo, modalità di assunzione e aderenza alla terapia); conoscenze generali sugli antibiotici (efficacia contro batteri e virus, utilizzo in patologie comuni come raffreddore, influenza); comportamenti a rischio (interruzione precoce della terapia, utilizzo di antibiotici avanzati, assunzione senza prescrizione medica); consapevolezza dell'antibiotico-resistenza (significato del fenomeno, modalità di trasmissione, percezione del rischio); ruolo dell'informazione sanitaria (qualità delle informazioni ricevute da professionisti sanitari e percezione del proprio livello di conoscenza).

Le domande sono state formulate in modo semplice e comprensibile, al fine di garantire l'accessibilità anche a soggetti privi di formazione sanitaria specifica.

La somministrazione del questionario è avvenuta online tramite piattaforma digitale, su base volontaria. I partecipanti sono stati informati circa le finalità dello studio e la natura anonima della raccolta dati.

L'indagine presenta alcune limitazioni, tra cui:

il possibile bias di selezione legato alla modalità di reclutamento dei partecipanti, la dimensione del campione, il rischio di bias di risposta in quanto i partecipanti potrebbero aver fornito risposte socialmente desiderabili.

Nonostante tali limiti, il questionario rappresenta uno strumento utile per ottenere una panoramica preliminare del livello di conoscenza e dei comportamenti della popolazione generale rispetto all'uso degli antibiotici.

## **4. RISULTATI**

### **4.1 DEFINIZIONE**

L'antibiotico-resistenza è un fenomeno che si verifica quando i farmaci utilizzati per contrastare i batteri, ovvero gli antibiotici, non sono efficaci; è importante sottolineare quindi che la resistenza agli antibiotici non è intesa come l'insensibilità del corpo a questi farmaci, ma la capacità di alcuni microrganismi di resistere all'azione degli antibiotici progettati per ucciderli. Questo fenomeno aumenta la complessità delle infezioni, che diventano così più difficili da trattare e più pericolose (The Lancet Microbe, 2024; WHO, 2024; Darby, E. M et al., 2023, Auxologico, 2023; Ruminantia, 2024). Alcuni batteri riescono a sopravvivere e moltiplicarsi pur in presenza di uno o più antibiotici e quindi continuare a causare l'infezione (Auxologico, 2023; Ruminantia, 2024; AIFA, 2024). Questo fenomeno sta diventando una delle maggiori minacce sanitarie globali, causando migliaia di morti, un aumento dell'occupazione ospedaliera e complicazioni gravi nel paziente (ISS, 2022; Fondazione Veronesi, 2025).

Lo sviluppo della resistenza da parte dei batteri verso l'antibiotico è un fenomeno che avviene comunemente in natura, ma l'uso frequente di antibiotici e quindi la maggiore esposizione, ha reso il fenomeno particolarmente preoccupante a causa della velocità e dell'incidenza con la quale si sta diffondendo (EMICenter, 2023; ReactGroup, n.d.). Senza antibiotici in grado di agire in maniera efficace, molte delle più comuni infezioni, come la polmonite, potrebbero tornare ad essere letali. Le infezioni causate da batteri resistenti, che spesso insorgono e si diffondono in particolare nelle strutture sanitarie e negli ospedali, sono difficili da curare e hanno maggiori probabilità di causare complicanze e, in alcuni casi, anche il decesso del paziente (ISS, 2022; AIFA, 2024; Infarmaco, 2025; ScienceDirect, 2019).

#### **4.1.1 ANTIBIOTICO**

Per capire meglio questa emergenza sanitaria, bisogna sapere cos'è un antibiotico e come funziona, e di conseguenza come si può evolvere in antibiotico-resistenza.

Gli antibiotici sono un gruppo di farmaci in grado di impedire lo sviluppo di batteri, essi agiscono uccidendo i batteri o limitandone la crescita mediante differenti meccanismi d'azione (Ruminantia, 2024; Auxologico, 2023, Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023).

Sono quindi essenziali per il trattamento delle infezioni batteriche e sono tra i farmaci più comunemente prescritti perciò devono essere utilizzati esclusivamente per il trattamento di queste, soltanto su prescrizione dei medici, e assunti per il tempo necessario e alle dosi prescritte (AIFA, 2024; Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023). Il loro utilizzo è inopportuno per il trattamento di malattie causate da altri agenti infettivi (virus, funghi, protozoi) (WHO, 2024; The Lancet Microbe, 2024).

Inoltre, gli antibiotici hanno contribuito a migliorare in modo significativo la salute della popolazione (Fondazione Veronesi, 2025; AIFA, 2024). Il loro uso eccessivo e inappropriato negli uomini e negli animali sta però contribuendo ad accelerare drammaticamente il fenomeno dell'antibiotico-resistenza, (ISS, 2022; Darby, E. M et al., 2023; ScienceDirect, 2019).

I batteri resistenti possono infettare l'uomo causando infezioni più difficili da trattare (Infarmaco, 2025; LabTestsOnline, 2024; AIFA, 2024). La resistenza dei batteri agli antibiotici e, in particolare, le multi-resistenze (resistenza di un batterio a 3 o più farmaci appartenenti a classi diverse di antibiotici) rappresentano un problema di salute pubblica molto rilevante a livello globale, in quanto causano un incremento della mortalità, degenze ospedaliere prolungate e costi sanitari elevati (ISS, 2022; ReactGroup, n.d.).

La prevalenza nell'uso di antibiotici aumenta con l'avanzare dell'età, raggiungendo il 60% negli over 85. Nella popolazione pediatrica i maggiori consumi si concentrano nella fascia di età compresa tra 2 e 5 anni, in cui circa 4 bambini su 10 hanno ricevuto nell'anno almeno una prescrizione di antibiotici (AIFA, 2024).

#### 4.1.2 STORIA DELL'ANTIBIOTICO

L'introduzione degli antibiotici nell'uso clinico è stata senza dubbio la più grande scoperta medica del XX secolo (WHO, 2024; Auxologico, 2023). Oltre a curare le malattie infettive, gli antibiotici hanno reso possibile molte procedure mediche moderne, tra cui il trattamento del cancro, i trapianti di organi e la chirurgia a cuore aperto riducendo la mortalità dovuto da infezioni contratte successivamente (Agenzia Italiana del Farmaco [AIFA], 2024; Fondazione Veronesi, 2025). Tuttavia, l'uso improprio di questi preziosi composti ha portato al rapido aumento della resistenza antimicrobica, con alcune infezioni ormai praticamente non trattabili con farmaci efficaci (European Centre for

Disease Prevention and Control [ECDC], 2022; Ruminantiamese, 2024; Infarmaco, 2025).

I pericoli di un'era post-antibiotica hanno spinto i responsabili politici a riconoscere questa minaccia per la salute umana e a promettere ulteriori finanziamenti, che stanno gradualmente determinando una rinascita dell'interesse per la scoperta e lo sviluppo di antibiotici (O'Neill, 2016; React Group, n.d.; ScienceDirect, 2019). Il rapporto O'Neill commissionato dal governo britannico ha previsto che, senza un intervento urgente, entro il 2050, 10 milioni di persone all'anno moriranno per infezioni resistenti ai farmaci (O'Neill, 2016). Una delle raccomandazioni chiave è quella di stimolare la scoperta di farmaci in fase iniziale (O'Neill, 2016; ScienceDirect, 2019).

Data la relativa mancanza di successo nel portare antibiotici sintetici efficaci in clinica, la migliore speranza per lo sviluppo di una nuova generazione di farmaci anti-infettivi è quella di scoprire nuovi prodotti naturali microbici (antibiotici derivati da prodotti naturali), poiché questi composti non hanno rivali in termini di diversità chimica ed efficacia come antibiotici (React Group, n.d.; Ho, C. S. et al., 2024).

La resistenza agli antibiotici è un processo naturale che non può essere fermato ma solo rallentato (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2022). Per questo motivo sono in continua fase di ricerca nuovi antibiotici (AIFA, 2024; Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023).

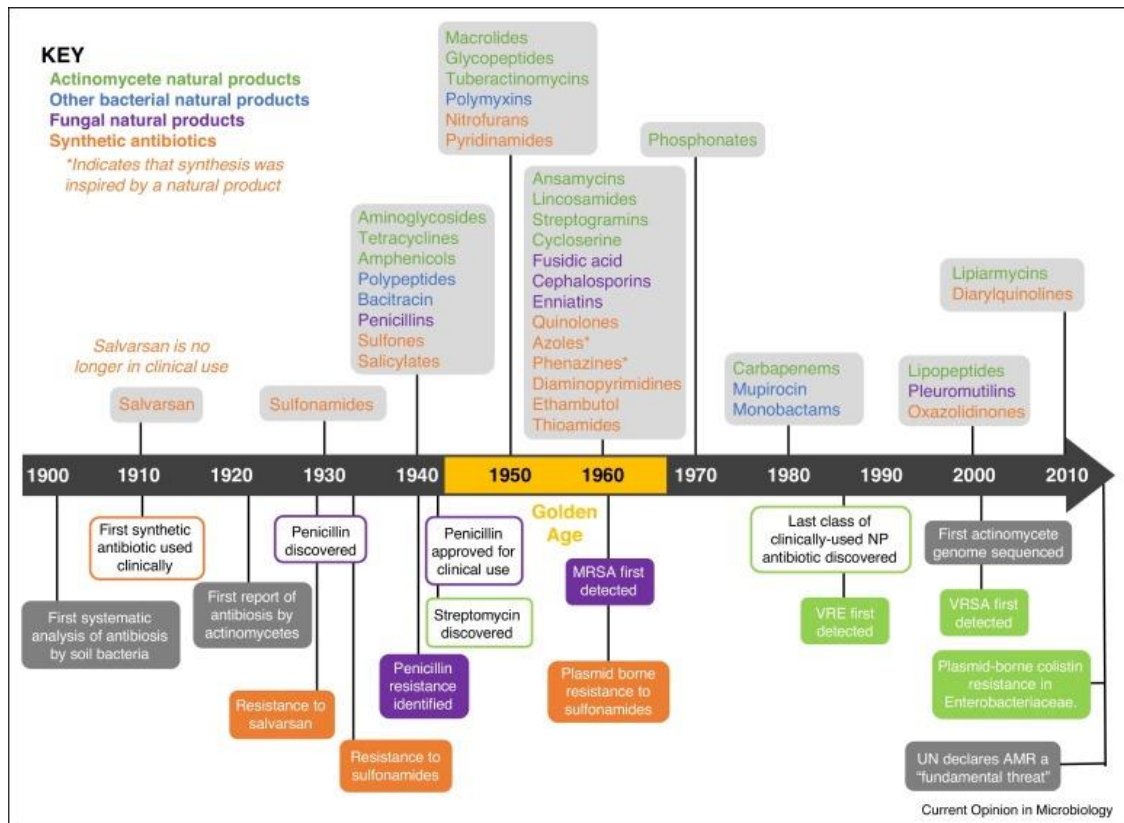


Figura 1. Linea del tempo che mostra il decennio in cui le nuove classi di antibiotici hanno raggiunto la clinica. Nella parte inferiore della linea temporale sono riportate le date relative alla scoperta degli antibiotici e alla resistenza antimicrobica, comprese le prime segnalazioni di ceppi resistenti ai farmaci *Staphylococcus aureus* resistente alla meticillina (MRSA), enterococchi resistenti alla vancomicina (VRE), *S. aureus* resistente alla vancomicina (VRSA) e resistenza alla colistina trasmessa da plasmidi in *Enterobacteriaceae*. (Hutchings, M. I., et al., 2019)

