Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2026 / Vol 28 / No 3

Epidemiological Assessment of Antibiotic Resistance and Resistance Patterns among Burn Patients at 5 Azar Teaching Hospital, Gorgan

Mahire Yamudi [1], **Valiallah Alishahi** [1], **Somayeh Ghorbani** [2], **Saeed Moradi** [1], **Rahmatallah Sharififar** *[1]

1 Infectious Diseases Research Center, Jorjani Clinical Sciences Research Institute, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.
2 Cancer Research Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

***Corresponding Author:** Rahmatallah Sharififar, **E-mail:** dr97sharififar@gmail.com

Abstract

Background: Burns are a major cause of disability and mortality worldwide. By disrupting the protective layers of the skin, burn injuries increase susceptibility to various hospital-acquired infections. This study aimed to evaluate the epidemiology and patterns of antibiotic resistance in patients with burn injuries.

Methods: This retrospective descriptive study included 150 burn patients (101 men and 49 women; mean age, 35.46±18.56 years) admitted to the burn unit of 5 Azar Teaching Hospital in Gorgan, Iran during 2021-23. Study variables included age, sex, burn percentage and depth, type and duration of hospitalization, underlying diseases, specimen type submitted for culture, isolated bacterial species, Gram-staining results, antibiotic resistance patterns, and prescribed antibiotics. Bacterial identification and antimicrobial susceptibility testing were performed using the disk diffusion method in accordance with Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) guidelines.

Results: Thermal burns (82%) were the most common cause of injury. The highest reported burn severity involved second- and third-degree burns (66.7% each). Concurrent infection with Gram-positive and Gram-negative bacteria was observed in 92.7% of patients. Among Gram-positive isolates, Enterococcus, *Staphylococcus saprophyticus*, and *Staphylococcus epidermidis* were the most prevalent and showed high resistance to clindamycin and erythromycin, whereas vancomycin was the most effective antibiotic. Among Gram-negative isolates, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Proteus mirabilis* were more common. Considerable resistance was observed to older beta-lactams, including ampicillin, cephalexin, and cefazolin, as well as to certain more potent carbapenems, particularly meropenem. Amikacin, colistin, and cefepime exhibited the greatest effectiveness against this group.

Conclusion: The high prevalence of resistant bacteria, particularly opportunistic Gram-positive and Gram-negative organisms, highlights the serious and growing threat of antimicrobial resistance in burn units.

Article Type: Research Article

Article History

Received	27 Dec 2025
Received in revised form	9 May 2026
Accepted	13 May 2026
Available Online	24 Nov 2026

Keywords:
Burns
Drug Resistance, Microbial
Bacterial Infections
Gram-Positive Bacteria
Gram-Negative Bacteria

Article ID: Vol28-29

Cite this article as: Yamudi M, Alishahi V, Ghorbani S, Moradi S, Sharififar R. [Epidemiological Assessment of Antibiotic Resistance and Resistance Patterns among Burn Patients at 5 Azar Teaching Hospital, Gorgan]. J Gorgan Univ Med Sci. 2026; 28(3): 75-83. [Article in Persian]

Publisher: Golestan University of Medical Sciences
URL: gorganmedj.goums.ac.ir

© The author(s)

Journal of Gorgan University of Medical Sciences

Extended Abstract

2026 / Vol 28 / No 3

Introduction

Burn injuries are major causes of disability and mortality worldwide. By disrupting the skin's protective barrier, burns predispose patients to hospital-acquired infections, particularly during admission to burn units. Local and systemic infections are among the leading causes of death in patients with burns, reportedly accounting for more than 75% of deaths.

Antibiotic resistance has become a major challenge in burn care over recent decades. *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Staphylococcus aureus* are prominent burn-wound pathogens that often exhibit substantial antimicrobial resistance. Increasing prevalence of resistant pathogens reduces treatment effectiveness and increases hospital stays, healthcare costs, and mortality.

Several Iranian studies have investigated antibiotic resistance patterns among patients with burns. In a study from southwestern Iran, *Pseudomonas aeruginosa* was the most frequent isolate (49.9%) and demonstrated high resistance to most beta-lactams and aminoglycosides. Because resistance patterns are influenced by geography, climate, and antibiotic-prescribing practices, local surveillance is important for developing treatment and infection-control strategies.

Continuous monitoring of predominant pathogens and their antimicrobial susceptibility can guide treatment protocols and improve clinical management. Accordingly, this study aimed to assess the epidemiology and patterns of antibiotic resistance among burn patients.

Methods

This retrospective descriptive study included 150 patients with burns (101 men and 49 women; mean age, 35.46±18.56 years) hospitalized in the burn unit of 5 Azar Teaching Hospital, Gorgan, Iran during 2021-23.

The population comprised all hospitalized burn patients for whom microbiological cultures and antibiograms were requested because of suspected infection. Medical records were reviewed using census sampling, excluding records with incomplete data or invalid laboratory results. Data from 150 eligible patients were obtained from the hospital medical records department.

Data were extracted using a predefined checklist covering age, sex, burn percentage and depth, admission type and duration, underlying diseases (cardiac, renal, pulmonary, endocrine, immunodeficiency, and diabetes), specimen type (wound, blood, urine, sputum, catheter, pleural fluid, cerebrospinal fluid, abdominal fluid, or stool), bacterial isolates, Gram-stain findings, antimicrobial resistance patterns, and antibiotics administered.

