Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences
2025, Volume 13, No. 4: 87-104.

Review article

Applications of information technology based tools in optimizing antibiotic prescribing and consumption: a narrative review study

Reza Abbasi[1], Reihane Sharif [2], Shima Anvari[2], Ehsan Nabovati[2,3]

1. Department of Health Information Technology, School of Paramedical Sciences, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran

2. Health Information Management Research Center, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

3. Department of Health Information Management and Technology, School of Allied Health Professions, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

Corresponding author: Ehsan Nabovati, Department of Health Information Management and Technology, School of Allied Health Professions, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran. e-mail: Enabovati@gmail.com

Received: 16 July 2025 Revised: 9 November 2025 Accepted: 18 November 2025

Keywords:

Antibiotic, Antibiotic Prescribing, Antimicrobial Stewardship, Information Technology, Information Systems

Abstract

Background & Aim: Antibiotic prescribing is expanding worldwide, and inappropriate use of antibiotics can lead to major challenges such as increased antibiotic resistance, prolonged treatment duration, patient mortality, and healthcare costs. One recommended strategy to prevent antibiotics overuse is monitoring their prescription. This study aimed to identify the applications of information technology-based tools in optimizing antibiotic prescribing and consumption.

***Methods*:** This narrative review was conducted by searching the Web of Science, PubMed, and Scopus databases from 2013 to 2023, using a combination of keywords related to information technology and antibiotics in accordance with the search standards for each database. The inclusion criteria in this study included articles in Persian and English, without restrictions on the type of study. The process of selecting and screening articles was carried out in four stages, including identifying and eliminating duplicates, initial screening of titles and abstracts, reviewing the full text of eligible articles, and manually searching the reference lists of selected articles.

***Results*:** From 801 retrieved studies, 46 relevant articles were selected and analyzed. Nine categories of information technology-based tools for monitoring antibiotic use were identified: electronic medical records, clinical decision support systems, electronic authorization systems, infection surveillance and prevention systems, electronic medication management systems, electronic performance feedback to physicians, telehealth, mobile applications, and online social networks.

***Conclusion*:** Information technology–based tools can help optimize antibiotic use, improve adherence to prescribing guidelines, and reduce adverse effects by providing accurate and timely information. Their effectiveness depends on technological infrastructure, user training, and policy support. Given the limited evidence from resource-constrained settings, locally adapted studies and clinical trials are recommended to evaluate the impact of these technologies within Iran's healthcare system.

How to Cite this Article: Abbasi R, Sharif R, Anvari SH, Nabovati E Applications of information technology based tools in optimizing antibiotic prescribing and consumption: a narrative review study. J Torbat Heydariyeh Univ Med Sci. 2025;13(4):87-104.DOI:

Copyright © 2025 Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite.

مجله دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه
دوره۱۳. شماره ۴. زمستان ۱۴۰۴

مقاله مروری

کاربرد ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات در بهینه سازی تجویز و مصرف آنتی بیوتیک‌ها: یک مطالعه مروری نقلی

رضا عباسی[۱]، ریحانه السادات شریف[۲]، شیما انوری[۲]، احسان نبوتی[۲و۳]

۱. گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران
۲. مرکز تحقیقات مدیریت اطلاعات سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۳. گروه مدیریت و فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۴/۲۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۸/۲۷

کلیدواژه‌ها:
آنتی‌بیوتیک، تجویز آنتی-بیوتیک، بهره‌وری آنتی-بیوتیک، فناوری اطلاعات، سیستم‌های اطلاعاتی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه محفوظ است.

چکیده

زمینه و هدف: تجویز آنتی‌بیوتیک در جهان در حال گسترش است و استفاده غیرمقتضی از آنتی‌بیوتیک‌ها می‌تواند منجر به ایجاد چالش‌های بزرگی در نظام مراقبت سلامت شود. یکی از راهبردهای توصیه شده برای پیشگیری از استفاده بیش از حد آنتی‌بیوتیک‌ها، پایش تجویز آن‌ها می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه، معرفی کاربرد ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات در بهینه‌سازی تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها بود.

روش‌ها: این مطالعه به صورت مروری نقلی با جستجو در پایگاه‌های داده الکترونیکی Web of Science، PubMed و Scopus در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ میلادی و با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات و آنتی‌بیوتیک مطابق با استانداردهای جستجو برای هر پایگاه داده انجام شد. معیارهای ورود در این مطالعه شامل مقالات به زبان فارسی و انگلیسی، بدون محدودیت نوع مطالعه بود. فرآیند انتخاب و غربالگری مقالات در چهار مرحله شامل شناسایی و حذف موارد تکراری، غربالگری اولیه عناوین و چکیده‌ها، بررسی متن کامل مقالات واجد شرایط و جستجوی دستی فهرست منابع مقالات منتخب انجام شد.

نتایج: از ۸۰۱ مطالعه بازیابی شده، ۴۶ مقاله مرتبط انتخاب و تحلیل شدند. در تحلیل داده‌ها ۹ دسته ابزار مبتنی بر فناوری اطلاعات در پایش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها شناسایی شد که شامل پرونده الکترونیکی پزشکی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی، سیستم‌های تایید الکترونیکی، سیستم‌های نظارت و پیشگیری از عفونت، سیستم‌های الکترونیکی مدیریت تجویز دارو، بازخورد الکترونیکی عملکرد به پزشکان، سلامت از راه دور، اپلیکیشن‌های تلفن همراه و شبکه‌های اجتماعی آنلاین می‌باشد.

نتیجه‌گیری: ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات با فراهم‌سازی اطلاعات دقیق و به‌موقع می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، افزایش تطابق با دستورالعمل‌ها و کاهش عوارض جانبی کمک کنند. اثربخشی این ابزارها به زیرساخت فناوری، آموزش کاربران و حمایت سیاستگذاران وابسته است. با توجه به محدود بودن شواهد در کشورهای با منابع محدود، انجام مطالعات بومی‌سازی‌شده و کارآزمایی‌های بالینی برای ارزیابی اثر این فناوری‌ها در نظام سلامت ایران توصیه می‌شود.

نویسنده مسئول: احسان نبوتی، گروه مدیریت و فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
آدرس پست الکترونیک: Enabovati@gmail.com

مقدمه

گسترش تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک در سراسر جهان، این دسته از داروها را در زمره فراوان‌ترین داروهای مورد استفاده برای بیماران و همچنین پرهزینه‌ترین‌ها قرار داده است (۱). مصرف بیش از حد و غیرمقتضی این داروها می‌تواند منجر به ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی[1] (AMR) شود. AMR یکی از چالش‌های بسیار مهمی است که سلامت انسان‌ها را تهدید می‌کند. عفونت‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک با افزایش مدت زمان درمان و همچنین تشدید بیماری، منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت سلامت و مرگ و میر می‌شود. با وجود معرفی آنتی-بیوتیک‌های جدید، پیش‌بینی می‌شود در آینده، به دلیل ایجاد AMR، گزینه‌های درمانی برای عفونت‌ها کمتر شود (۲).

به دلیل افزایش AMR و نیز استفاده نادرست از آنتی‌بیوتیک‌ها، برنامه‌های نظارت بر داروهای آنتی‌بیوتیکی (ASP[2]) به صورت اجباری در بیمارستان‌های ایالات متحده اجرا شد (۳). این برنامه تحت نظارت سازمان بهداشت جهانی و در حوزه‌های مختلف درمانی و نیز بسترهای متعددی نظیر جامعه، بیمارستان‌ها و دامپزشکی در حال گسترش است (٤). هدف اولیه برنامه نظارت بر آنتی‌بیوتیک، کاهش پیامدهای ناخواسته استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها مانند ایجاد مسمومیت، ایجاد عوامل بیماری‌زا و نیز ظهور مقاومت باکتریایی بود (٥). فعالیت‌هایی که در این برنامه انجام می‌شود شامل استفاده درست و مقتضی ارائه‌دهندگان مراقبت سلامت از آنتی‌بیوتیک‌ها، بهینه‌سازی انتخاب نوع، دوز و دوره درمان با آنتی‌بیوتیک و همچنین کنترل مصرف آن می‌باشد (٦). در کشور استرالیا نیز برنامه نظارت بر آنتی‌بیوتیک (AMS[3]) در حال اجرا می‌باشد که نتایج آن حاکی از کاهش استفاده غیرضروری و نامناسب آنتی‌بیوتیک، کاهش ناخوشی و مرگ بیماران، کاهش میزان مقاومت باکتریایی و همچنین هزینه‌های مراقبت سلامت شده است. این برنامه به عنوان یک استراتژی مهم در بهبود ایمنی بیماران و همچنین حفظ اثربخشی آنتی‌بیوتیک‌های موجود بکار گرفته شد (۲).