Durante l'età d'oro della scoperta degli antibiotici, quasi ogni anno venivano individuate nuove classi di antibiotici grazie all'isolamento di organismi potenzialmente produttori di antibiotici da campioni di terreno. Tuttavia, la scoperta delle classi di antibiotici è derivata da prodotti naturali provenienti da batteri facili da coltivare: questo ha fatto sì che il numero di classi utilizzabili è limitato e la scoperta di nuovi composti diventasse presto un problema. Più recentemente, il campo della scoperta di antibiotici derivati da prodotti naturali ha ricevuto nuovo slancio grazie alla scoperta di nuovi ceppi produttori di antibiotici in ambienti poco esplorati, combinata con nuovi strumenti per il genome mining e l'espressione di percorsi eterologhi. (Hutchings, M. I., et al., 2019)

Il periodo dal 1987 ad oggi viene anche definito come “discovery void” (vuoto di scoperta), poiché l'ultima classe di antibiotici introdotta con successo come trattamento è stata scoperta nel 1987. Stiamo esaurendo gli antibiotici efficaci e siamo giunti al punto in cui sono rimaste pochissime alternative terapeutiche, se non nessuna, per alcune infezioni batteriche. Nei primi tempi dell'uso degli antibiotici si verificavano infezioni resistenti, ma un flusso costante di nuovi antibiotici forniva trattamenti alternativi. Quando la resistenza a un antibiotico specifico diventava un problema significativo, era possibile passare semplicemente ad altri trattamenti. Tuttavia, lo sviluppo di nuovi antibiotici ha drasticamente rallentato, l'innovazione in questo campo ha subito una battuta d'arresto e attualmente sono in fase di sviluppo solo poche nuove classi di antibiotici. Le conseguenze si fanno sentire in tutto il mondo, poiché un numero crescente di infezioni batteriche sta diventando nuovamente difficile da trattare. Particolarmente preoccupante è la mancanza di antibiotici efficaci contro i batteri Gram-negativi.

Perché sono così pochi gli antibiotici in fase di sviluppo?

- *Sfide scientifiche*: lo sviluppo di un antibiotico è estremamente difficile. Innanzitutto, il farmaco deve raggiungere il bersaglio appropriato nell'organismo a una concentrazione sufficientemente elevata senza causare tossicità al paziente. Inoltre, deve penetrare e colpire esclusivamente cellula batterica, una sfida che si è rivelata particolarmente problematica. Gli sforzi per analizzare le grandi librerie esistenti di piccole molecole non hanno ancora portato alla scoperta di nuovi antibiotici.
- *Ostacoli finanziari e normativi*: lo sviluppo di un antibiotico è estremamente costoso e spesso richiede dieci anni o più. Ogni nuova formulazione deve essere sottoposta a test rigorosi sia per l'attività antimicrobica che per la sicurezza dei pazienti, e solo una minoranza dei candidati riuscirà a superare con successo l'intero processo di sviluppo del farmaco. Il rapido sviluppo di resistenze può compromettere l'efficacia dei nuovi antibiotici, con conseguente bassa redditività per l'azienda che li sviluppa. Inoltre, i nuovi antibiotici dovrebbero essere usati con parsimonia per ridurre al minimo il rischio di sviluppo di resistenze. Le aziende hanno anche sottolineato la natura poco chiara dei requisiti normativi, che crea incertezza sulla probabilità di approvazione dei nuovi farmaci.

- *Mancanza di know-how*: la combinazione di scarsi incentivi finanziari e sfide tecniche associate allo sviluppo di nuovi antibiotici ha portato molte aziende farmaceutiche a ridimensionare o abbandonare le loro iniziative di sviluppo di antibiotici. Ciò ha comportato una perdita di competenze e di personale specializzato nel settore. (ReactGroup, n.d.).

Il primo antibiotico ad essere individuato fu la penicillina, scoperta da Alexander Fleming nel 1928; ad oggi le penicilline in associazione agli inibitori delle beta-lattamasi si confermano la classe a maggior consumo (36% dei consumi totali), seguita dai macrolidi e dai fluorochinoloni (AIFA, 2024). Mentre la prima classe di antibiotici utilizzati clinicamente (negli anni '30) furono i sulfamidici (WHO, 2024).

La scoperta degli antibiotici rivoluzionò completamente la medicina dell'epoca, rendendo trattabili delle infezioni considerate, fino a quel momento, letali (Lancet Microbe, 2024; Fondazione Veronesi, 2025). Attualmente esistono centinaia di antibiotici, classificati in diverse categorie. Tra questi vi sono: penicilline, cefalosporine, carbapenemi, aminoglicosidici, tetracicline, macrolidi, fluorochinoloni, sulfamidici, glicopeptidi (AIFA, 2024; Infarmaco, 2025).

Ciascuna classe di antibiotici agisce in maniera peculiare. Per esempio, la penicillina interagisce con la parete batterica indebolendola fino alla morte del microrganismo. Le tetracicline invece non uccidono i batteri ma ne inibiscono la crescita impedendo la produzione delle proteine (Lab Tests Online, 2025; Ruminantiamese, 2024).

Alcuni antibiotici possono essere utilizzati per trattare molteplici infezioni, altri agiscono solo su tipi di batteri selezionati. La maggior parte degli antibiotici è associata ad effetti collaterali, sia aspecifici (come il mal di stomaco o la diarrea), che specifici, con manifestazioni cliniche che in alcuni casi possono essere anche gravi (ad esempio danni all'udito o renali) (Epicentro ISS, 2022; Humanitas, n.d.).

La scelta dell'antibiotico dipende dal tipo ed estensione dell'infezione da trattare, dalla storia clinica della persona (come la presenza di un'allergia ad alcuni antibiotici) e spesso dai risultati dei test di laboratorio (AIFA, 2024; EMICenter, 2023). È importante che il paziente segua le istruzioni fornite al fine di trattare efficacemente l'infezione e prevenire la comparsa della resistenza agli antibiotici (WHO, 2024; Infarmaco, 2025; Epicentro ISS, 2022).

#### 4.1.3 ANTIBIOGRAMMA

Per contrastare la resistenza dei batteri agli antibiotici bisogna conoscere il nemico e quindi evitare di somministrare antibiotici non efficaci per quel tipo di batterio. Per determinare l'efficacia di un antibiotico si effettua l'antibiogramma, che è un esame microbiologico che serve a rilevare la sensibilità o resistenza di un microrganismo rispetto a uno o più farmaci antimicrobici (Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023). Questo test si usa per valutare la farmaco-resistenza del batterio, che può sorgere in seguito a mutazioni spontanee o acquisizione orizzontale di geni di resistenza che possono successivamente essere trasmessi ad altri batteri (Ruminantiamese, 2024; WHO, 2024). La comparsa di batteri resistenti è anche dovuta a un uso esagerato o inappropriato di questi stessi farmaci, per esempio quando vengono utilizzati per curare infezioni virali, per le quali non sono adatti (Auxologico, 2023; Epicentro ISS, 2022).

Se il microrganismo è risultato sensibile al farmaco testato, indica che l'antibiotico può essere utilizzato efficacemente; se invece il microrganismo è risultato resistente al farmaco testato, il microorganismo ha sviluppato una farmaco-resistenza all'antibiotico che ne pregiudica l'utilizzo clinico (Lab Tests Online, 2025; Infarmaco, 2025).

Il test viene eseguito su campioni di colonie batteriche che possono venire isolate da svariati campioni biologici come sangue, liquor, espettorato, tampone faringeo, tampone uretrale, tampone rettale, tampone vaginale, oppure su campioni di feci, urine o escreato (Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023).

Inoltre, in aggiunta all'antibiogramma può anche essere determinata la MIC (concentrazione minima inibitoria), ovvero la concentrazione più bassa di antibiotico necessaria per inibire la proliferazione batterica (AIFA, 2024; Lab Tests Online, 2025).

#### 4.1.4 METODI DI IDENTIFICAZIONE DEI BATTERI RESISTENTI

Per l'identificazione del microrganismo resistente esistono molteplici metodi in grado di identificare i batteri resistenti, tra i quali:

*Screening per i batteri antibiotico-resistenti* – si tratta di un protocollo, utilizzato perlopiù all'interno degli istituti di ricovero e ospedali, che prevede l'esecuzione di uno screening a tutte le persone ricoverate, anche se asintomatiche, al fine di rilevare eventuali portatori di batteri antibiotico-resistenti e, nel caso, attivare un programma di sorveglianza per prevenire la diffusione di questi microrganismi (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024).

*Test di sensibilità agli antibiotici* – i batteri prelevati dalla sede dell'infezione vengono cresciuti in coltura e quindi esposti a diversi antibiotici, in modo da identificare quelli efficaci. Questo test consente di identificare l'antibiotico o il mix di antibiotici più efficaci nel trattamento dell'infezione (Humanitas, n.d.; EMICenter, 2023; Lab Tests Online, 2025).

*Test molecolari* – i test molecolari o il sequenziamento dell'intero genoma batterico consentono di identificare rapidamente i batteri resistenti ricercando nel loro patrimonio genetico i geni in grado di conferire la resistenza. Il test consente di formulare una diagnosi e di guidare le scelte terapeutiche. Il sequenziamento dell'intero genoma viene perlopiù utilizzato in caso di epidemie a scopo epidemiologico (Ho, C. S., et al., 2024; WHO, 2024).

*Test di produzione di carbapenemasi* – questo test, effettuato in coltura, consente di identificare i batteri in grado di produrre l'enzima carbapenemasi, capace di distruggere gli antibiotici appartenenti alla classe dei carbapenemi. La produzione dell'enzima da parte dei batteri conferisce loro la capacità di rendere inefficace l'antibiotico (Ruminantiamese, 2024; Infarmaco, 2025; AIFA, 2024).

#### 4.1.5 BATTERI RESISTENTI

È importante concentrare l'attenzione e gli sforzi sui germi resistenti perché sono quelli che mettono più a rischio la salute (WHO, 2024; Infarmaco, 2025). Infatti, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha creato una lista in cui elenca i batteri patogeni considerati una priorità, per i quali è indispensabile porre in atto sia strategie preventive sia sviluppare nuovi antibiotici efficaci (Infarmaco, 2025; Fondazione Veronesi, 2025).

Pubblicata una prima volta nel 2017, recentemente la lista è stata aggiornata grazie al lavoro di 100 esperti internazionali. Per ogni specie batterica resistente, gli esperti hanno valutato otto criteri: la mortalità associata all'infezione, la frequenza dell'infezione, il carico per il servizio sanitario, la tendenza della resistenza agli antibiotici nel decennio, la possibilità di prevenzione, la contagiosità, la curabilità e lo stato della ricerca di nuovi antibiotici (Infarmaco, 2025; WHO, 2024). Ogni valutazione assegnava un punteggio (su cinque livelli). Sommando i punti ottenuti (da zero a 100) si poteva assegnare il batterio a una categoria di priorità critica, alta o media. La categoria critica include i germi

multiresistenti che sono una minaccia grave negli ospedali e nelle residenze per anziani e che causano infezioni spesso mortali (Epicentro ISS, 2022; Auxologico, 2023).

In cima alla lista dell'OMS si trova un batterio Gram negativo, la *Klebsiella pneumoniae* resistente agli antibiotici carbapenemi, con un punteggio di 84 su cento, mentre all'ultimo posto tra i germi resistenti, con un punteggio di 28, gli streptococchi di gruppo B resistenti alla penicillina (Infarmaco, 2025).