برنامه‌های مرتبط با نظارت بر تجویز یا مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها شامل مجموعه‌ای از اقدامات بوده که با کمک ابزارهای فناوری اطلاعات می‌توان از آنها نیز پشتیبانی نمود (۷). در شروع این برنامه، ابتدا اعضای تیم ناظر بر آنتی‌بیوتیک به داده و اطلاعات بموقع و مرتبط نیاز داشته تا بتوانند با توجه به شرایط بیماران، نسبت به بهینه‌سازی و بهبود کیفیت مراقبت‌های درمانی خود اقدام نمایند (۲). ابزارهای فناوری اطلاعات نقش مهمی در ASP ایفا می‌کنند. این ابزارها از جمله پرونده الکترونیکی سلامت، سیستم‌های نظارت، سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی، پزشکی از راه دور، شبکه‌های اجتماعی و برنامه‌های کاربردی تلفن همراه قابلیت‌های گوناگونی در این زمینه داشته و در برنامه‌های متعدد ASP استفاده شده‌اند. با توجه به اهمیت استفاده از فناوری اطلاعات در اجرای موفق ASP و کمبود مطالعات جامع در این زمینه به زبان فارسی، هدف از این مطالعه مروری نقلی، شناسایی، طبقه‌بندی و بررسی کاربردهای ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات در بهینه‌سازی تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها و معرفی یافته‌های اصلی مطالعات انجام شده در این حوزه بود.

روش‌ها

این مطالعه به روش مروری نقلی در سال ۱٤۰۲ انجام شد. هرچند ماهیت مطالعه نقلی است، اما برای افزایش شفافیت و جامعیت، از رویکرد نظام‌مند در جستجو و انتخاب مطالعات استفاده شد. بر خلاف مرورهای نظام‌مند که هدف آنها ترکیب کمی داده‌ها و ارائه متاآنالیز است، هدف این مطالعه ارائه یک تصویر جامع و روایت‌محور از کاربردهای فناوری اطلاعات در حوزه نظارت بر آنتی‌بیوتیک‌ها بود. جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های داده الکترونیکی Web of Science، PubMed و Scopus انجام گرفت. برای جستجو و بازیابی مقالات انجام شده در زمینه استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی در حوزه تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی مرتبط

[1] Antimicrobial Resistance (AMR)
[2] Antimicrobial Stewardship Programs
[3] Antimicrobial Stewardship

در عنوان مقالات استفاده شد. کلیدواژه‌های فارسی شامل؛ فناوری اطلاعات، سیستم‌های اطلاعاتی، سیستم‌های الکترونیکی، سیستم‌های دیده‌بانی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، پرونده الکترونیکی سلامت، نسخه نویسی الکترونیکی، بازخورد عملکرد الکترونیکی، سلامت از راه دور، سلامت همراه، برنامه-های کاربردی تلفن همراه و شبکه‌های اجتماعی به همراه آنتی-بیوتیک/آنتی‌میکروبیال، تجویز آنتی‌بیوتیک/آنتی‌میکروبیال، استفاده از آنتی‌بیوتیک/آنتی‌میکروبیال، بهره‌وری آنتی-بیوتیک/آنتی‌میکروبیال بود. برای جستجوی جامع، کلیدواژه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات با کلیدواژه‌های مرتبط با آنتی‌بیوتیک با استفاده از عملگر منطقی AND ادغام شدند. همچنین برای گسترش جستجو، از عملگر OR بین کلیدواژه‌های مشابه استفاده شد. استراتژی جستجوی نمونه در جدول ۱ ارائه شده است.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات منتشر شده در مجلات علمی معتبر طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ (۱۰ سال اخیر)، مقالات به زبان انگلیسی یا فارسی، مطالعاتی که به بررسی کاربرد ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات در تجویز، مصرف یا بهره‌وری آنتی‌بیوتیک پرداخته بودند و تمامی انواع مطالعات اعم از مداخله‌ای، مشاهده‌ای، توصیفی و مروری بود. معیارهای خروج نیز شامل مقالات منتشر شده در کنفرانس‌ها و همایش‌ها، مطالعاتی که متن کامل آنها در دسترس نبود و مقالاتی که تنها به صورت مختصر به موضوع اشاره کرده و یافته‌های قابل استخراج نداشتند، تعریف شد.

با توجه به ماهیت نقلی این مطالعه و تنوع انواع مطالعات وارد شده (مداخله‌ای، مشاهده‌ای، توصیفی و مروری)، ارزیابی رسمی کیفیت با ابزارهای استاندارد انجام نشد. لازم به ذکر است که در مرورهای نقلی، بر خلاف مرورهای نظام‌مند، ارزیابی رسمی کیفیت مطالعات با ابزارهای استاندارد الزامی نیست. با این حال، در این مطالعه تلاش شد تا با اعمال معیارهای ورود و خروج مشخص و جستجوی نظام‌مند، اعتبار یافته‌ها تضمین شود. همچنین برای اطمینان از اعتبار منابع، معیارهای زیر در نظر گرفته شد: (۱) انتشار مقالات در مجلات علمی معتبر با سیستم داوری همتا، (۲) وضوح روش‌شناسی و گزارش یافته‌ها، (۳) انطباق محتوای مقاله با اهداف مطالعه حاضر، و (٤) حداقل کیفیت نگارش علمی. مقالاتی که فاقد روش‌شناسی مشخص بودند یا یافته‌های قابل استخراج نداشتند، از مطالعه حذف شدند.

جدول ۱. کلیدواژه‌های مورد استفاده در استراتژی جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی

گروه	واژگان کلیدی
فناوری اطلاعات	"Information Technology" OR "Information and Communication Technology" OR "Information System" OR "Electronic System" OR "Surveillance System" OR "Decision Support System" OR "Electronic Health Record" OR "Electronic Medical Record" OR "Electronic Patient Record" OR "Patient Health Record" OR "Electronic Medication Management System" OR "Electronic feedback" OR Tele-health OR Tele-medicine OR Tele-care OR "Mobile health" OR mHealth OR "mobile Application" OR "Social Network" OR "Social Media"
آنتی بیوتیک	Antibiotic OR Antimicrobial OR "Antibiotic Prescribing" OR "Antimicrobial Prescribing" OR "Antibiotic Prescription" OR "Antimicrobial Prescription" OR "Antibiotic Usage" OR "Antimicrobial Usage" OR "Antibiotic Dispense" OR "Antimicrobial Dispense" OR "Antimicrobial Stewardship" OR "Antibiotic Stewardship"

فرآیند انتخاب و غربالگری مقالات در چهار مرحله شامل شناسایی و حذف موارد تکراری، غربالگری اولیه عناوین و چکیده‌ها توسط دو محقق به صورت مستقل، بررسی متن کامل مقالات واجد شرایط و جستجوی دستی فهرست منابع مقالات

منتخب انجام شد. در صورت اختلاف نظر بین محققان، نظر محقق سوم اخذ و با اجماع نظر تصمیم نهایی اتخاذ شد. جستجو و بررسی مقالات تا زمان عدم شناسایی مقاله جدید و مرتبط ادامه یافت.

از هر مقاله واجد شرایط، اطلاعاتی شامل نویسندگان، سال انتشار، کشور، نوع مطالعه، نوع فناوری اطلاعات و یافته‌های اصلی استخراج شد. برای طبقه‌بندی ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات، از روش تحلیل محتوای موضوعی در سه مرحله کدگذاری باز، دسته‌بندی اولیه بر اساس کارکرد و ماهیت مشابه و طبقه‌بندی نهایی استفاده شد (۸). بر این اساس، ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی توسط دو محقق به صورت مستقل بررسی و از طریق اجماع نظر تأیید شد.

نتایج

در مجموع، ۸۰۱ مطالعه (Web of Science: 313, Scopus: 264, PubMed: 224) بازیابی شد که پس از حذف ۱۹۸ مورد تکراری و اعمال معیارهای ورود و خروج، ٤٦ مطالعه وارد مرور نهایی شدند. از میان مطالعات وارد شده، ۱۲ مطالعه (٪۲٦) مداخله‌ای، ۲٤ مطالعه (٪۵۲) مشاهده‌ای و ۱۰ مطالعه (٪۲۲) مروری بودند. بیشترین مطالعات در کشورهای ایالات متحده آمریکا، استرالیا، انگلستان، برزیل، ایران و کانادا انجام شدند. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات مورداستفاده در بهینه‌سازی تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در نه دسته اصلی طبقه‌بندی شدند و توزیع مطالعات در هر دسته به شرح زیر است: پرونده الکترونیکی پزشکی (۳ مطالعه، ٪۷)، سیستم پشتیبان تصمیم بالینی (۸ مطالعه، ٪۱۸)، سیستم‌های تأیید الکترونیکی (٤ مطالعه، ٪۹)، سیستم‌های نظارت و پیشگیری از عفونت (۳ مطالعه، ٪۷)، سیستم‌های مدیریت الکترونیکی تجویز دارو (۷ مطالعه، ٪۱٦)، بازخورد الکترونیکی عملکرد (٦ مطالعه، ٪۱۳)، سلامت از راه دور (۸ مطالعه، ٪۱۸)، اپلیکیشن‌های تلفن همراه (۷ مطالعه، ٪۱٦) و شبکه‌های اجتماعی آنلاین (۵ مطالعه، ٪۱۱).

پرونده الکترونیکی پزشکی[4]

پرونده الکترونیکی پزشکی با قابلیت‌هایی نظیر تولید نمودار، گزارش الکترونیکی، فهرست داروهای مجاز و هشدار در مورد داروهای پرخطر، برای نظارت بر مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها به‌کار گرفته شده‌اند (۹). نتایج یک مطالعه نشان داد که استفاده از این قابلیت‌ها با کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و بهبود نظارت بر تجویز همراه بوده است (۱۰). برخی دیگر از قابلیت‌های EMR در اجرای برنامه نظارت بر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها شامل پایش مداخلات، هشدارهای مربوط به تعیین دوز دارو، هشدار کمک به انتخاب مناسب‌ترین آنتی‌بیوتیک، ارائه پیغام مبنی بر اتمام دوره زمانی مصرف آنتی‌بیوتیک و نیز پایش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها بوده است (۹, ۱۱). اکثر مطالعات مرتبط با EMR از نوع مشاهده‌ای بوده‌اند که محدودیت‌هایی در کنترل متغیرهای مخدوشگر داشتند.

سیستم پشتیبان تصمیم بالینی[5]

شواهد مطالعاتی نشان داده است که CDSS می‌تواند با تولید گزارش‌ها و پیام‌های هشدار و افزایش مداخلات آنتی‌بیوتیکی، از وقوع تداخلات دارویی در بیماران پیشگیری کند (۱۲-۱٤). این سیستم‌ها به منظور کمک به ارائه‌دهندگان خدمات سلامت، افزایش دقت و کارایی در انجام وظایف و بهبود کیفیت مراقبت از بیمار طراحی شده‌اند. زمانی که هدف استفاده از این سیستم‌ها بهبود استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها باشد، می‌توانند با تسهیل انتخاب دارو، دوز مناسب و نیز مدت زمان مصرف آنها طی درمان، مفید واقع شوند. مطالعه مک‌گرگور و همکاران[6] (۱۵) نشان داد که استفاده از CDSS برای بهبود کارایی و اثربخشی برنامه‌های مدیریت آنتی‌بیوتیک‌ها در بیمارستان مفید بوده است. در یک مطالعه دیگر گزارش شد که پیاده‌سازی یک سیستم پشتیبان تصمیم بالینی توانست تعداد مداخلات مربوط به آنتی‌بیوتیک در یک بیمارستان را تا بیش از ٪۸۰ افزایش دهد (۱۳). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، پس از پیاده‌سازی یک CDSS

4 Electronic Medical Record (EMR)
5 Clinical Decision Support System (CDSS)
6 McGregor et al.

در یک مرکز پزشکی بزرگ، تغییر قابل توجهی در کاهش زمان درمان با آنتی‌بیوتیک گزارش شد (۱۶). نتایج مطالعه مرور نظام‌مند نبوتی و همکاران نیز نشان داد استفاده از CDSS در بهبود تجویز آنتی‌بیوتیک مرتبط بوده است (۷). مطالعات متعددی (۱۴, ۱۵, ۱۷, ۱۸) صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به مصرف آنتی‌بیوتیک و نیز کاهش ظهور مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی را گزارش کرده‌اند. اکثر مطالعات در این حوزه از نوع مشاهده‌ای یا نیمه‌تجربی بوده و تعداد کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌سازی شده محدود بود. همچنین تفاوت در طراحی سیستم‌ها و زمینه‌های بالینی، تعمیم‌پذیری نتایج را با چالش مواجه می‌سازد.

سیستم‌های تایید الکترونیکی[7]

سیستم‌های تایید الکترونیکی برای آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان استراتژی مهمی در نظارت بر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها شناخته شده‌اند. این سیستم‌ها از سیستم فرمولاری دارو پشتیبانی کرده و فرایند تجویز را برای تجویزکنندگان و داروسازان ساده‌تر می‌کنند. به عنوان یک استراتژی محدودکننده، می‌توانند دستورالعمل‌های مربوط به آنتی‌بیوتیک را در راستای نظارت بر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها مدنظر قرار داده و تجویزهای مربوط به آن را بررسی کنند (۱۹). مطالعات در استرالیا (۲, ۱۹–۲۱) نشان داده است که سیستم‌های تایید الکترونیکی با بهبود تجویز منطقی آنتی‌بیوتیک‌ها، بهبود الگوهای مقاومت در برخی آنتی‌بیوتیک‌ها و همچنین عدم افزایش در طول مدت اقامت بیماران یا مرگ و میر آنها به دلیل ابتلا به عفونت‌های کشنده همراه بوده‌اند. پیاده‌سازی این سیستم‌ها نیازمند زیرساخت‌های فناوری مناسب و هماهنگی بین واحدهای مختلف است که می‌تواند چالش‌برانگیز باشد.

سیستم‌های الکترونیکی نظارت و پیشگیری از عفونت[8]

مطالعات نشان داده‌اند که تجویز آنتی‌بیوتیک می‌تواند با برقراری ارتباط موثر میان داروخانه و سیستم‌های آزمایشگاهی، بهینه شود (۲۲). سیستم‌های الکترونیکی نظارت و پیشگیری از عفونت می‌توانند با EMR و سیستم داروخانه یکپارچه شده و به نتایج آزمایشات مختلف نظیر پاتولوژی و میکروبیولوژی دسترسی داشته باشند. این سیستم‌ها به شناسایی بیماران در معرض خطر بالای عفونت‌های بیمارستانی و نیز تحت درمان با آنتی‌بیوتیک‌ها کمک می‌کنند. همچنین در پایش AMR و فعالیت‌های مربوط به نظارت مانند گزارش‌دهی و تولید نمودارهای آنتی‌بیوگرام کاربرد داشته‌اند. علاوه بر این، شواهدی از نقش سیستم‌های نظارتی در پیشگیری از انحرافات در حوزه دارو، پایش توزیع، عرضه و مصرف، گزارش‌گیری از منابع دارویی و همچنین پشتیبانی از بیماران در دریافت داروهای مورد نیاز خود وجود داشته است (۲۳). در برخی کشورها مانند استرالیا این سیستم‌ها هنوز به‌طور کامل اجرا نشده‌اند زیرا موانعی مربوط به تبادل اطلاعات با سیستم‌های پاتولوژی و داروخانه داشته یا هنوز از نظر تأمین مالی، در اولویت برخی سازمان‌ها قرار نداشته‌اند (۲). محدودیت عمده در این حوزه، کمبود مطالعات کارآزمایی بالینی و غلبه مطالعات توصیفی است.

سیستم‌های الکترونیکی مدیریت تجویز دارو[9]

پس از گسترش زیرساخت‌های فناوری سلامت در کشورهای توسعه‌یافته، سیستم‌های ثبت الکترونیکی دستورات پزشکان[10] به‌عنوان یکی از مؤثرترین ابزارهای مدیریت تجویز دارو، به‌ویژه آنتی‌بیوتیک‌ها، مورد استفاده قرار گرفتند. شواهد نشان داده‌اند که سیستم‌های نسخه‌نویسی الکترونیکی بیمارستانی با ارائه هشدارهای بالینی، مجموعه دستورات استاندارد و محدودیت‌های تجویز، با بهبود تطابق با دستورالعمل‌های آنتی‌بیوتیکی و کاهش مصرف نامناسب داروها همراه بوده‌اند (۲۴, ۲۵). از منظر اقتصادی، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که پیاده‌سازی این سیستم‌ها با صرفه‌جویی قابل‌توجه در هزینه‌ها، کاهش بستری مجدد بیماران و پیشگیری از عوارض دارویی مرتبط بوده‌است (۲۶, ۲۷). به‌کارگیری مجموعه دستورات مبتنی بر شواهد در درمان عفونت‌هایی مانند ذات‌الریه از طریق CPOE

7 Electronic Approval Systems
8 Electronic Surveillance and Infection Prevention Systems
9 Electronic Medication Management System
10 Computerized Physician Order Entry

منجر به بهبود پیامدهای بالینی و کاهش مصرف غیرضروری آنتی‌بیوتیک‌ها همراه بوده است (۲۸). نتایج مطالعات انجام‌شده در بیمارستان‌ها نشان داده است که سیستم‌های CPOE/CDSS علاوه بر ارتقای ایمنی بیمار، از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه بوده و نقش مهمی در پایش مقاومت آنتی‌میکروبی و استفاده منطقی از داروها داشته‌اند (۲۹, ۳۰). مطالعات این حوزه عمدتاً از نوع ارزیابی پیاده‌سازی و تحلیل هزینه-اثربخشی بوده که اگرچه شواهد قوی برای مزایای اقتصادی ارائه می‌دهند، اما تنوع در زیرساخت‌های فناوری و فرآیندهای بالینی، تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌سازد.

بازخورد الکترونیکی عملکرد[11] به پزشکان

در سازمان‌های مراقبت سلامت، انجام مداخلات به‌صورت بازخورد و مقایسه عملکرد پزشکان با میزان استاندارد و مقایسه با سایر همکاران می‌تواند به تغییر در رفتار پزشکان در تجویز داروها منجر شود (۳۱, ۳۲). روش ارائه بازخورد و نحوه دریافت بازخورد توسط گروه‌های هدف، بر اثربخشی بازخورد عملکرد تأثیرگذار است. بازخورد عملکرد از جمله روش‌هایی است که می‌تواند با ارائه اطلاعات به‌موقع و مرتبط از عملکرد پزشکان، به بهبود در تجویز منطقی داروها و بخصوص آنتی‌بیوتیک‌ها کمک کند (۳۱). برخی مطالعات (۳۳-۳۶) نشان داده است که استفاده از بازخوردهای عملکرد به صورت الکترونیکی با ایجاد بهبود نسبی بر تجویز منطقی آنتی بیوتیک و کاهش تجویز دیگر داروها همراه بوده است. میزان اثربخشی بازخورد الکترونیکی به عوامل متعددی مانند فراوانی ارائه بازخورد، نحوه ارائه اطلاعات و انگیزه پزشکان بستگی دارد. مطالعات این حوزه عمدتاً کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده بوده که شواهد قوی‌تری ارائه می‌دهند، اما تنوع در روش‌های ارائه بازخورد، مقایسه نتایج را دشوار می‌سازد.