Nella categoria a priorità critica ci sono diversi batteri Gram negativi, oltre alla *Klebsiella*, come *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa* resistente ai carbapenemi, ma anche il *Mycobacterium tuberculosis*, agente eziologico della tubercolosi, la cui resistenza alla rifampicina, il farmaco più usato per curare questa infezione, sta destando molta preoccupazione, vista la gravità e la diffusione crescente di questa malattia, da molti ritenuta un ricordo del passato e invece presente e in crescita anche in Italia (Epicentro ISS, 2022; WHO, 2024).

Tra i germi responsabili del maggior numero di casi di infezione contratte al di fuori dell'ospedale, i punteggi più alti riguardano la *Salmonella enterica* resistente ai fluorochinoloni (72 su 100), la *Shigella* (70 su 100) e la *Neisseria gonorrhoeae* (64 su cento), causa della gonorrea (Infarmaco, 2025; Epicentro ISS, 2022).

#### **4.2 CAUSE DELL'ANTIBIOTICO-RESISTENZA**

Esistono molti modi tramite i quali i batteri possono acquisire una resistenza a uno o più antibiotici. Uno dei fattori principali è la pressione selettiva, ossia l'evento suscitato dall'utilizzo di antibiotici per trattare un'infezione causata da batteri sensibili al farmaco e resistenti. L'uso del farmaco elimina i batteri sensibili responsabili dell'infezione (patogeni) e anche quelli appartenenti alla normale flora batterica residente, mentre i batteri patogeni resistenti sopravvivono e hanno la possibilità di crescere ed espandersi (Ruminantiamese, 2024; WHO, 2024). Pur trattandosi di un processo naturale, la comparsa della resistenza agli antibiotici è incentivata dall'uso frequente di antibiotici (Auxologico, 2023; AIFA, 2024).

I batteri possono acquisire la resistenza anche tramite la trasmissione orizzontale del materiale genetico da un batterio all'altro. Un modo con il quale questo può avvenire è tramite la trasmissione dei plasmidi, piccoli pezzi di DNA batterico circolare che possono

trasferire informazioni necessarie per produrre enzimi conferenti resistenza ad alcuni antibiotici (Ho, C. S. et al., 2024; Ruminantiamese, 2024).

Inoltre, si hanno alcuni batteri che sono:

- Resistenti per natura a specifici antibiotici (innata, primaria o resistenza intrinseca), cioè normalmente insensibili a certe tipologie di antibiotici o classi di antimicrobici. Per esempio, la mancanza della parete cellulare determina la naturale resistenza dei micoplasmi ad antibiotici che colpiscono la sintesi della parete batterica. In altri casi, la resistenza intrinseca deriva dalla difficoltà dell'antibiotico di raggiungere il target, ad esempio a causa di peso molecolare elevato che limita il passaggio attraverso la membrana esterna dei batteri Gram negativi (Ruminantiamese, 2024; Lab Tests Online, 2025).
- Resistenti acquisiti tramite mutazioni del DNA causate dall'uso eccessivo o scorretto di antibiotici (per esempio per virus come raffreddore o influenza) e dall'uso in agricoltura e allevamento animale. Gli antibiotici spesso non sono indicati per queste infezioni, eppure vengono ampiamente prescritti: nel territorio nazionale, il 41% dei soggetti con diagnosi di affezioni virali delle prime vie respiratorie riceve una prescrizione di antibiotico, del tutto inutile in presenza di virus. A questa sovra-prescrizione si somma l'impiego improprio di alcuni antibiotici per patologie non indicate, come macrolidi, fluorochinoloni e cefalosporine per faringite, tonsillite acuta, bronchite o BPCO (AIFA, 2024; Epicentro ISS, 2022).

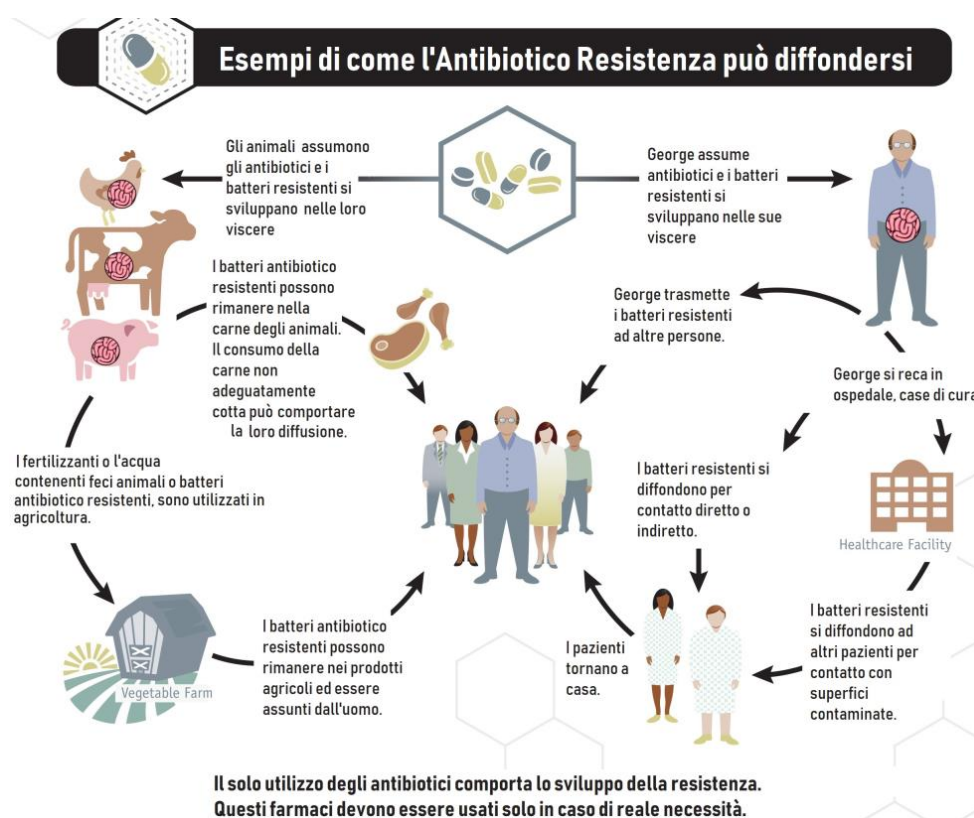
I batteri resistenti possono diffondersi secondo molteplici modalità:

*Da persona a persona* – le persone infettate da un ceppo batterico antibiotico-resistente possono trasmetterlo ad altri tramite contatto diretto o indiretto (colpi di tosse, superfici contaminate). Per questo motivo, un'accurata detersione delle mani è fondamentale per prevenire la diffusione (Auxologico, 2023; Epicentro ISS, 2022).

*Da animali a persone* – la trasmissione può avvenire anche tra animali e persone. I batteri resistenti sono comuni nelle feci e nelle viscere di animali trattati con antibiotici e possono essere trasmessi all'uomo per contatto stretto, come nel caso di allevatori o veterinari (Fondazione Veronesi, 2025; WHO, 2024).

*Contaminazione degli alimenti* – i batteri resistenti possono essere presenti in alimenti come carne non adeguatamente cotta o verdure. Il consumo non causa necessariamente sintomi, ma favorisce la diffusione (Fondazione Veronesi, 2025; Epicentro ISS, 2022).

*All'interno di ospedali e ricoveri* – la vicinanza di molte persone malate e l'uso frequente di antibiotici crea un ambiente favorevole allo sviluppo di resistenze. La sanificazione inaccurata aumenta il rischio. In questi contesti, infezioni del tratto urinario da cateteri, polmoniti associate alla ventilazione assistita e infezioni post-operatorie sono frequenti (AIFA, 2024; Epicentro ISS, 2022; WHO, 2024).



Fonte immagine: Melissa Brower, CDC

#### 4.2.1 ANTIBIOTICI AD USO VETERINARIO/ALIMENTARE

Benché la causa principale di resistenza nei microrganismi che interessano l'uomo sia l'uso degli antimicrobici in medicina umana, in comunità, in ospedale nonché in altre strutture di assistenza sanitaria, parte del problema è anche da imputare all'uso degli antimicrobici negli animali destinati alla produzione alimentare (EFSA, 2023; WHO, 2024). Negli animali sono impiegate le stesse classi di antibiotici usati in medicina

umana; pertanto, gli animali possono trasmettere batteri resistenti agli stessi antibiotici usati per trattare le infezioni umane (Fondazione Veronesi, 2025; Auxologico, 2023).

Il report congiunto EFSA/ECDC (autorità europea per la sicurezza alimentare/centro europeo per la prevenzione e il controllo delle malattie) rientra nelle strategie di intervento per la gestione, il controllo e la prevenzione della resistenza antimicrobica e fornisce le informazioni scientifiche per impostare strategie di uso “prudente” degli antibiotici, al fine di preservarne l’efficacia e ridurre il rischio di insorgenza di resistenza (EFSA, 2023). Negli animali la resistenza agli antibiotici varia tra i diversi Paesi e tra le diverse specie animali, presentandosi particolarmente elevata negli isolati di Salmonella da tacchino. Questo rilievo è di particolare importanza considerando che in Italia l’allevamento del tacchino su scala industriale è una quota significativa della zootecnia (EFSA, 2023). Gli isolati di Campylobacter da specie avicole, suini e bovini hanno evidenziato elevati livelli di resistenza, soprattutto a ciprofloxacina, acido nalidixico e tetracicline (Epicentro ISS, 2022; Fondazione Veronesi, 2025).

Infatti, l’uso di agenti antimicrobici per animali, piante e produzione alimentare contribuisce allo sviluppo di una sempre più vasta gamma di microrganismi antibiotico-resistenti e di geni che determinano resistenza, trasmissibili all’uomo attraverso gli alimenti (EFSA, 2023; WHO, 2024).

I batteri resistenti agli antibiotici più potenti stanno quindi facendo la loro comparsa anche nella catena alimentare. È quanto emerge dal più recente parere scientifico dell’EFSA (Autorità europea per la sicurezza alimentare). L’agenzia segnala la presenza, nella carne e negli animali da allevamento, di batteri produttori di carbapenemasi (CPE), microrganismi in grado di disattivare i carbapenemi, antibiotici di ultima linea (EFSA, 2023).

Nel 2013, l’EFSA segnalava i primi casi di resistenza in animali da allevamento, con batteri isolati in Germania, Francia e Belgio. Anche se i carbapenemi non sono mai stati usati negli allevamenti europei, si temeva che la resistenza potesse diffondersi attraverso altri canali, come il contatto ambientale o la mobilità genetica tra batteri. La raccomandazione era chiara: iniziare un monitoraggio sistematico e armonizzato a livello europeo. Oggi, quella preoccupazione si è trasformata in realtà. Secondo l’ultima valutazione EFSA, i batteri produttori di carbapenemasi (CPE) sono stati rilevati in 14 Paesi europei nella filiera alimentare, soprattutto in carne suina, bovina e avicola. In

alcuni casi, i ceppi isolati negli animali sono geneticamente identici a quelli che causano infezioni nell'uomo, segnalando una possibile trasmissione tra specie. I batteri coinvolti più spesso sono *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Salmonella* (EFSA, 2023; Fondazione Veronesi, 2025).

#### 4.3 MECCANISMI DI RESISTENZA BATTERICA

I meccanismi di resistenza batterica agli antibiotici rappresentano tutte quelle strategie attraverso le quali il batterio riesce a difendersi dall'azione antimicrobica dell'antibiotico somministrato (Ruminantiamese, 2024; Auxologico, 2023). Le principali sono:

- *Inattivazione enzimatica*: avviene attraverso la distruzione o la modificazione chimica dell'antibiotico (Ruminantiamese, 2024.; Epicentro ISS, 2022). L'inattivazione degli antibiotici è mediata da enzimi che degradano o modificano la molecola dell'antibiotico. La degradazione enzimatica comporta l'idrolisi del gruppo funzionale dell'antibiotico, rendendolo inefficace. Gli enzimi modificatori degli antibiotici trasferiscono vari gruppi chimici all'antibiotico, impedendone il legame al bersaglio.
- *Riduzione dell'accumulo nella cellula*: prevede l'esistenza di meccanismi che riducono l'ingresso della sostanza antibiotica o promuovono l'allontanamento di essa all'esterno della cellula, poiché un antibiotico, per svolgere la sua funzione, deve raggiungere una determinata concentrazione intracellulare (Ruminantiamese, 2024.; WHO, 2024). La diminuzione dell'afflusso di antibiotico all'interno della cellula è mediata da cambiamenti nella struttura della membrana, ad esempio la downregulation delle porine, che sono proteine transmembrana che consentono il trasporto passivo di vari composti, come gli antibiotici, all'interno della cellula batterica. L'efflusso attivo, invece, è facilitato dalle pompe di efflusso transmembrana, che esportano gli antibiotici fuori dalle cellule batteriche per ridurre la concentrazione intracellulare.
- *Produzione di biofilm*: conferisce diversi vantaggi ai batteri; la struttura densa della matrice del biofilm ostacola la diffusione degli agenti antimicrobici, mentre l'attività metabolica e i tassi di crescita più lenti all'interno del biofilm rendono i batteri meno sensibili agli antibiotici che mirano alle cellule in fase di divisione attiva (Ruminantiamese, 2024; Auxologico, 2023).

- *Modificazione del target*: avviene tramite mutazione, modificazione chimica o protezione dei siti target; molteplici componenti della cellula batterica che possono essere bersaglio delle sostanze antimicrobiche possono essere modificate per consentire la resistenza (Ruminantiamese, 2024.; Epicentro ISS, 2022).L'alterazione del sito bersaglio comporta la modifica del bersaglio dell'antibiotico per ridurre il legame. Ciò può essere causato da mutazioni nel gene che codifica la proteina bersaglio della molecola dell'antibiotico o attraverso l'alterazione enzimatica del sito di legame.
- *Bypass*: Nel meccanismo di bypass del bersaglio, la funzione eseguita dal bersaglio dell'antibiotico viene svolta da una nuova proteina che non viene inibita dall'antibiotico, rendendo il bersaglio originale ridondante e l'antibiotico inefficace.
- *Protezione del bersaglio*: la protezione del bersaglio generalmente comporta l'associazione fisica di una proteina di protezione del bersaglio con il bersaglio dell'antibiotico, proteggendolo così dall'inibizione mediata dall'antibiotico. (Darby, E. M, et al., 2023).

#### **4.4 EPIDEMIOLOGIA**

L'antibiotico-resistenza viene definita come una pandemia silente che in Italia rischia di diventare la prima causa di morte nel 2050 (O'Neill, 2016; AIFA, 2024).

In Europa, 670.000 infezioni all'anno da batteri resistenti alle cure causano 35.000 decessi, di cui circa 12.000 in Italia (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024).

Nel biennio 2022-2023 in Italia 430.000 ricoverati hanno contratto un'infezione ospedaliera (8,2% in Italia e 6,5% nell'UE); il 44,7% di questi ha ricevuto antibiotici (in Italia) mentre la media europea è del 33,7%. Queste infezioni sono riducibili del 30% attraverso una maggiore prevenzione negli ospedali e un uso più appropriato degli antimicrobici (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024).

In Italia non frena il consumo di antibiotici, favorendo la proliferare di batteri resistenti. Se non si interviene, entro il 2050 l'antibiotico-resistenza diverrà la prima causa di morte, superando perfino i tumori. L'uso massiccio di antimicrobici genera superbatteri resistenti agli stessi farmaci (AIFA, 2024; WHO, 2024, Ho, C. S. et al., 2024).

Nonostante le campagne di sensibilizzazione, l'uso degli antibiotici in Italia è in aumento: il 35,5% dei pazienti, non solo ricoverati, ha ricevuto almeno un antibiotico negli ultimi due anni, contro il 32,9% del periodo 2016-2017 (AIFA, 2024).

Secondo i dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, ogni anno muoiono nella regione europea 6,25 persone ogni 100.000 abitanti a causa di infezioni da ceppi batterici resistenti (WHO, 2024).

Nel 2024, l'incidenza totale stimata nell'UE di infezioni del flusso sanguigno da MRSA è stata di 4,48 ogni 100.000 abitanti (intervallo tra i paesi UE: 0,55-13,63). Questo dato è inferiore del 20,4% rispetto al 2019 (anno di riferimento) e inferiore di 0,31 ogni 100.000 abitanti rispetto all'obiettivo di 4,79 ogni 100.000 abitanti fissato per il 2030. Per l'UE nel suo complesso, è stata rilevata una tendenza al ribasso statisticamente significativa tra il 2019 (anno di riferimento) e il 2024. L'obiettivo UE per l'incidenza delle infezioni del flusso sanguigno da MRSA quindi, era già stato raggiunto entro il 2024.

L'incidenza totale stimata nell'UE delle infezioni del flusso sanguigno da *E. coli* resistente alle cefalosporine di terza generazione è stata di 11,03 casi ogni 100.000 abitanti (intervallo tra i paesi UE: 3,75-22,79) nel 2024. Questo dato è superiore del 5,9% rispetto al 2019 (anno di riferimento) e di 1,65 casi ogni 100.000 abitanti rispetto all'obiettivo di 9,38 casi ogni 100.000 abitanti fissato per il 2030. Per l'UE nel suo complesso, non è stata rilevata alcuna tendenza statisticamente significativa tra il 2019 (anno di riferimento) e il 2024. L'incidenza stimata nell'UE delle infezioni del flusso sanguigno da *E. coli* resistente alle cefalosporine di terza generazione, con un obiettivo di riduzione del 10%, è aumentata di oltre il 5% rispetto al 2019 (anno di riferimento).

L'incidenza totale stimata nell'UE delle infezioni del flusso sanguigno da *K. pneumoniae* resistente ai carbapenemi è stata di 3,51 per 100.000 abitanti (intervallo per paese UE 0,02-20,31) nel 2024. Questo dato è superiore del 61,0% rispetto al 2019 (anno di riferimento) e di 1,44 per 100.000 abitanti rispetto all'obiettivo del 2030 di 2,07 per 100.000 abitanti. Per l'UE nel suo complesso, è stata rilevata una tendenza all'aumento statisticamente significativa tra il 2019 (anno di riferimento) e il 2024. L'incidenza stimata nell'UE delle infezioni del flusso sanguigno da *K. pneumoniae* resistente ai carbapenemi è aumentata di oltre il 60% rispetto al 2019, un dato che si discosta sostanzialmente dall'obiettivo di una riduzione del 5% entro il 2030. ( ECDC. 2025).

## 4.5 STRATEGIE DI MITIGAZIONE

Le strategie di mitigazione dell'antibiotico-resistenza comprendono l'insieme di interventi volti a prevenire l'insorgenza e la diffusione dei batteri resistenti, attraverso l'uso appropriato degli antibiotici, il controllo delle infezioni e lo sviluppo di nuove terapie antimicrobiche (Ministero della Salute, n.d.).

### 4.5.1 STRATEGIA NAZIONALE

La strategia nazionale si basa su una governance inclusiva e integrata e si articola in quattro aree orizzontali di supporto:

1. Formazione
2. Informazione, comunicazione e trasparenza
3. Ricerca, innovazione e bioetica
4. Cooperazione nazionale e internazionale

(AIFA, 2024; Epicentro ISS, 2022).

I tre pilastri verticali dedicati ai principali interventi di prevenzione e controllo dell'antibiotico-resistenza nel settore umano, animale e ambientale sono:

1. Sorveglianza e monitoraggio integrato dell'antibiotico-resistenza, dell'utilizzo di antibiotici, delle infezioni correlate all'assistenza e monitoraggio ambientale (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2022).
2. Prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza in ambito ospedaliero e comunitario e delle malattie infettive e zoonosi (malattie trasmissibili direttamente o indirettamente dagli animali all'uomo) (AIFA, 2024; Fondazione Veronesi, 2025).
3. Uso appropriato degli antibiotici sia in ambito umano che veterinario e corretta gestione e smaltimento degli antibiotici e dei materiali contaminati (Auxologico, 2023; Ruminantiamese, 2024).

La Strategia nazionale di contrasto all'antibiotico-resistenza definisce inoltre sei obiettivi generali per ridurre l'incidenza e l'impatto delle infezioni resistenti agli antibiotici:

1. Rafforzare la prevenzione e la sorveglianza delle infezioni correlate all'assistenza in ambito ospedaliero e comunitario anche in coordinazione con le iniziative già in atto (per esempio vaccinazioni e Piano Nazionale di Prevenzione Vaccinale) (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024).

2. Rafforzare l'approccio One Health (approccio integrato e unificante che mira ad equilibrare e ottimizzare in modo sostenibile la salute delle persone, degli animali e degli ecosistemi), anche attraverso lo sviluppo di una sorveglianza nazionale coordinata dell'antibiotico-resistenza e dell'uso di antibiotici, e prevenire la diffusione dell'antibiotico-resistenza nell'ambiente (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2022).
3. Promuovere l'uso appropriato degli antibiotici e ridurre la frequenza delle infezioni causate da microrganismi resistenti in ambito umano e animale attraverso lo sviluppo di nuovi strumenti di supporto all'uso prudente degli antibiotici sia in ambito umano che veterinario, e una maggiore attenzione agli aspetti bioetici, alla trasparenza e alla comunicazione per favorire la partecipazione attiva di tutti i cittadini (Auxologico, 2023; AIFA, 2024; Emicenter, 2024).
4. Promuovere innovazione e ricerca nell'ambito della prevenzione, diagnosi e terapia delle infezioni resistenti agli antibiotici (ScienceDirect, 2019; ReactGroup, 2024).
5. Rafforzare la cooperazione nazionale e la partecipazione dell'Italia alle iniziative internazionali nel contrasto all'antibiotico-resistenza (WHO, 2024; Epicentro ISS, 2022).
6. Migliorare la consapevolezza della popolazione e promuovere la formazione degli operatori sanitari e ambientali sul contrasto all'antibiotico-resistenza (Fondazione Veronesi, 2025; Humanitas, n.d.).

#### 4.5.2 COME RALLENTARE LA DIFFUSIONE DEI BATTERI ANTIBIOTICO-RESISTENTI

Per rallentare la diffusione dei batteri antibiotico resistenti già presenti e prevenire la nascita di nuove resistenze, è necessaria una strategia di intervento aggressiva (AIFA, 2024; WHO, 2024). La prevenzione deve avvenire a tutti i livelli, dal singolo individuo a tutta la classe di operatori nel settore sanitario fino ad arrivare agli enti nazionali e mondiali (Epicentro ISS, 2022; Fondazione Veronesi, 2025).

La prevenzione delle infezioni riduce la necessità di ricorrere all'uso di antibiotici e quindi la possibilità dello sviluppo di nuove resistenze (Auxologico, 2023; Humanitas,

n.d.). Le infezioni possono essere prevenute tramite l'immunizzazione (vaccini), la corretta manipolazione degli alimenti, l'abitudine ad un'accurata detersione delle mani, la buona igienizzazione degli ambienti sanitari e l'uso appropriato degli antibiotici (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024).