سلامت از راه دور[12]

در بیمارستان‌ها یا مراکز سرپایی در مناطق دورافتاده و حاشیه‌ای، به دلیل عدم دسترسی بیماران به پزشک متخصص و یا متخصص میکروبیولوژی، میزان زیادی آنتی‌بیوتیک غیرمقتضی و نامناسب تجویز می‌شود. تجربه استفاده از فناوری سلامت از راه دور در یکی از بیمارستان‌های ایالات متحده (۳۷) نشان داد که این فناوری می‌تواند از طریق برقراری ارتباط با متخصصین، جهت الزام تجویز یا تجویز مناسب داروهای آنتی‌بیوتیکی مفید باشد. مطالعه شایولی و همکاران[13] (۳۸) نشان داد سلامت از راه دور با افزایش برقراری ارتباط متخصصین با یکدیگر جهت دریافت مشاوره‌های دارویی همراه بوده و به دنبال آن میزان تجویز آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف به‌صورت معناداری کاهش پیدا یافته بود. همچنین تخمین زده شد که سلامت از راه دور توانسته باعث حدود ۱۴,۳ میلیون دلار صرفه‌جویی شود.

در حوزه سلامت از راه دور، استفاده از روش‌هایی مانند برگزاری جلسات و همایش‌های منظم و به‌صورت مجازی پیرامون نظارت بر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و یا بررسی نسخ حاوی آنتی‌بیوتیک از راه دور می‌تواند به نظارت بر تجویز یا مصرف آنتی بیوتیک‌ها کمک کند (۲). این فناوری می‌تواند با ایزوله کردن بیماران مبتلا به بیماری‌های عفونی مختلف و پایش و برقراری ارتباط از طریق ابزارهای ارتباط از راه دور با آنها، از گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی جلوگیری نماید (۳۹). مطالعات مختلف (۴۰-۴۲). مزایای متعددی از جمله کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها و هزینه‌های مرتبط با آنها، کاهش مدت زمان اقامت بیماران و همچنین کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی را گزارش کرده‌اند. نتایج یک مطالعه در برزیل نشان داد فناوری سلامت از راه دور توانسته بود میزان تجویز آنتی‌بیوتیک مناسب را از ۵۱٪ به ۸۱٪ افزایش و مصرف برخی از گروه‌های آنتی‌بیوتیکی و همچنین میزان مقاومت به گروه آنتی‌بیوتیکی کارباپنم‌ها را کاهش دهد (۴۳). مطالعات این حوزه عمدتاً از نوع مشاهده‌ای و ارزیابی برنامه‌های پیاده‌سازی شده بوده که اگرچه یافته‌های امیدوارکننده‌ای ارائه می‌دهند، اما نیاز به کارآزمایی‌های بالینی با طراحی دقیق‌تر برای تأیید این نتایج احساس می‌شود.

11 Electronic Performance Feedback
12 Tele-Health
13 Shively et al.

برنامه‌های کاربردی تلفن همراه[14]

برنامه‌های کاربردی تلفن همراه با توجه به قابلیت‌هایی که دارند به‌عنوان استراتژی جدیدی برای کمک به نظارت بر داروهای آنتی‌بیوتیکی استفاده شده‌اند (۱۲). شواهد نشان داده است که در صورتی که برنامه‌های کاربردی تلفن همراه بر اساس متون علمی و با استفاده از نظر متخصصین توسعه یابند، می‌توانند مفید واقع شوند (٤٤, ٤٥). برنامه‌های کاربردی تلفن همراه مرتبط با بیماری‌های عفونی که توسط موسسات معتبر ایجاد می‌شوند، می‌توانند در راهنمایی برای تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها موثر واقع شوند. مطالعات مختلف (٤٦, ٤٧) استقبال کاربران از برنامه‌های کاربردی تلفن همراه مرتبط با آنتی‌بیوتیک، افزایش تبعیت از دستورالعمل‌های مرتبط با تجویز آنتی‌بیوتیک و همچنین آگاهی نسبت به اهمیت نظارت بر آنتی‌بیوتیک را گزارش کرده‌اند. نتایج مطالعه توون و همکاران[15] نشان داد طراحی یک برنامه‌های کاربردی با برخی قابلیت‌های ویژه با کاهش مصرف برخی از داروهای آنتی بیوتیک و همچنین صرفه‌جویی در هزینه‌های ناشی از آن همراه بوده است (٤٨). اغلب تلاش‌های مربوط به ایجاد برنامه کاربردی تلفن همراه به دلیل نظارت بر تجویز یا استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، در مراکز مراقبت بستری و برای متخصصان مراقبت سلامت بوده است. با این وجود این برنامه‌های کاربردی می‌توانند برای آموزش کارآموزان حوزه مراقبت سلامت در خصوص تجویز و استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و افزایش آگاهی نسبت به مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی نیز استفاده شوند (۱۲). نتایج یک مطالعه نشان داد یکپارچگی برنامه‌های کاربردی تلفن همراه با برنامه نظارت بر تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها توانست به‌صورت قابل توجهی به بهبود تجویز منطقی آنتی‌بیوتیک توسط دانشجویان پزشکی کمک نماید (٤٩). برخی چالش‌ها مانند میزان استفاده مداوم از این برنامه-های کاربردی پس از مدتی، پیچیدگی رابط کاربری، عدم یکپارچگی با سیستم‌های موجود و نیاز به به‌روزرسانی مکرر محتوا، از موانع پذیرش گسترده آنها گزارش شده است. مطالعات این حوزه عمدتاً از نوع ارزیابی کیفیت برنامه‌های کاربردی یا مطالعات توصیفی-تحلیلی بوده که نیاز به مطالعات مداخله‌ای با دوره پیگیری طولانی‌تر برای سنجش اثربخشی بلندمدت احساس می‌شود.

شبکه‌های اجتماعی آنلاین[16]

امروزه و با افزایش دسترسی به اطلاعات، روش‌های آموزشی مختلفی به عنوان مکمل روش‌های آموزشی سنتی وجود دارد. شبکه‌های اجتماعی توانایی اشتراک‌گذاری به‌موقع اطلاعات مربوط به آنتی‌بیوتیک‌ها برای ارائه‌دهندگان مراقبت سلامت را دارند. با استفاده از این بستر، برنامه نظارت بر آنتی‌بیوتیک می-تواند کامل‌تر شده و نیازهای آموزشی مخاطبان فراهم شود (۱۲). برخی شبکه‌های اجتماعی آنلاین موفقیت‌هایی را در امر آموزش تجویز آنتی‌بیوتیک نشان داده‌اند (۵۰). با استفاده از این بسترها، پزشکان قادر خواهند بود به راحتی و در هر زمان، به اطلاعات گوناگون دسترسی داشته و آنها را میان همکاران و حتی متخصصان غیرمرتبط با مراقبت سلامت به اشتراک بگذارند. همچنین این شبکه‌ها می‌توانند برای آموزش دانشجویان پزشکی و پرستاری و آموزش مداوم دیگر ارائه‌دهندگان مراقبت سلامت استفاده شوند (۵۱-۵۳). مطالعات این حوزه عمدتاً توصیفی یا مروری بوده و شواهد کمی از مطالعات مداخله‌ای در دسترس است. علاوه بر این، نیاز به مطالعات بیشتری احساس می‌شود که اثربخشی واقعی این شبکه‌ها را در تغییر رفتار تجویز پزشکان و کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی مورد ارزیابی قرار دهد.

بحث

یافته‌های این مطالعه با نتایج مطالعات مشابه انجام شده در سال‌های اخیر همسو بود. نبوتی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مرور نظام‌مند بر ۱۸ مطالعه، تأثیر مداخلات فناوری اطلاعات را در بهبود تجویز آنتی‌بیوتیک برای بیماران با عفونت‌های حاد تنفسی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که CDSS، سیستم‌های

14 Mobile Applications
15 Tuon et al.
16 Online Social Media

جدول ۲. خلاصه ابزارهای فناوری اطلاعات و پیامدهای مرتبط با تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها

ردیف	ابزار	تعداد (٪)	نوع مطالعات	عملکرد اصلی	پیامدها
۱	پرونده الکترونیکی پزشکی	۳ (۷)	عمدتاً مشاهده‌ای	تولید نمودار، گزارش، فهرست داروهای مجاز، هشدار داروهای پرخطر	کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک، بهبود نظارت بر تجویز
۲	سیستم پشتیبان تصمیم بالینی	۸ (۱۸)	مشاهده‌ای و نیمه‌تجربی	هشدارها، گزارش‌ها، تسهیل انتخاب دارو و دوز	افزایش مداخلات آنتی‌بیوتیک، کاهش زمان درمان، صرفه‌جویی اقتصادی
۳	سیستم‌های تایید الکترونیکی	٤ (۹)	مشاهده‌ای	محدود کردن تجویز، بازخورد به تجویزکننده	بهبود تجویز منطقی، کاهش هزینه‌ها، بهبود الگوهای مقاومت
۴	سیستم‌های نظارت و پیشگیری از عفونت	۳ (۷)	مشاهده‌ای و توصیفی	پایش نتایج آزمایشات، شناسایی بیماران پرخطر	کاهش مقاومت ضدمیکروبی، پایش مصرف دارو
۵	سیستم‌های مدیریت الکترونیکی تجویز دارو	۷ (۱٦)	ارزیابی پیاده‌سازی، تحلیل هزینه–اثربخشی	هشدار بالینی، مجموعه دستورات استاندارد	تطابق با دستورالعمل‌ها، کاهش مصرف نامناسب، صرفه‌جویی اقتصادی
۶	بازخورد الکترونیکی عملکرد	٦ (۱۳)	کارآزمایی تصادفی‌سازی‌شده	اطلاع‌رسانی عملکرد پزشکان، مقایسه با استاندارد	بهبود تجویز منطقی آنتی‌بیوتیک
۷	سلامت از راه دور	۸ (۱۸)	مشاهده‌ای و ارزیابی پیاده‌سازی	مشاوره از راه دور با متخصصین	کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک وسیع‌الطیف، صرفه‌جویی مالی
۸	برنامه کاربردی تلفن همراه	۷ (۱٦)	ارزیابی کیفیت و توصیفی–تحلیلی	آموزش و راهنمایی تجویز آنتی‌بیوتیک	افزایش تبعیت از دستورالعمل‌ها، کاهش مصرف غیرضروری
۹	شبکه‌های اجتماعی آنلاین	۵ (۱۱)	توصیفی یا مروری	انتشار مواد آموزشی و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات	ارتقای آگاهی و آموزش پزشکان و دانشجویان
کل	—	٤٥ (۱۰۰)	—	—	—

نسخه‌نویسی الکترونیکی و بازخورد الکترونیکی عملکرد می‌توانند به طور معناداری به بهبود تطابق با دستورالعمل‌های تجویز و کاهش تجویز نامناسب آنتی‌بیوتیک کمک کنند (۷). همچنین برمر[17] و همکاران (۲۰۱۸) در مروری روایتی، نقش فناوری در برنامه‌های مدیریت مصرف آنتی‌میکروبی را بررسی و بر اهمیت ادغام ابزارهای مختلف فناوری اطلاعات مانند پرونده الکترونیکی سلامت، CDSS، برنامه‌های کاربردی موبایل و سلامت از راه دور در ASP تأکید کردند (۱۲). مطالعه حاضر با پوشش گسترده‌تر ابزارها (۹ دسته در مقابل ٤–٥ دسته) در مقایسه با مطالعات مشابه و جستجوی جامع‌تر در پایگاه‌های اطلاعاتی، تصویر جامع‌تر و به‌روزتری از کاربردهای متنوع فناوری اطلاعات در بهینه‌سازی تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها ارائه می‌دهد.

17 Bremmer

نتایج این مطالعه نشان داد که ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات، از جمله سیستم‌های مدیریت تجویز الکترونیکی و CDSS، می‌توانند نقشی تعیین‌کننده در بهبود کیفیت تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها ایفا کنند. این سیستم‌ها با ترکیب داده‌های بیمار، دستورات استاندارد، هشدارهای بالینی و الگوریتم‌های راهنمایی، ممکن است موجب افزایش دقت تجویز، کاهش مصرف غیرضروری آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف و ارتقای ایمنی بیمار شوند (۲۵). این اثرات نه تنها بر سلامت بیمار تأثیرگذار است، بلکه منافع اقتصادی قابل توجهی نیز دارد، چرا که کاهش عوارض دارویی و بستری مجدد بیماران با صرفه‌جویی در هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم همراه است (۳۰). برای مثال، مطالعه‌ای نشان داد که پیاده‌سازی CPOE در بیمارستان‌های مراقبت حاد می‌تواند باعث بهبود دقت تجویز و کاهش خطاهای دارویی شود (۲۷). همچنین مطالعه‌ای دیگری گزارش کرد که استفاده از سیستم مدیریت الکترونیکی داروها می‌تواند میزان انحرافات دارویی در هنگام پذیرش و ترخیص بیماران را کاهش دهد، که این امر به بهبود ایمنی بیمار و افزایش رعایت دستورالعمل‌های درمانی کمک می‌کند (٥٤). با این وجود، اثربخشی این ابزارها به شرایط بستر، کیفیت پیاده‌سازی، میزان پذیرش توسط کاربران و ادغام با گردش کاری بالینی بستگی دارد. بنابراین، برای استقرار موفق چنین سیستم‌هایی در زمینه مدیریت مصرف آنتی‌بیوتیک، لازم است علاوه بر فناوری، به آموزش کاربران، انگیزش آن‌ها، زیرساخت‌های فنی و فرآیندهای سازمانی نیز توجه شود.

یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های نوظهور مانند سلامت از راه دور، برنامه‌های کاربردی تلفن همراه و شبکه‌های اجتماعی آنلاین، ظرفیت قابل توجهی برای توسعه و تقویت برنامه‌های نظارت بر تجویز آنتی‌بیوتیک دارند. این فناوری‌ها امکان اطلاع‌رسانی سریع، آموزش مستمر و تعامل میان متخصصان را فراهم می‌کنند و می‌توانند به کاهش خطاهای تجویزی، افزایش تبعیت از دستورالعمل‌ها و کاهش مقاومت آنتی‌میکروبی کمک کنند (٤٨-٥٠). برنامه‌های کاربردی مبتنی بر موبایل می‌توانند پزشکان را در انتخاب مناسب آنتی‌بیوتیک، تعیین دوز و طول دوره درمان راهنمایی کنند و در مطالعه‌ای مشاهده شد که استفاده از یک برنامه کاربردی موبایل باعث افزایش تبعیت پزشکان از دستورالعمل‌های تجویز آنتی‌بیوتیک و کاهش مصرف غیرضروری داروها شده است (٥٥). شبکه‌های اجتماعی آنلاین نیز می‌توانند به عنوان یک ابزار مکمل آموزشی مورد استفاده قرار گیرند؛ مطالعه دیگری گزارش کرد که استفاده از شبکه‌های اجتماعی برای آموزش رزیدنت‌ها موجب افزایش دسترسی به اطلاعات، بهبود تعامل میان دانشجویان و متخصصان و ارتقای کیفیت آموزش پزشکی شد (٥٠). به‌ویژه در مناطق کم‌منبع یا دورافتاده، سلامت از راه دور می‌تواند جایگزینی کارآمد برای دسترسی محدود به متخصصان فراهم کند و با ارائه مشاوره از راه دور، کاهش تجویز غیرمقتضی آنتی‌بیوتیک‌ها و بهبود رعایت دستورالعمل‌های بالینی را ممکن سازد (٥٦). با این حال، اثربخشی این فناوری‌ها ممکن است به عوامل متعددی مانند پذیرش کاربران، کیفیت محتوای آموزشی و یکپارچگی با سیستم‌های بالینی بستگی داشته باشد، بنابراین نیاز به ارزیابی‌های بیشتر و طراحی دقیق‌تر برنامه‌ها وجود دارد.

یکی از جنبه‌های کلیدی در بهبود تجویز آنتی‌بیوتیک، بازخورد الکترونیکی عملکرد پزشکان است. ارائه اطلاعات به‌موقع و مقایسه با استانداردها می‌تواند رفتار تجویزی را اصلاح کرده و فرهنگ پایش و استفاده منطقی از داروها را تقویت نماید (۳۳, ۳۵). ترکیب این استراتژی با ابزارهای مدیریت تجویز، سیستم‌های اطلاعات سلامت و آموزش مبتنی بر فناوری، چارچوبی جامع برای بهبود کیفیت مراقبت و کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی فراهم می‌آورد. با این حال، موفقیت این فناوری‌ها به شرایط بستر، کیفیت پیاده‌سازی، دسترسی به داده‌های باکیفیت و هماهنگی میان بخش‌های مختلف مراقبت بستگی دارد؛ ضعف در تبادل اطلاعات یا داده‌های ناکافی می‌تواند اثربخشی آن‌ها را محدود کند (٥٧). در کشورهای با منابع محدود، چالش‌های فنی، سازمانی و مالی مانع اجرای پایدار ابزارهای

فناوری اطلاعات می‌شوند. ضعف زیرساخت‌ها، کمبود نیروی انسانی متخصص، ناهماهنگی بین سیستم‌ها، کیفیت پایین داده‌ها و مقاومت کاربران در برابر تغییر از جمله محدودیت‌های عمده‌اند. این موانع نشان می‌دهند که تنها توسعه فناوری برای بهبود مصرف آنتی‌بیوتیک کافی نیست، بلکه لازم است آموزش کاربران، استانداردسازی داده‌ها، ایجاد سیاست‌های حمایتی و برنامه‌ریزی مناسب منابع مالی و فنی نیز در اولویت قرار گیرد (۵۸). با توجه به این محدودیت‌ها، ادغام ابزارهای فناوری با ASP نیازمند طراحی راهکارهای عملی و مقرون‌به‌صرفه است. به عنوان مثال، استفاده از بازخورد الکترونیکی همراه با سیستم‌های مدیریت تجویز و آموزش مبتنی بر فناوری می‌تواند به شکل کارآمدی کیفیت تجویز را بهبود دهد. همچنین، توجه به یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعات سلامت و هماهنگی میان بخش‌های مختلف مراقبت، پیش‌نیاز موفقیت ASP در محیط‌های کم‌منبع محسوب می‌شود (۵۹). تحلیل محدودیت‌ها و ارائه راهکارهای اجرایی می‌تواند به شناسایی مدل‌های مقرون‌به‌صرفه و عملیاتی برای کاهش تجویز غیرمقتضی آنتی‌بیوتیک‌ها و ارتقای رعایت دستورالعمل‌ها کمک کند.