La sorveglianza delle specie batteriche resistenti già note ma anche di eventuali nuove resistenze è di primaria importanza nella lotta all'antibiotico resistenza e necessita di una fitta rete di collaborazione nazionale ed internazionale (EFSA, 2024; WHO, 2024).

L'uso responsabile degli antibiotici è uno dei fattori principali per la lotta all'antibiotico resistenza. Gli antibiotici devono essere utilizzati solo in caso di reale necessità e sotto prescrizione medica (AIFA, 2024; Emicenter, 2024).

Per uso appropriato si intende l'utilizzo solo nel caso in cui siano necessari e per i tempi e la posologia appropriata. L'uso appropriato degli antibiotici consente di migliorare la cura, diminuire i ricoveri ospedalieri e ridurre la spesa sanitaria (Auxologico, 2023; AIFA, 2024).

Il trattamento di persone gravemente malate, per le quali si ipotizza un'infezione ma senza avere una diagnosi certa, prevede di solito l'uso di più antibiotici o di antibiotici ad ampio spettro. Questo approccio può abbattere la normale flora batterica favorendo lo sviluppo della resistenza (Ruminantiame, 2024; Infarmaco, 2025).

Una diagnosi accurata e rapida consente la somministrazione della terapia antibiotica più appropriata. Il test di sensibilità agli antibiotici, necessario per la valutazione dell'eventuale sensibilità o resistenza ad uno o più antibiotici della specie (o delle specie) batterica responsabile dell'infezione, richiede almeno 24-48 ore e può raggiungere anche qualche settimana per alcune specie microbiche. Per questo test, infatti, le specie batteriche devono essere isolate e cresciute in coltura prima di poter essere sottoposte al test (Humanitas, n.d.; Emicenter, 2024). Questo limite tecnico è responsabile dell'uso talvolta inappropriato di alcuni antibiotici. Fortunatamente sono sempre più diffusi test rapidi, di tipo molecolare, che non richiedono la crescita in coltura e quindi rendono molto più veloce il processo diagnostico (Labtest Online, 2024; The Lancet, 2024).

### 4.5.3 COME RIDURRE L'ANTIBIOTICO-RESISTENZA

Cosa si può fare per ridurre l'antibiotico-resistenza?

Tutti: La resistenza agli antibiotici è un problema di tipo globale, ma vi sono molte cose che è possibile fare a livello individuale (WHO, 2024; Infarmaco, 2025). Ciascuna persona ha un ruolo importante, anche solo compiendo semplici azioni come prevenire le infezioni tramite vaccinazione (quando possibile); lavarsi accuratamente le mani, in particolare dopo essere stati al bagno e prima e dopo la manipolazione di alimenti; non assumere gli antibiotici quando non necessari, ad esempio in caso di infezioni virali come l'influenza o il raffreddore comune; non richiedere in maniera insistente gli antibiotici al medico; rispettare la posologia descritta (dosaggio e durata della cura); non usare antibiotici avanzati o prescritti per qualcun altro perché in questo modo potrebbero essere assunti gli antibiotici sbagliati, peggiorando anche l'infezione. Infatti, nel caso in cui rimangano degli antibiotici inutilizzati è importante rivolgersi al medico o al farmacista per avere informazioni circa il loro corretto smaltimento (Auxologico, 2023; AIFA, 2024).

Negli ospedali o case di cura è importante informarsi riguardo ai protocolli adottati per prevenire la diffusione dei batteri antibiotico-resistenti; lavarsi accuratamente le mani prima di toccare qualcuno ricoverato (in caso di visitatore) e accertarsi che tutti si lavino le mani prima di toccarvi (in caso di ricoverato); utilizzare i dispositivi di protezione individuale forniti; informare gli operatori sanitari in caso di trasferimento da un'altra struttura ospedaliera o di ricovero (Epicentro ISS, 2022; Humanitas, n.d.).

Gli operatori sanitari: Adottare e promuovere protocolli per la corretta gestione degli antibiotici; prescrivere gli antibiotici facendo molta attenzione al tipo ed alla posologia; conoscere le infezioni presenti nella propria area in ciascun momento; segnalare immediatamente la presenza di ceppi resistenti; se non necessari, rimuovere immediatamente dispositivi medici come i cateteri per evitare infezioni (Emicenter, 2024; Labtest Online, 2024).

A livello alimentare: L'EFSA propone un approccio coordinato secondo il principio One Health, che integri salute umana, animale e ambientale (EFSA, 2024; Fondazione Veronesi, 2025). Tra le azioni raccomandate vi è l'estensione del monitoraggio a prodotti finora esclusi, come pesce e verdure, oltre al miglioramento dei sistemi di tracciabilità genetica per individuare l'origine e la diffusione dei batteri. È inoltre fondamentale

identificare e contenere i potenziali vettori di trasmissione, come i mangimi e gli operatori della filiera alimentare. I cittadini possono contribuire alla prevenzione scegliendo alimenti provenienti da filiera controllata e certificata, prestando attenzione all'igiene in cucina e alla corretta cottura dei prodotti di origine animale, ed evitando l'uso improprio di antibiotici anche in caso di automedicazione domestica (Epicentro ISS, 2022; Infarmaco, 2025).

#### **4.6 IMPATTO SUL SSN (SISTEMA SANITARIO NAZIONALE)**

Il rapporto dell'ECDC documenta che l'impatto sul nostro SSN è enorme, con 2,7 milioni di posti letto occupati proprio a causa di queste infezioni ospedaliere resistenti agli antimicrobici, con un costo che arriva a 2,4 miliardi di euro l'anno (Epicentro ISS, 2022; AIFA, 2024). Certo, non è possibile eliminare tutti i microbi presenti in ambiente ospedaliero, perché parliamo di un ambiente chiuso dove vivono a stretto contatto pazienti e sia virus che batteri sono trasmessi sia all'interno che all'esterno della struttura ospedaliera (Auxologico, 2023).

Ma secondo la SIMIT (Società Italiana di Malattie Infettive e Tropicali), "l'impatto di queste infezioni potrebbe essere ridotto di un buon 30% inaugurando un percorso virtuoso" (AIFA, 2024). Un obiettivo che per essere centrato richiederebbe non solo una maggiore appropriatezza prescrittiva, tanto in ambito umano che veterinario, ma anche un rinnovamento dei nostri ospedali, spesso datati come lo sono i loro impianti di riscaldamento e aria condizionata, veicolo di diffusione dei microbi (Dossier AIFA, 2024).

Per questo sono stati riservati 1,2 miliardi del piano di investimenti nell'edilizia sanitaria da destinare all'ammodernamento degli ospedali (AIFA, 2024). Circa un'infezione su tre si sarebbe potuta evitare con un po' più di pulizia e di prevenzione. Che significa tra le 135 e le 210 mila infezioni frutto in qualche modo di mancati accorgimenti igienici che possono avere a volte conseguenze letali, visto che mediamente l'1% di questi casi evitabili causa un decesso. Duemila pazienti ogni anno muoiono per infezioni evitabili (Epicentro ISS, 2022; Auxologico, 2023).

#### **4.7 ANTIBIOTICO-RESISTENZA IN AMBITO INFERMIERISTICO**

L'aumento dei batteri resistenti agli antibiotici quindi rappresenta una grave minaccia per la salute pubblica e per l'economia. Probabilmente il numero di infezioni difficili da trattare continuerà a crescere e di conseguenza diventerà sempre più difficile controllare le infezioni in diversi contesti di cura.

Gli infermieri costituiscono il più grande gruppo professionale del personale sanitario e svolgono un ruolo fondamentale, è importante che siano pienamente coinvolti, a tutti i livelli in qualsiasi iniziativa pianificata o implementata che possa avere un impatto sulla resistenza antimicrobica (Peate I. 2015).

Attualmente, gli infermieri non sono in grado di effettuare screening e diagnosi in modo semplice e rapido per molti tipi di resistenza antimicrobica, poiché i campioni devono essere inviati a un laboratorio diagnostico centralizzato per la valutazione della sensibilità antimicrobica, che spesso richiede diversi giorni di analisi, quindi le iniziative di gestione antimicrobica sono spesso ostacolate da questi ritardi nell'accesso ai risultati di laboratorio, che possono di conseguenza impedire un processo decisionale clinico tempestivo e informato. Inoltre, la situazione è ulteriormente aggravata dalla limitata disponibilità di dispositivi elettronici necessari per recuperare i risultati di laboratorio, soprattutto quando questi evidenziano una prescrizione inappropriata.

(Mitsakakis, K. et al., 2018, Bleakley, G., & Cole, M. 2025). Finché non saranno disponibili migliori strumenti diagnostici al letto del paziente, uno dei metodi migliori per prevenire la diffusione della resistenza antimicrobica da parte degli infermieri può essere un'anamnesi accurata, un esame obiettivo e screening (Oerther, S., & Oerther, D. B. 2020).

La gestione antimicrobica deve essere considerata come un processo sistemico e collaborativo, che coinvolge la prescrizione, la somministrazione, la raccolta dei campioni, il monitoraggio, l'educazione dei pazienti e del personale, nonché la prevenzione e il controllo delle infezioni.

Alcuni articoli recenti hanno evidenziato sempre più il ruolo dell'infermiere nella gestione antimicrobica. Dato che gli infermieri costituiscono la fetta più ampia della forza lavoro sanitaria, hanno i contatti più frequenti con i pazienti e garantiscono la continuità assistenziale, sono nella posizione ideale per contribuire in modo significativo agli sforzi di gestione antimicrobica. Infatti, le revisioni sistematiche che hanno esaminato l'impatto

dei programmi di gestione degli antibiotici sull'incidenza delle infezioni e sulla colonizzazione da batteri resistenti agli antibiotici, hanno mostrato che tali programmi sono più efficaci se implementati insieme a misure di controllo delle infezioni, in particolare protocolli di igiene delle mani. Questi programmi sono quindi un elemento fondamentale nella lotta contro l'antibiotico-resistenza, poiché svolgono un ruolo cruciale nel preservare l'efficacia degli antimicrobici contro le infezioni multiresistenti.

Sono però presenti degli ostacoli al coinvolgimento infermieristico:

- Carico di lavoro
- Conoscenze, esigenze di apprendimento e formazione
- Percezione del ruolo infermieristico e motivazione al coinvolgimento
- Intermediazione e influenza sulle informazioni
- Leadership

La mancanza di tempo e gli elevati carichi di lavoro sono spesso visto come ostacoli a un'efficace gestione antimicrobica. Sebbene sia importante considerare l'impatto che l'introduzione di ruoli e responsabilità aggiuntivi può avere sull'infermiere, uno studio ha evidenziato che gli infermieri non consideravano il loro contributo alla gestione antimicrobica come un ulteriore impegno, bensì come un miglioramento dei loro ruoli esistenti (Bleakley, G., & Cole, M. 2025).

Rimangono tuttavia dubbi sulla sufficiente preparazione teorica degli infermieri in materia di uso antimicrobico e sulla loro capacità di applicare i principi della gestione antimicrobica al letto del paziente. Gli infermieri si trovano quotidianamente ad affrontare una serie di sfide legate a pratiche di prescrizione antibiotica non ottimali. La mancanza di indicazioni d'uso e l'indicazione delle date di revisione o di interruzione della terapia, compromette l'efficace monitoraggio dei piani terapeutici e complicano il coordinamento delle cure aumentando il rischio di un uso inappropriato degli antibiotici.