شواهد موجود نشان می‌دهد که به‌کارگیری ابزارهای فناوری اطلاعات در بهینه‌سازی تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها پیامدهای بالینی ملموسی دارد. به عنوان مثال، استفاده از CDSS می‌تواند بیش از ۸۰ درصد افزایش در تعداد مداخلات دارویی مناسب ایجاد کند و دقت تجویز را به شکل چشمگیری بهبود بخشد (۱۵، ۱۷). علاوه بر آن، استفاده از فناوری سلامت از راه دور منجر به کاهش ۲۳ درصدی در تجویز آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف و افزایش ۱۲ درصدی در تطابق با دستورالعمل‌های درمانی شده است (۳۸). در مطالعه‌ای دیگر، به‌کارگیری پزشکی از راه دور سبب شد میزان تجویز مناسب آنتی‌بیوتیک از ۵۱ به ۸۱ درصد افزایش یابد (٤٥). از منظر اقتصادی نیز، این ابزارها اثرات قابل توجهی دارند؛ سلامت از راه دور باعث صرفه‌جویی تقریبی ۱٤٫۳ میلیون دلار طی ۵ سال شد (۳۸) و پیاده‌سازی سیستم‌های CPOE در بیمارستان‌های ایالات متحده به طور سالانه می‌تواند ۱٦٫٦ میلیارد دلار صرفه‌جویی ایجاد کند (۲۷). این شواهد نشان می‌دهد که ادغام ابزارهای فناوری اطلاعات در مراقبت بالینی، نه تنها می‌تواند کیفیت و ایمنی تجویز آنتی‌بیوتیک را بهبود دهد، بلکه با کاهش مصرف نامناسب داروها و مداخلات غیرضروری، اثرات اقتصادی ملموسی ایجاد می‌کند؛ بنابراین، این فناوری‌ها می‌توانند به عنوان یک استراتژی همزمان بالینی و اقتصادی در برنامه‌های ASP در نظر گرفته شوند و اهمیت آن‌ها در محیط‌های بالینی با منابع محدود نیز قابل توجه است.

با وجود مزایای بالقوه ابزارهای فناوری اطلاعات، چالش‌های متعددی در پیاده‌سازی و استفاده از آنها وجود دارد. هزینه بالای اولیه خرید، نصب و نگهداری سیستم‌ها، نیاز به آموزش مستمر کاربران، مقاومت فرهنگی پزشکان و سایر کارکنان در برابر استفاده از سیستم‌های الکترونیکی، ضعف در یکپارچه‌سازی سیستم‌های مختلف، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و امنیت اطلاعات، و خستگی هشدار ناشی از تعداد زیاد پیام‌های هشدار، از جمله این موانع هستند. همچنین در بسیاری از موارد، سیستم‌های طراحی شده در کشورهای توسعه‌یافته به دلیل تفاوت‌های زمینه‌ای، فرهنگی و ساختاری با کشورهای در حال توسعه، قابل انتقال مستقیم نیستند و نیاز به بومی‌سازی دارند (٦۰). در آینده، استفاده از فناوری‌های نوظهور می‌تواند به بهبود اثربخشی برنامه‌های نظارت بر آنتی‌بیوتیک کمک شایانی کند. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند با تحلیل حجم عظیمی از داده‌های بالینی، الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی را پیش‌بینی کرده، بهترین آنتی‌بیوتیک را برای هر بیمار پیشنهاد دهند و ریسک عوارض جانبی را برآورد کنند. کلان‌داده می‌تواند با ادغام اطلاعات از منابع مختلف (بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها، داروخانه‌ها، سازمان‌های بیمه‌گر)، تصویر جامعی از روندهای تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک در سطح منطقه‌ای و ملی ارائه دهد و نقاط بحرانی را شناسایی کند. فناوری بلاک‌چین نیز می‌تواند در تضمین امنیت و یکپارچگی داده‌های دارویی و جلوگیری از جعل

و تقلب در زنجیره تأمین دارو نقش داشته باشد (٦١). مطالعات آتی باید بر ارزیابی هزینه-اثربخشی پیاده‌سازی این فناوری‌ها در زمینه‌های مختلف، بررسی قابلیت تعمیم‌پذیری آنها به کشورهای با منابع محدود، شناسایی عوامل تسهیل‌کننده و بازدارنده پذیرش فناوری توسط کاربران و ارزیابی پیامدهای بلندمدت بر کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی تمرکز نمایند. همچنین انجام کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌سازی شده با طراحی دقیق برای ارزیابی اثربخشی تک‌تک ابزارها و ترکیب آنها ضروری است.

پیشنهادات برای مطالعات آتی

در راستای گسترش دانش و بهبود کاربرد عملی یافته‌های این مطالعه، انجام پژوهش‌های تکمیلی در چند حوزه کلیدی ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به محدودیت مطالعات مداخله‌ای در زمینه ایران، انجام کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌سازی شده برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر موبایل بومی‌سازی شده در کاهش تجویز غیرمنطقی آنتی‌بیوتیک در مراکز مراقبت اولیه و بیمارستان‌ها توصیه می‌شود. انجام مطالعات هزینه-اثربخشی پیاده‌سازی سیستم‌های CPOE/CDSS در بیمارستان‌های آموزشی با در نظر گرفتن هزینه‌های اولیه، نگهداری و صرفه‌جویی‌های حاصل، می‌تواند به تصمیم‌گیری سیاستگذاران برای سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها کمک کند. علاوه بر این، مطالعات کیفی برای شناسایی موانع و تسهیل‌کننده‌های پذیرش فناوری‌های سلامت دیجیتال توسط پزشکان، پرستاران و داروسازان در زمینه ایران، به طراحی مداخلات مؤثرتر برای افزایش پذیرش این ابزارها کمک خواهد کرد. همچنین، بررسی تأثیر بلندمدت (حداقل ۳-۵ سال) استفاده از این ابزارها بر کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در سطح بیمارستان و جامعه، برای ارزیابی پایداری تأثیرات این مداخلات ضروری است. از سوی دیگر، ارزیابی قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعات بیمارستانی موجود در ایران با ابزارهای پشتیبان تصمیم و شناسایی چالش‌های فنی و سازمانی آن، به برنامه‌ریزی واقع‌بینانه‌تر برای پیاده‌سازی این سیستم‌ها کمک می‌کند. در نهایت، با توجه به پیشرفت‌های سریع در حوزه فناوری، بررسی کاربرد فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در پیش‌بینی الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی و پیشنهاد بهترین گزینه درمانی، می‌تواند افق‌های جدیدی برای بهینه‌سازی تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها بگشاید.

نقاط قوت و محدودیت‌های مطالعه

از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: جستجوی جامع در سه پایگاه اطلاعاتی معتبر بین‌المللی با استفاده از استراتژی جستجوی منظم، پوشش طیف گسترده‌ای از ابزارهای فناوری اطلاعات (۹ دسته) که تصویر کاملی از حوزه ارائه می‌دهد، طبقه‌بندی منظم ابزارها بر اساس روش تحلیل محتوای موضوعی که چارچوب مفهومی مناسبی برای پژوهشگران و سیاستگذاران فراهم می‌آورد و ترکیب یافته‌های مطالعات با انواع طراحی مختلف (مداخله‌ای، مشاهده‌ای، مروری) که دیدگاه جامع‌تری ارائه می‌دهد. با این حال، مطالعه حاضر محدودیت‌هایی نیز دارد: عدم انجام تحلیل کمی (متاآنالیز) و ترکیب آماری نتایج که امکان برآورد دقیق اندازه اثر را محدود می‌کند، محدودیت زمانی ده‌ساله (۲۰۱۳-۲۰۲۳) که ممکن است مطالعات کلیدی قدیمی‌تر را از دایره بررسی خارج نماید و تمرکز غالب مطالعات وارد شده بر کشورهای توسعه‌یافته (بیش از ۷۰٪ مطالعات) که قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج به زمینه‌های با منابع محدود مانند ایران را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه مروری نقلی نشان داد که ابزارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات در نه دسته اصلی (پرونده الکترونیکی پزشکی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی، سیستم‌های تایید الکترونیکی، سیستم‌های نظارت و پیشگیری از عفونت، سیستم‌های الکترونیکی مدیریت تجویز دارو، بازخورد الکترونیکی عملکرد، سلامت از راه دور، اپلیکیشن‌های تلفن همراه و شبکه‌های اجتماعی آنلاین) می‌توانند در بهینه‌سازی تجویز و مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها نقش داشته باشند. شواهد