(Bleakley, G., & Cole, M. 2025).

Gli aspetti più generali del ruolo dell'infermiere nella gestione antimicrobica, come il controllo delle infezioni, la tempistica di somministrazione e l'educazione del paziente, sono applicabili agli infermieri in tutti i contesti in cui ai pazienti vengono prescritti agenti antimicrobici. Attraverso una gestione ottimale degli antimicrobici, gli infermieri possono ridurre il consumo complessivo di antibiotici, migliorarne l'efficacia e diminuire

il rischio di infezioni e di batteri resistenti agli antibiotici per i pazienti (Van Huizen, P, et al., 2021).

#### 4.7.1 PREVENZIONE DELLE INFEZIONI CORRELATE ALL'ASSISTENZA

Nel 2001, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato una strategia globale per il contenimento della resistenza antimicrobica, che delineava interventi per gli ospedali. Questi includevano iniziative di controllo delle infezioni per prevenire la diffusione della resistenza antimicrobica, linee guida per il monitoraggio dell'uso degli antimicrobici, l'acquisizione di dati microbiologici e test di sensibilità antimicrobica. L'unico riferimento al ruolo dell'infermiere in questa strategia era quello di un infermiere specializzato nel controllo delle infezioni. Da allora, il quadro di competenze dell'Organizzazione Mondiale della Sanità ha ampliato il ruolo dell'infermiere includendo l'identificazione della fonte dell'infezione di un paziente, la registrazione delle allergie del paziente e la somministrazione e registrazione delle dosi di antimicrobici.

Le pratiche infermieristiche quindi, si concentrano sulla prevenzione delle infezioni e sulla riduzione della diffusione di batteri resistenti agli antimicrobici. Infatti gli infermieri possono:

- avviare precauzioni di isolamento per i pazienti immunocompromessi o potenzialmente infettivi e utilizzare tecniche asettiche durante procedure come l'inserimento di cateteri venosi periferici e la somministrazione endovenosa di antibiotici.
- Si assicurano che vengano prelevati campioni per colture microbiologiche prima della somministrazione della prima dose di antibiotici, ove possibile, per identificare i microrganismi e consentire i test di sensibilità antimicrobica, che possono contribuire a ottimizzare il trattamento e a monitorare la resistenza.
- Facilitare la rimozione tempestiva di dispositivi impiantabili, come cateteri urinari e vascolari, riducendo notevolmente il rischio di infezioni correlate all'assistenza sanitaria.
- Sollecitare i medici a passare dalla somministrazione endovenosa a quella orale degli antibiotici, riducendo così il rischio di infezioni correlate all'assistenza sanitaria, diminuendo la durata della degenza, migliorando il comfort del paziente, riducendo i costi sanitari e alleggerendo il carico di lavoro degli infermieri.

Inoltre, il rischio di infezione può essere ridotto anche attraverso il coinvolgimento degli infermieri nei programmi di immunizzazione, al fine di diminuire la trasmissione di malattie prevenibili e la conseguente necessità di trattare infezioni secondarie (Van Huizen, P, et al., 2021).

#### 4.7.2 MANIPOLAZIONE DI ANTIBIOTICI

In ambito ospedaliero, il ruolo dell'infermiere comprende la preparazione, la somministrazione e lo smaltimento degli antibiotici per via endovenosa. Questo ruolo cruciale influenza il successo del trattamento, lo sviluppo di batteri resistenti agli antimicrobici e l'esposizione degli infermieri e dell'ambiente agli antibiotici. Ad esempio, lo smaltimento degli antibiotici per via endovenosa in eccesso potrebbe non rispecchiare le pratiche ideali o non essere conforme ai requisiti di legge. Esistono prove che dimostrano come gli infermieri smaltiscano gli antibiotici nei lavandini degli ospedali; Di conseguenza, batteri resistenti agli antimicrobici sono stati riscontrati nei lavandini ospedalieri e negli scarichi di acque reflue ospedaliere e sono stati trasferiti a banchi, rubinetti e lavandini adiacenti. Questa contaminazione ambientale è stata collegata alle infezioni correlate all'assistenza sanitaria e alla presenza di batteri resistenti agli antimicrobici nelle acque reflue, per questo, i farmaci in eccesso, compresi gli antibiotici per via endovenosa, non devono essere smaltiti nelle fognature comunali, ma devono essere raccolti in un contenitore separato.

Le opportunità per queste preparazioni liquide, che si distinguono dagli antibiotici orali, di entrare in contatto con l'infermiere, il paziente o l'ambiente durante questo processo sono numerose e possono avere un impatto significativo sulla resistenza antimicrobica sul luogo di lavoro.

La preparazione di antibiotici per via endovenosa espone potenzialmente sia l'infermiere che l'ambiente a frequenti piccole dosi di questi farmaci. L'esposizione di alcuni infermieri può portare allo sviluppo di allergie da contatto ad antibiotici, come penicillina, cefalosporine e aminoglicosidi, o a problemi respiratori secondari alla manipolazione delle cefalosporine. Per ridurre al minimo tale esposizione, i ricercatori raccomandano agli infermieri di indossare guanti e di mantenere intatti i set per infusione durante lo smaltimento. Queste pratiche semplici ma efficaci possono ridurre il rischio di danni per gli infermieri e per l'ambiente.

Somministrare la "dose giusta" di antimicrobici al "momento giusto" è essenziale per l'efficacia terapeutica. La tempistica di una dose adeguata garantisce che la concentrazione dell'antibiotico sia sufficiente a distruggere o sopprimere la crescita batterica e massimizza il tempo in cui la concentrazione plasmatica rimane al di sopra della concentrazione minima inibitoria. Il trattamento può fallire se la dose è troppo bassa o se la somministrazione è ritardata. Questo è importante perché il tasso di mortalità per i pazienti con infezioni resistenti può essere il doppio rispetto a quello dei pazienti con infezioni non resistenti. Nei dati, la somministrazione di dosi incomplete di antibiotici per via endovenosa è stata segnalata come un errore evitabile. Tuttavia, vi sono prove sufficienti che la formazione, il miglioramento dei sistemi e il cambiamento culturale sistemico possono informare e responsabilizzare gli infermieri affinché evitino questi errori e migliorino gli esiti per i pazienti (Van Huizen, P, et al., 2021).

#### 4.7.3 RUOLO DELL'INFERMIERE NELLA PRESCRIZIONE DEGLI ANTIBIOTICI

L'obiettivo principale nella gestione antimicrobica è stato quello di garantire che le pratiche di prescrizione aderiscano alle linee guida locali basate sull'evidenza; Il ruolo dell'infermiere è stato descritto come quello di supportare un uso appropriato degli antimicrobici ponendo domande al medico prescrittore quando necessario. Le prescrizioni inappropriate si verificano regolarmente. Nel 2017, il 23,5% delle prescrizioni di antibiotici (n=24.987) è stato ritenuto inappropriato negli ospedali che hanno partecipato all'Australian National Antimicrobial Prescribing Survey (n=314). Sebbene gli infermieri non prescrivano farmaci, sono nella posizione ideale per mettere in discussione la scelta dell'antimicrobico. Mettere in discussione l'appropriatezza dei farmaci prescritti, compresi gli antibiotici, rientra nell'ambito di competenza dell'infermiere. Si tratta di un'estensione del loro ruolo di difensori del paziente, tuttavia, a causa delle strutture basate sui ruoli, può anche rappresentare uno degli aspetti più impegnativi del loro lavoro. Affinché i programmi di gestione antimicrobica negli ospedali siano più efficaci, è necessario identificare e affrontare gli ostacoli alla collaborazione interprofessionale e, come confermato dai dati, gli infermieri necessitano di migliorare le proprie capacità comunicative e le proprie conoscenze in materia di gestione antimicrobica (Van Huizen, P, et al., 2021).

## **4.8 PERCEZIONE DELL'ANTIBIOTICO-RESISTENZA NELLA POPOLAZIONE ITALIANA NON MEDICA**

Per far capire meglio l'importanza di questa emergenza sanitaria ho creato un questionario che ho sottoposto a 160 persone che non lavorano o studiano in ambito sanitario, per dimostrare ai presenti e ai lettori della mia tesi la realtà nella quale ci troviamo oggi.

### **4.8.1 QUESTIONARIO DI INDAGINE**

- 1) Quanti anni hai?
  - Età compresa tra 18 e 30 anni
  - Età compresa tra 31 e 60 anni
  - Dai 61 anni in su
- 2) Quante volte ha preso un antibiotico?
  - Mai
  - Da 1 a 4
  - Da 5 a 9
  - Da 10 in su
- 3) Le è mai capitato di smettere di prendere l'antibiotico perché si sentiva meglio e quindi non riteneva più necessario continuare il ciclo di terapia antibiotica?
  - Sì, mi è capitato
  - No, non mi è capitato
  - Non ho mai preso un antibiotico
- 4) È corretto interrompere la cura antibiotica appena ci si sente meglio?
  - Sì, è corretto interrompere la cura antibiotica
  - No, non è corretto interrompere la cura antibiotica
  - Non lo so
- 5) L'antibiotico è efficace per trattare raffreddore?
  - Sì, è efficace
  - No, non è efficace
  - Non lo so

- 6) L'antibiotico è efficace per trattare l'influenza?
- Sì, è efficace
  - No, non è efficace
  - Non lo so
- 7) L'antibiotico viene utilizzato contro i batteri?
- Sì, viene utilizzato contro i batteri
  - No, non viene utilizzato contro i batteri
  - Non lo so
- 8) L'antibiotico viene utilizzato contro virus?
- Sì, viene utilizzato contro i virus
  - No, non viene utilizzato contro i virus
  - Non lo so
- 9) Ha mai preso un antibiotico che le è avanzato dalla volta precedente perché si sentiva che si stesse ammalando?
- Sì, ho preso un antibiotico avanzato
  - No, non ho mai preso un antibiotico avanzato
  - Non ho mai preso un antibiotico
- 10) È corretto prendere un antibiotico avanzato dalla volta precedente quando si sente che si sta ammalando?
- Sì, è corretto
  - No, non è corretto
  - Non lo so
- 11) Le hanno mai prescritto un antibiotico senza visitarla?
- Sì, me lo hanno prescritto
  - No, non me lo hanno prescritto
  - Non mi hanno prescritto un antibiotico

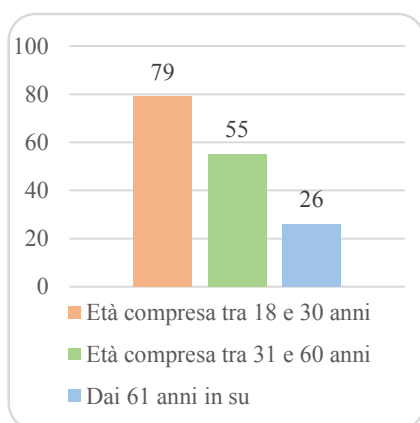
- 12) L'antibiotico-resistenza significa che una persona diventa resistente agli antibiotici?
- Sì, la persona diventa resistente agli antibiotici
  - No, la persona non diventa resistente agli antibiotici
  - Non lo so
- 13) Quando le hanno prescritto un antibiotico è stato/a informato/a correttamente da parte del medico/infermiere riguardo all'argomento?
- Sì, mi hanno informato correttamente
  - No, non mi hanno informato correttamente
  - Non mi hanno mai prescritto un antibiotico
- 14) L'antibiotico-resistenza può essere trasmesso da animale a persona (e viceversa)?
- Sì, può essere trasmesso da animale a persona
  - No, non può essere trasmesso da animale a persona
  - Non lo so
- 15) L'antibiotico-resistenza può essere trasmesso all'uomo o animale attraverso gli alimenti?
- Sì, può essere trasmesso attraverso gli alimenti
  - No, non può essere trasmesso attraverso gli alimenti
  - Non lo so
- 16) Si ritiene una persona informata su come prendere un antibiotico?
- Sì, mi ritengo informata/o
  - Mi ritengo abbastanza informata/o
  - Mi ritengo poco informata/o
  - No, non mi ritengo informata/o
- 17) Si ritiene una persona informata riguardo l'antibiotico-resistenza?
- Sì, mi ritengo informata/o
  - Mi ritengo abbastanza informata/o
  - Mi ritengo poco informata/o
  - No, non mi ritengo informata/o

18) Ha mai preso un antibiotico per il mal di gola?