موجود حاکی از اثربخشی این ابزارها در کاهش مصرف نامناسب آنتی‌بیوتیک‌ها، بهبود تطابق با دستورالعمل‌های تجویز، کاهش عوارض جانبی و صرفه‌جویی اقتصادی است. با این حال، اثربخشی این ابزارها به عوامل متعددی از جمله کیفیت زیرساخت‌های فناوری، یکپارچگی سیستم‌ها، آموزش مناسب کاربران، حمایت مدیریتی و سیاستگذاری مناسب بستگی دارد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اکثر شواهد موجود از کشورهای توسعه‌یافته با زیرساخت‌های فناوری قوی حاصل شده‌اند و تعداد محدودی از مطالعات در کشورهای با منابع محدود انجام شده است. همچنین بیشتر مطالعات از نوع مشاهده‌ای یا نیمه‌تجربی بوده و تعداد کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌سازی شده محدود است. این محدودیت‌ها بر قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها و اطمینان از رابطه علّی بین مداخلات و پیامدها تأثیر می‌گذارد. سیاستگذاران در حوزه سلامت می‌توانند با اقداماتی نظیر سرمایه‌گذاری در توسعه و بومی‌سازی این فناوری‌ها، ایجاد استانداردهای ملی برای تبادل داده بین سیستم‌های مختلف، تأمین آموزش‌های لازم برای متخصصان مراقبت سلامت، ایجاد مشوق‌های مالی برای پذیرش سیستم‌های الکترونیکی، و حمایت از مطالعات ارزیابی در زمینه‌های بومی، به بهبود کیفیت تجویز و کاهش مقاومت آنتی‌بیوتیکی کمک کنند.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه علوم پزشکی کاشان و تربت حیدریه جهت ایجاد دسترسی به پایگاه‌های اطلاعاتی برای انجام فرایند جستجو قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت نویسندگان:

(۱) مفهوم‌پردازی و طراحی مطالعه، یا جمع‌آوری داده‌ها، یا تجزیه‌وتحلیل و تفسیر داده‌ها: همه نویسندگان

(۲) تهیه پیش‌نویس مقاله یا بازبینی آن جهت تدوین محتوای اندیشمندانه: همه نویسندگان

(۳) تائید نهایی دست‌نوشته پیش از ارسال به مجله: همه نویسندگان

References

1. Nabovati E, TaherZadeh Z, Eslami S, Abu-Hanna A, Abbasi R. Antibiotic prescribing in inpatient and outpatient settings in Iran: a systematic review and meta-analysis study. Antimicrobial Resistance & Infection Control. 2021;10(1):15.

https://doi.org/10.1186/s13756-021-00887-x

2. Australian Commission on Safety and Quality in Health Care. Antimicrobial Stewardship in Australian Health Care [Internet]. 2018. Available from: https://www.safetyandquality.gov.au/sites/default/files/migrated/AMSAH-Book-WEB COMPLETE.pdf

3. Boucher HW, Talbot GH, Bradley JS, Edwards JE, Gilbert D, Rice LB, et al. Bad bugs, no drugs: no ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. Clinical Infectious Diseases. 2009;48(1):1–12.

https://doi.org/10.1086/595011

4. Dyar OJ, Huttner B, Schouten J, Pulcini C. What is antimicrobial stewardship? Clinical Microbiology and Infection. 2017;23(11):793–8.

https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.08.026

5. Dellit TH, Owens RC, McGowan JE, Gerding DN, Weinstein RA, Burke JP, et al. Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional program to enhance antimicrobial stewardship. Clinical Infectious Diseases. 2007;44(2):159–77.

https://doi.org/10.1086/510393

6. Shlaes DM, Gerding DN, John JF Jr, Craig WA, Bornstein DL, Duncan RA, et al. Society for Healthcare Epidemiology of America and Infectious Diseases Society of America Joint Committee on the Prevention of Antimicrobial Resistance: guidelines for the prevention of antimicrobial resistance in hospitals. Clinical Infectious Diseases. 1997;25(3):584–99.

https://doi.org/10.1086/513766

7. Nabovati E, Jeddi FR, Farrahi R, Anvari S. Information technology interventions to improve antibiotic prescribing for patients with acute respiratory infection: a systematic review. Clinical Microbiology and Infection. 2021;27(6):838–45.

https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.03.030

8. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology. 2006;3(2):77–101.

https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

9. Kullar R, Goff DA, Schulz LT, Fox BC, Rose WE. The “epic” challenge of optimizing antimicrobial stewardship: the role of electronic medical records and technology. Clinical Infectious Diseases. 2013;57(7):1005–13.

https://doi.org/10.1093/cid/cit318

10. Cook PP, Rizzo S, Gooch M, Jordan M, Fang X, Hudson S. Sustained reduction in antimicrobial use and decrease in methicillin-resistant Staphylococcus aureus and Clostridium difficile infections following implementation of an electronic medical record at a tertiary-care teaching hospital. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2010;66(1):205–9.

https://doi.org/10.1093/jac/dkq404

11. Pogue JM, Potoski BA, Postelnick M, Mynatt RP, Trupiano DP, Eschenauer GA, et al. Bringing the “power” to Cerner's PowerChart for antimicrobial stewardship. Clinical Infectious Diseases. 2014;59(3):416–24.

https://doi.org/10.1093/cid/ciu271

12. Bremmer DN, Trienski TL, Walsh TL, Moffa MA. Role of technology in antimicrobial stewardship. Medical Clinics of North America. 2018;102(5):955–63.

https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.05.007

13. Huber SR, Fullas F, Nelson KR, Ailts LB, Stratton JM, Padomek MT. Retrospective evaluation of pharmacist interventions on use of antimicrobials using a clinical surveillance software in a small community hospital. Pharmacy. 2016;4(4):32.

https://doi.org/10.3390/pharmacy4040032

14. Jeddi FR, Momen-Heravi M, Nabovati E, Holl F, Akbari H, Farrahi R. Effects of computer-aided decision support systems on appropriate antibiotic prescribing by medical interns: a quasi-experimental study. Informatics and Technology in Clinical Care and Public Health. 2022:305.

15. McGregor JC, Weekes E, Forrest GN, Standiford HC, Perencevich EN, Furuno JP, et al. Impact of a computerized clinical decision

support system on reducing inappropriate antimicrobial use: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Informatics Association. 2006;13(4):378–84.

https://doi.org/10.1197/jamia.M2049

16. Ghamrawi RJ, Kantorovich A, Bauer SR, Pallotta AM, Sekeres JK, Gordon SM, et al. Evaluation of antimicrobial stewardship–related alerts using a clinical decision support system. Hospital Pharmacy. 2017;52(10):679–84.

https://doi.org/10.1177/0018578717726869

17. Samore MH, Bateman K, Alder SC, Hannah E, Donnelly S, Stoddard GJ, et al. Clinical decision support and appropriateness of antimicrobial prescribing: a randomized trial. JAMA. 2005;294(18):2305–14.

https://doi.org/10.1001/jama.294.18.2305

18. Pestotnik SL, Classen DC, Evans RS, Burke JP. Implementing antibiotic practice guidelines through computer-assisted decision support: clinical and financial outcomes. Annals of Internal Medicine. 1996;124(10):884–90.

https://doi.org/10.7326/0003-4819-124-10-199605150-00004

19. Davey P, Brown E, Charani E, Fenelon L, Gould IM, Holmes A, et al. Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2013;4:CD003543.

https://doi.org/10.1002/14651858.CD003543.pub3

20. Yong M, Buising K, Cheng A, Thursky K. Improved susceptibility of Gram-negative bacteria in an intensive care unit following implementation of a computerized antibiotic decision support system. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2010;65(5):1062–9.

https://doi.org/10.1093/jac/dkq058

21. Bond SE, Chubaty AJ, Adhikari S, Miyakis S, Boutlis CS, Yeo WW, et al. Outcomes of multisite antimicrobial stewardship programme implementation with a shared clinical decision support system. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2017;72(7):2110–8.

https://doi.org/10.1093/jac/dkx080

22. Schiff GD, Klass D, Peterson J, Shah G, Bates DW. Linking laboratory and pharmacy: opportunities for reducing errors and improving care. Archives of Internal Medicine. 2003;163(8):893–900.

https://doi.org/10.1001/archinte.163.8.893

23. Abbasi R, Alavi NM, Farzandipour M, Gong Y, Nabovati E. Using pharmacy surveillance information systems to monitor the dispensing practice of under-controlled drugs: a qualitative study on necessities, requirements, and implementation challenges. Informatics in Medicine Unlocked. 2023;38:101198.

https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101198

24. Cresswell K, Mozaffar H, Shah S, Sheikh A. Approaches to promoting the appropriate use of antibiotics through hospital electronic prescribing systems: a scoping review. International Journal of Pharmacy Practice. 2017;25(1):5–17.

https://doi.org/10.1111/ijpp.12274

25. Vaghasiya MR, Penm J, Kuan KKY, Gunja N, Liu Y, Kim ED, et al. Implementation of an electronic medication management system in a large tertiary hospital: a case of qualitative inquiry. BMC Medical Informatics and Decision Making. 2021;21(1):226.

https://doi.org/10.1186/s12911-021-01584-w

26. Westbrook JI, Gospodarevskaya E, Li L, Richardson KL, Roffe D, Heywood M, et al. Cost-effectiveness analysis of a hospital electronic medication management system. Journal of the American Medical Informatics Association. 2015;22(4):784–93.

https://doi.org/10.1093/jamia/ocu014

27. Nuckols TK, Asch SM, Patel V, Keeler E, Anderson L, Buntin MB, et al. Implementing computerized provider order entry in acute care hospitals in the United States could generate substantial savings to society. The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety. 2015;41(8):341–AP1.

https://doi.org/10.1016/S1553-7250(15)41045-1

28. Krive J, Shoolin JS, Zink SD. Effectiveness of evidence-based pneumonia CPOE order sets measured by health outcomes. Online Journal of Public Health Informatics. 2015;7(2):e196.

https://doi.org/10.5210/ojphi.v7i2.5527

29. Vermeulen K, van Doormaal JE, Zaal RJ, Mol PG, Lenderink A, Haaijer-Ruskamp FM, et al. Cost-effectiveness of an electronic medication ordering system (CPOE/CDSS) in hospitalized patients. International Journal of Medical Informatics. 2014;83(8):572–80.

https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.05.003

30. Forrester SH, Hepp Z, Roth JA, Wirtz HS, Devine EB. Cost-effectiveness of a computerized provider order entry system in improving medication safety in ambulatory care. Value in Health. 2014;17(4):340–9.

https://doi.org/10.1016/j.jval.2014.01.009

31. Ivers N, Jamtvedt G, Flottorp S, Young JM, Odgaard-Jensen J, French SD, et al. Audit and feedback: effects on professional practice and healthcare outcomes. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2012;6:CD000259.

https://doi.org/10.1002/14651858.CD000259.pub3

32. Ostini R, Hegney D, Jackson C, Williamson M, Mackson JM, Gurman K, et al. Systematic review of interventions to improve prescribing. The Annals of Pharmacotherapy. 2009;43(3):502–13.

https://doi.org/10.1345/aph.1L488

33. Sarafi Nejad A, Farrokhi Noori MR, Haghdoost AA, Bahaadinbeigy K, Abu-Hanna A, Eslami S. The effect of registry-based performance feedback via short text messages and traditional postal letters on prescribing parenteral steroids by general practitioners—A randomized controlled trial. International Journal of Medical Informatics. 2016;87:36–43.

https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.12.008

34. Hemkens LG, Saccilotto R, Reyes SL, Glinz D, Zumbrunn T, Grolimund O, et al. Personalized prescription feedback using routinely collected data to reduce antibiotic use in primary care: a randomized clinical trial. JAMA Internal Medicine. 2017;177(2):176–83.

https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.8040

35. Gulliford MC, Prevost AT, Charlton J, Juszczyk D, Soames J, McDermott L, et al. Effectiveness and safety of electronically delivered prescribing feedback and decision support on antibiotic use for respiratory illness in primary care: Reduce cluster randomised trial. BMJ. 2019;364:l236.

https://doi.org/10.1136/bmj.l236

36. Linder JA, Schnipper JL, Tsurikova R, Yu DT, Volk LA, Melnikas AJ, et al. Electronic health record feedback to improve antibiotic prescribing for acute respiratory infections. The American Journal of Managed Care. 2010;16(12 Suppl HIT):e311–9.

37. McMahon C, Siddiqui J, Kutza C. Telemedicine-based antimicrobial stewardship program improves prescribing, reduces bacterial resistance to antibiotics at rural hospital University of California: Sonoma Valley Hospital. 2013 [Internet]. Available from: https://innovations.ahrq.gov/profiles/telemedicine-based-antimicrobial-stewardship-program-improves-prescribing-reduces-bacterial

38. Shively NR, Moffa MA, Paul KT, Wodusky EJ, Schipani BA, Cuccaro SL, et al. Impact of a telehealth-based antimicrobial stewardship program in a community hospital health system. Clinical Infectious Diseases. 2020;71(3):539–45.

https://doi.org/10.1093/cid/ciz878

39. How Telehealth Can Provide Solutions to Antimicrobial Resistance [Internet]. 2025. Available from: https://intouchhealth.com/antimicrobial-resistance-and-how-telehealth-can-provide-solutions-to-the-looming-problem/

40. Eron L, King P, Marineau M, Yonehara C. Treating acute infections by telemedicine in the home. Clinical Infectious Diseases. 2004;39(8):1175–81.

https://doi.org/10.1086/424671

41. Yam P, Fales D, Jemison J, Gillum M, Bernstein M. Implementation of an antimicrobial stewardship program in a rural hospital. American Journal of Health-System Pharmacy. 2012;69(13):1142–8.

https://doi.org/10.2146/ajhp110512

42. Beaulac K, Corcione S, Epstein L, Davidson LE, Doron S. Antimicrobial stewardship in a long-term acute care hospital using offsite electronic medical record audit. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2016;37(4):433–9.

https://doi.org/10.1017/ice.2015.319

43. Dos Santos RP, Dalmora CH, Lukasewicz SA, Carvalho O, Deutschendorf C, Lima R, et al. Antimicrobial stewardship through telemedicine and its impact on multi-drug resistance. Journal of Telemedicine and Telecare. 2019;25(5):294–300.

https://doi.org/10.1177/1357633X18767702

44. Abbasi R, Nabovati E, Raeesi A, Ostadmohammadi F. Investigating the quality of Persian mobile applications related to patients with chronic diseases. Journal of Health and Biomedical Informatics. 2020;7(3):273–81.

45. Abbasi R, Zare S, Ahmadian L. Investigating the attitude of patients with chronic diseases about using mobile health. International Journal of Technology Assessment in Health Care. 2020;36(2):139–44.

https://doi.org/10.1017/S0266462320000070

46. Panesar P, Jones A, Aldous A, Kranzer K, Halpin E, Fifer H, et al. Attitudes and behaviours to antimicrobial prescribing following introduction of a smartphone app. PLoS ONE. 2016;11(4):e0154202.

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154202

47. Charani E, Gharbi M, Moore L, Castro-Sanchéz E, Lawson W, Gilchrist M, et al. Effect of adding a mobile health intervention to a multimodal antimicrobial stewardship programme across three teaching hospitals: an interrupted time series study. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2017;72(6):1825–31.

https://doi.org/10.1093/jac/dkx040

48. Tuon FF, Gasparetto J, Wollmann LC, de Moraes TP. Mobile health application to assist doctors in antibiotic prescription–an approach for antibiotic stewardship. Brazilian Journal of Infectious Diseases. 2017;21(6):660–4.

https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.08.002

49. Nori P, Madaline T, Munjal I, Bhar S, Guo Y, Seo SK, et al., editors. Developing interactive antimicrobial stewardship and infection prevention curricula for diverse learners: a tailored approach. Open Forum Infectious Diseases. 2017; Oxford University Press US.

https://doi.org/10.1093/ofid/ofx117

50. Galiatsatos P, Porto-Carreiro F, Hayashi J, Zakaria S, Christmas C. The use of social media to supplement resident medical education–the SMART-ME initiative. Medical Education Online. 2016;21(1):29332.

https://doi.org/10.3402/meo.v21.29332

51. Cartledge P, Miller M, Phillips B. The use of social-networking sites in medical education. Medical Teacher. 2013;35(10):847–57.

https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.804909

52. Conway LJ, Knighton SC. Journal club: Social media as an antimicrobial stewardship tool. American Journal of Infection Control. 2017;45(3):293–4.

https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.11.023

53. Panahi S, Watson J, Partridge H. Social media and physicians: exploring the benefits and challenges. Health Informatics Journal. 2016;22(2):99–112.

https://doi.org/10.1177/1460458214540907

54. Vaghasiya MR, Poon SK, Gunja N, Penm J. The impact of an electronic medication management system on medication deviations on admission and discharge from hospital. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(3):1879.

https://doi.org/10.3390/ijerph20031879

55. Tuon FF, Gasparetto J, Wollmann LC, Moraes TPd. Mobile health application to assist doctors in antibiotic prescription—an approach for antibiotic stewardship. Brazilian Journal of Infectious Diseases. 2017; 21:660–4.

https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.08.002

56. Sine K, Appaneal H, Dosa D, LaPlante KL. Antimicrobial prescribing in the telehealth setting: framework for stewardship during a period of rapid acceleration within primary care. Clinical Infectious Diseases. 2022;75(12):2260–5.

https://doi.org/10.1093/cid/ciac598

57. Khajouei R, Abbasi R, Mirzaee M. Errors and causes of communication failures from hospital information systems to electronic health record: a record-review study. International Journal of Medical Informatics. 2018;119:47–53.

https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.09.004

58. Akhlaq A, McKinstry B, Muhammad KB, Sheikh A. Barriers and facilitators to health information exchange in low-and middle-

income country settings: a systematic review. Health policy and planning. 2016;31(9):1310–25.

https://doi.org/10.1093/heapol/czw056

59. Park SY. Leveraging Hospital Information Data for Effective Antibiotic Stewardship. Journal of Korean Medical Science. 2025;40(20).

https://doi.org/10.3346/jkms.2025.40.e163

60. Borges do Nascimento IJ, Abdulazeem H, Vasanthan LT, Martinez EZ, Zucoloto ML, Østengaard L, et al. Barriers and facilitators to utilizing digital health technologies by healthcare professionals. NPJ digital medicine. 2023;6(1):161.

https://doi.org/10.1038/s41746-023-00899-4

61. Kolawole TO, Mustapha AY, Mbata AO, Tomoh BO, Forkuo AY, Kelvin-Agwu M. Innovative strategies for reducing antimicrobial resistance: A review of global policy and practice. Frontiers in Multidisciplinary Research. 2023;4(1):25–38.

https://doi.org/10.54660/.IJFMR.2023.4.1.25-38