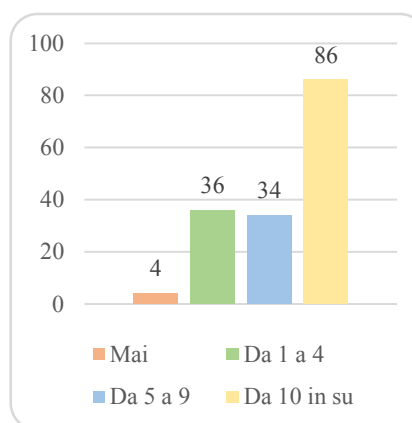
- Sì, ma solo su prescrizione medica dopo la diagnosi di un'infezione
- Sì, ho preso un antibiotico che avevo a casa per conto mio
- No, perchè non è indicato prendere un antibiotico per il mal di gola
- No, non ho mai preso un antibiotico per il mal di gola o per altro motivo

#### 4.8.2 RISULTATI DEL QUESTIONARIO

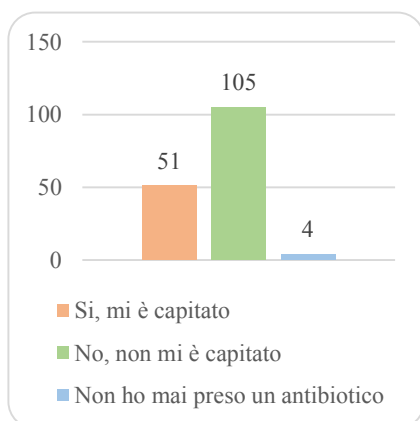
1) Quanti anni hai?



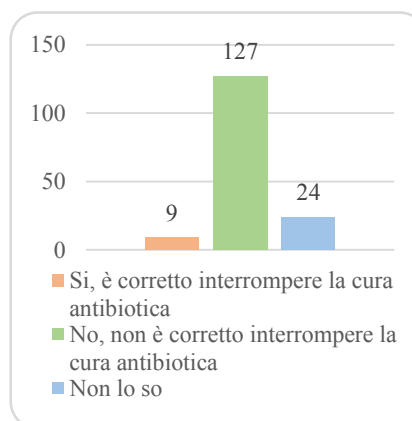
2) Quante volte ha preso un antibiotico?



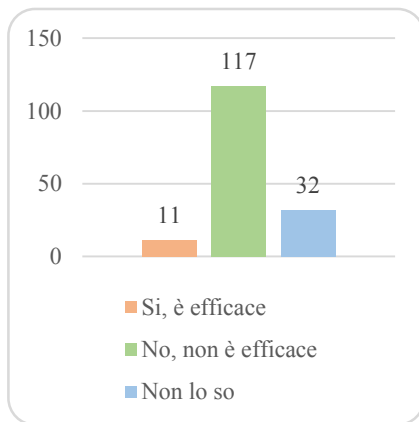
3) Le è mai capitato di smettere di prendere l'antibiotico perché si sentiva meglio e quindi non riteneva più necessario continuare il ciclo di terapia antibiotica?



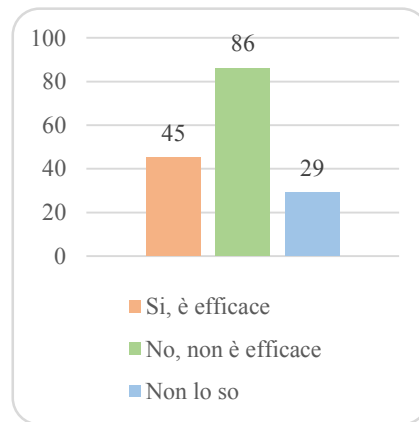
4) È corretto interrompere la cura antibiotica appena ci si sente meglio?



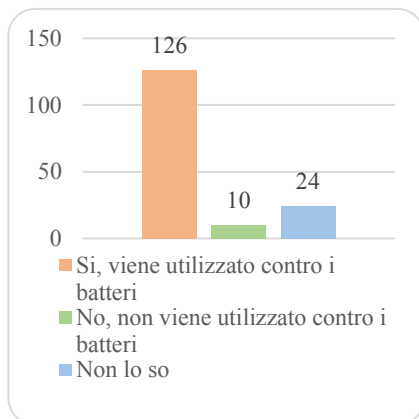
5) L'antibiotico è efficace per trattare raffreddore?



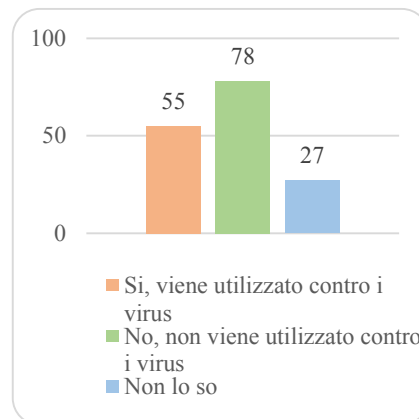
6) L'antibiotico è efficace per trattare l'influenza?



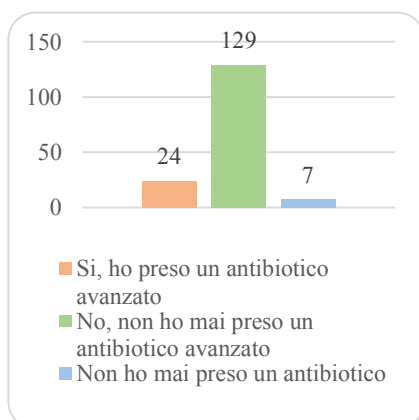
7) L'antibiotico viene utilizzato contro i batteri?



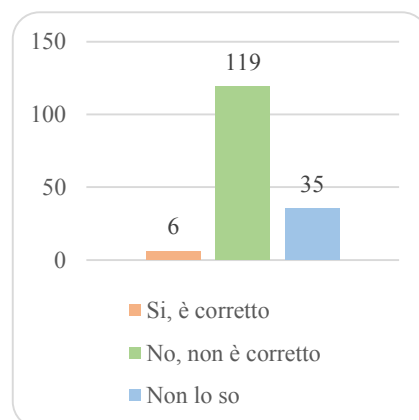
8) L'antibiotico viene utilizzato contro i virus?



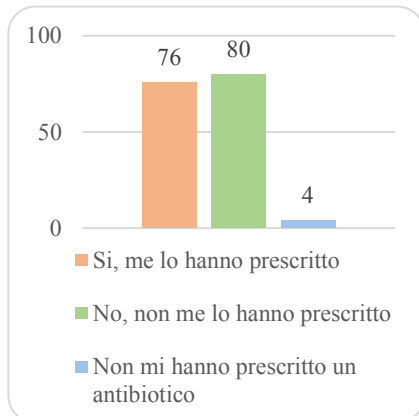
9) Ha mai preso un antibiotico che le è avanzato dalla volta precedente perché si sentiva che si stesse ammalando?



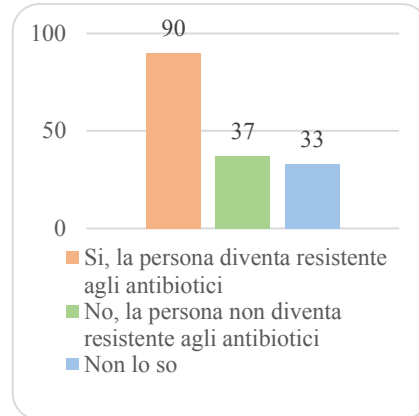
10) È corretto prendere un antibiotico avanzato dalla volta precedente quando si sente che si sta ammalando?



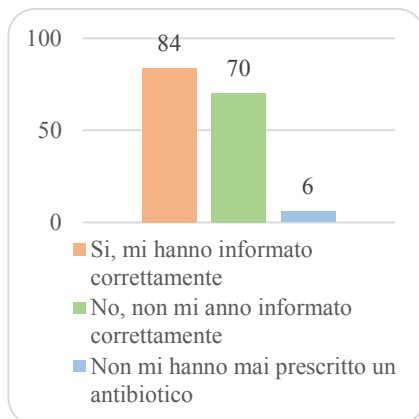
**11) Le hanno mai prescritto un antibiotico senza visitarla?**



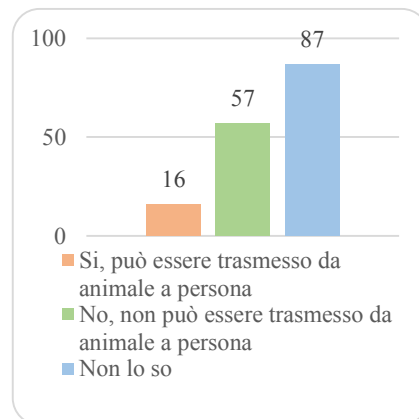
**12) L'antibiotico-resistenza significa che una persona diventa resistente agli antibiotici?**



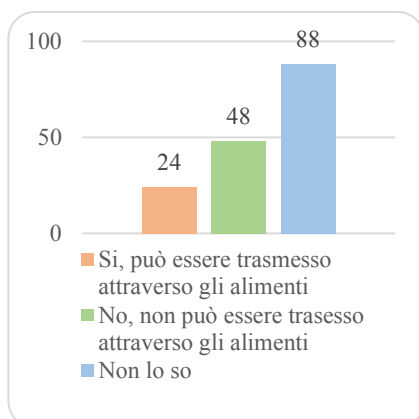
**13) Quando le hanno prescritto un antibiotico è stato/a informato/a correttamente da parte del medico/infermiere riguardo all'argomento?**



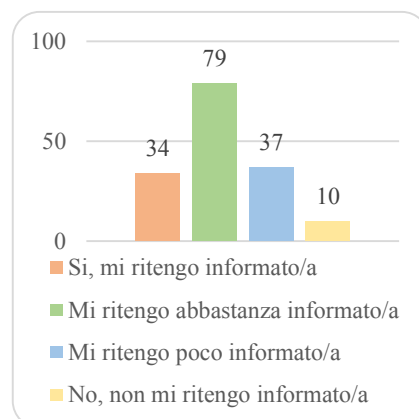
**14) L'antibiotico-resistenza può essere trasmesso da animale a persona (e viceversa)?**



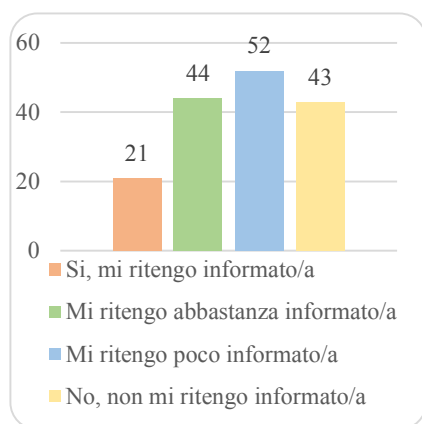
**15) L'antibiotico-resistenza può essere trasmesso all'uomo o animale attraverso gli alimenti?**



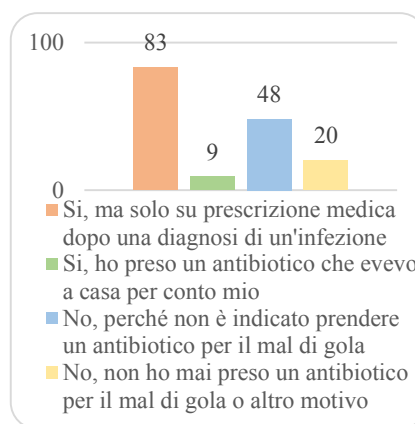
**16) Si ritiene una persona informata su come prendere un antibiotico?**



17) Si ritiene una persona informata riguardo l'antibiotico-resistenza?



18) Ha mai preso un antibiotico per il mal di gola?



Con il presente questionario ho evidenziato solo alcuni fattori che contribuiscono a questa emergenza sanitaria, ma dimostrano la ridotta informazione che i cittadini hanno riguardo l'argomento. Molti partecipanti hanno risposto "Non lo so" (dove presente) evidenziando una significativa lacuna di conoscenze e sottolineando l'importanza di approfondire maggiormente l'argomento per evitare un ulteriore peggioramento della situazione.

Altri esempi che dimostrano la scarsa informazione data ai cittadini e la scorretta manipolazione e gestione degli antibiotici:

Nella domanda numero 12 si può visualizzare come il 56% delle 160 persone che hanno risposto a questo questionario, hanno affermato che è la persona a diventare resistente agli antibiotici, mentre il 21% ha affermato di non saperlo.

Nella domanda 6, il 28% ha risposto che l'antibiotico è efficace per trattare l'influenza e nella domanda 8, il 35% afferma che l'antibiotico sia efficace contro i virus.

Inoltre nella domanda 11, il 48% afferma di aver ricevuto una prescrizione di un antibiotico senza una visita, dimostrando la scorretta gestione di tali farmaci.

## **5. CONCLUSIONI/DISCUSSIONE**

L'antibiotico-resistenza si conferma una problematica complessa e in continua evoluzione, che coinvolge non solo l'ambito clinico, ma anche quello sociale, economico e organizzativo. Dall'analisi condotta emerge chiaramente come questo fenomeno sia il risultato di molteplici fattori interconnessi, tra cui l'uso inappropriato degli antibiotici, la diffusione di pratiche non ottimali nella gestione delle infezioni e l'insufficiente consapevolezza sia tra gli operatori sanitari che nella popolazione generale.

Lo studio dei meccanismi di resistenza batterica e delle modalità di identificazione dei microrganismi resistenti ha evidenziato la capacità dei batteri di adattarsi rapidamente, rendendo sempre più difficile il controllo delle infezioni. Parallelamente, l'analisi epidemiologica ha sottolineato la rilevanza del fenomeno sia a livello globale che nazionale, con importanti ripercussioni sul Servizio Sanitario Nazionale in termini di aumento della morbilità, mortalità e costi assistenziali.

Le strategie di mitigazione rappresentano un elemento fondamentale nella lotta all'antibiotico-resistenza. L'adozione di programmi di stewardship antibiotica, il rafforzamento delle misure di prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza e l'implementazione di politiche sanitarie mirate si configurano come interventi imprescindibili per contenere la diffusione dei batteri resistenti. In questo contesto, risulta essenziale promuovere un uso appropriato e consapevole degli antibiotici, sia in ambito umano che veterinario.

Un ruolo cruciale è ricoperto dalla figura infermieristica, che si colloca in una posizione strategica nella prevenzione, nel controllo e nella gestione dell'antibiotico-resistenza. L'infermiere, attraverso la corretta applicazione delle procedure assistenziali, la gestione sicura della terapia antibiotica e l'educazione sanitaria rivolta ai pazienti, contribuisce in maniera significativa alla riduzione del rischio infettivo e al miglioramento degli esiti clinici. Inoltre, la collaborazione interdisciplinare e la partecipazione attiva ai programmi di stewardship antibiotica rafforzano ulteriormente il contributo dell'infermiere nella gestione di questa emergenza sanitaria.

I risultati emersi dall'indagine sulla percezione dell'antibiotico-resistenza nella popolazione non medica evidenziano la presenza di lacune conoscitive e di comportamenti non sempre adeguati, sottolineando la necessità di interventi educativi mirati. La promozione di una maggiore consapevolezza rappresenta infatti uno strumento

fondamentale per favorire un utilizzo più responsabile degli antibiotici e per contrastare la diffusione del fenomeno.

In conclusione, l'antibiotico-resistenza richiede un approccio globale e integrato, basato sulla collaborazione tra professionisti sanitari, istituzioni e cittadini. Solo attraverso l'impegno condiviso, l'aggiornamento continuo delle competenze e l'adozione di comportamenti responsabili sarà possibile contenere l'evoluzione del fenomeno e garantire l'efficacia futura degli antibiotici, risorsa fondamentale per la tutela della salute pubblica.

## **BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA**

Agenzia Italiana del Farmaco. (2016). Antibiotici e appropriatezza prescrittiva: uno studio indaga tre possibili interventi per orientare i medici. <https://www.aifa.gov.it/-/antibiotici-e-appropriatezza-prescrittiva-uno-studio-indaga-tre-possibili-interventi-per-orientare-i-medici>

Agenzia Italiana del Farmaco. (n.d.). Farmaci antibiotici. <https://www.aifa.gov.it/farmaci-antibiotici>

Agenzia Italiana del Farmaco. (2024). Antibiotico-resistenza: Dossier stampa. [https://www.aifa.gov.it/documents/20142/2604032/Dossier\\_stamp\\_AIFA\\_Antibiotico-resistenza\\_2024.pdf](https://www.aifa.gov.it/documents/20142/2604032/Dossier_stamp_AIFA_Antibiotico-resistenza_2024.pdf)

Balea, L. B., Gulestø, R. J. A., Xu, H., & Glasdam, S. (2025). Physicians', pharmacists', and nurses' education of patients about antibiotic use and antimicrobial resistance in primary care settings: a qualitative systematic literature review. *Frontiers in antibiotics*, 3, 1507868. <https://doi.org/10.3389/frabi.2024.1507868>

Bleakley, G., & Cole, M. (2025). The nurse's pivotal role in antimicrobial stewardship: Addressing the global challenge of antimicrobial resistance. *British Journal of Nursing*, 34(22), 1104–1109. <https://doi.org/10.12968/bjon.2025.0295>

Darby, E. M., Trampari, E., Siasat, P., Gaya, M. S., Alav, I., Webber, M. A., & Blair, J. M. A. (2023). Molecular mechanisms of antibiotic resistance revisited. *Nature Reviews Microbiology*, 21(5), 280–295. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00820-y>

ECDC. (2025). Antimicrobial resistance in the EU/EEA (EARS-Net) - Annual Epidemiological Report for 2024. European Centre for Disease Prevention and Control. Stockholm: ECDC. Retrieved from <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/antimicrobial-resistance-eueea-ears-net-annual-epidemiological-report-2024>

Emicenter. (2023). Antibiogramma: un'arma contro l'antibiotico-resistenza. <https://www.emicenter.it/antibiogramma-unarma-contro-lantibiotico-resistenza.html>

European Centre for Disease Prevention and Control. (2024, May 6). Antimicrobial use in European hospitals. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/antimicrobial-use-european-hospitals>

European Centre for Disease Prevention and Control. (2025, November 18). *Infographic: Antimicrobial resistance targets – how is the EU doing? 2025 update*. <https://antibiotic.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infographic-antimicrobial-resistance-targets-how-eu-doing-2025-update>

Fondazione Umberto Veronesi. (2025). La resistenza agli antibiotici è presente anche negli alimenti. <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/alimentazione/la-resistenza-agli-antibiotici-e-presente-anche-negli-alimenti>

Ho, C. S., Wong, C. T. H., Aung, T. T., Lakshminarayanan, R., Mehta, J. S., Rauz, S., McNally, A., Kintses, B., Peacock, S. J., de la Fuente-Nunez, C., Hancock, R. E. W., & Ting, D. S. J. (2024). Antimicrobial resistance: A concise update. *The Lancet Microbe*, 6, 100947. <https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2024.07.010>

Humanitas Research Hospital. (n.d.). Antibiogramma. <https://www.humanitas.it/enciclopedia/esami-di-laboratorio/antibiogramma/>

Hutchings, M. I., Truman, A. W., & Wilkinson, B. (2019). Antibiotics: past, present and future. *Current Opinion in Microbiology*, 51, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>

Infarmaco. (2025). La lista OMS dei batteri resistenti agli antibiotici. <https://infarmaco.it/la-lista-oms-dei-batteri-resistenti-agli-antibiotici/>

Istituto Auxologico Italiano. (2023). Antibiotico-resistenza. <https://www.auxologico.it/antibiotico-resistenza>

Istituto Superiore di Sanità. (2022). Piano nazionale di contrasto dell'antibiotico-resistenza (PNCAR). <https://www.epicentro.iss.it/antibiotico-resistenza/pncar-2022>

Istituto Superiore di Sanità. (2024). Antibiotico-resistenza: EFSA. <https://www.epicentro.iss.it/antibiotico-resistenza/efsa>

Lab Tests Online Italia. (2025). Batteri resistenti agli antibiotici. <https://labtestsonline.it/approfondimenti/batteri-resistenti-agli-antibiotici.html>

Ministero della Salute. (n.d.). Antibiotico-resistenza: domande e risposte. <https://www.salute.gov.it/new/it/faq/faq-antibiotico-resistenza/>

Mitsakakis, K., Kaman, W. E., Elshout, G., Specht, M., & Hays, J. P. (2018). Challenges in identifying antibiotic resistance targets for point-of-care diagnostics in general practice. *Future microbiology*, 13(10), 1157–1164. <https://doi.org/10.2217/fmb-2018-0084>

Oerther, S., & Oerther, D. B. (2020). The ethical challenges of antimicrobial resistance for Nurse practitioners. *Nursing open*, 7(4), 904–906. <https://doi.org/10.1002/nop2.453>

Peate I. (2015). Antimicrobial resistance: the nurse's essential role. *British journal of nursing (Mark Allen Publishing)*, 24(1), 5. <https://doi.org/10.12968/bjon.2015.24.1.5>

ReAct – Action on Antibiotic Resistance. (n.d.). Few antibiotics under development. <https://www.reactgroup.org/toolbox/understand/how-did-we-end-up-here/few-antibiotics-under-development/>

Ruminantia. (2024). I principali meccanismi della resistenza agli antibiotici. <https://ruminantiamese.ruminantia.it/i-principali-meccanismi-della-resistenza-agli-antibiotici/>

ScienceDirect. (2019). Antibiotic resistance: mechanisms and new antimicrobial approaches. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369527419300190>

The Lancet Microbe. (2024). Antimicrobial resistance. [https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(24\)00200-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(24)00200-3/fulltext)

Van Huizen, P., Kuhn, L., Russo, P. L., & Connell, C. J. (2021). The nurses' role in antimicrobial stewardship: A scoping review. *International Journal of Nursing Studies*, 113, 103772. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103772>

World Health Organization. (2024). Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337>