Bacterial identification and antibiotic susceptibility testing were performed by disk diffusion according to Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) guidelines.

Data were analyzed using SPSS-21. Quantitative variables were summarized as means, standard deviations, minima, and maxima, whereas categorical variables were reported as frequencies and percentages.

Results

Among thermal, chemical, and electrical injuries, thermal burns were the most frequent (82%). Tachycardia was observed in 22.7%, hypotensive symptoms in 14.7%, and reduced consciousness in 24%. Second- and third-degree burns were the most frequent burn categories (66.7% each). Most bacterial isolates from infected burn patients reflected mixed Gram-positive and Gram-negative infections (92.7%); only 5.3% of samples contained Gram-positive bacteria alone and 2% Gram-negative bacteria alone.

The most common Gram-positive isolates were *Enterococcus spp.* (32%), *Staphylococcus saprophyticus* (27.3%), and *Staphylococcus epidermidis* (22.6%).

All Gram-positive isolates exhibited high resistance to clindamycin (75–89% across species), with substantial resistance to erythromycin and amoxicillin in most isolates. Vancomycin showed the greatest activity against most species, with susceptibility ranging from 65% to 81%. Azithromycin and cefoxitin also showed relatively high susceptibility in several isolates, especially *S. saprophyticus* and *S. epidermidis*. Most Gram-positive organisms from burn patients were highly resistant to commonly used macrolides and lincosamides, whereas vancomycin remained the most effective treatment option.

Among Gram-negative organisms, the most frequent were *Acinetobacter baumannii* (18%), *Proteus mirabilis* (13.3%), *Pseudomonas aeruginosa* (9.3%), *Escherichia coli* (9.3%), and *Citrobacter diversus* (9.3%). *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Providencia spp.*, and *Burkholderia cepacia* were comparatively uncommon.

Nearly all Gram-negative bacteria showed very high ampicillin resistance: 85% in *P. mirabilis*, 86% in *E. coli*, and 100% in *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, and *Enterobacter agglomerans*. Considerable resistance to cephalexin was also observed in some isolates. Meropenem resistance was moderate to high in *A. baumannii* (48%) and *P. aeruginosa* (42%).

Amikacin was the most active antibiotic against most Gram-negative bacteria, with 100% susceptibility among *P. mirabilis*, *C. diversus*, *E. cloacae*, *Aeromonas spp.*, *Stenotrophomonas maltophilia*, and *E. agglomerans*. Cefepime also showed high susceptibility (70–100%) in *E. coli*, *C. diversus*, *E. aerogenes*, and *E. agglomerans*. Colistin and amikacin were most effective against nonfermenters such as *A. baumannii* and *P. aeruginosa*. Ciprofloxacin showed acceptable susceptibility in *S. maltophilia* (80%) and *Serratia spp.* (86%). Overall, Gram-negative isolates demonstrated substantial resistance to older beta-lactams, including ampicillin, cephalexin, and cefazolin, as well as appreciable carbapenem resistance, whereas amikacin, cefepime, colistin, and occasionally ciprofloxacin retained relatively high activity.

Conclusion

Most burn patients had mixed Gram-positive and Gram-negative infections; infections involving only one bacterial group were uncommon. Burn patients, particularly during the middle and later phases of hospitalization, are especially vulnerable to mixed infections.

Enterococcus, *S. saprophyticus*, and *S. epidermidis* were the predominant Gram-positive isolates. Relatively favorable susceptibility to azithromycin and cefoxitin in selected isolates may support targeted use under specific circumstances.

Among Gram-negative organisms, *A. baumannii*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, and *E. coli* were the most prevalent. The very high resistance to ampicillin and other older beta-lactams in almost all isolates is a recognized challenge in treating burn-related infections.

Moderate to high meropenem resistance in *A. baumannii* and *P. aeruginosa* raises serious concerns about emerging carbapenem-resistant strains. Nevertheless, high susceptibility to amikacin and colistin among many Gram-negative bacteria, and to cefepime and ciprofloxacin in selected species, supports their potential role as treatment options.

These results characterize local bacterial and antibiotic

Journal of Gorgan University of Medical Sciences

Extended Abstract

2026 / Vol 28 / No 3

resistance patterns and indicate that infection remains a major challenge in burn management and prognosis. The high prevalence of mixed infections, resistant bacteria, and prolonged hospital stays associated with certain isolates underscores the need for continuous surveillance and targeted treatment. Culture- and antibiogram-guided antibiotic selection, effective infection-control programs, and antimicrobial stewardship are especially important in burn units as resistance, particularly among Gram-negative organisms, continues to increase.

Study limitations included use of CLSI disk-diffusion methods rather than the reference minimum inhibitory concentration (MIC) approach, which offers greater quantitative precision; the limited sample from a single hospital; and assessment of short-term outcomes only, without evaluating long-term burn sequelae and recovery.

Ethical Statement

The study was approved by the Research Ethics Committee of Golestan University of Medical Sciences (IR.GOUMS.REC.1403.041).

This article was derived from the professional doctorate thesis in medicine of Mr. Saeed Moradi (research code 113985) at Golestan University of Medical Sciences.

Conflicts of Interest

No conflicts of interest.

Authors' Contributions

Mahire Yamudi: Project execution; Data analysis; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript; Approval of the final manuscript. **Valiallah Alishahi:** Project administration and design; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript; Approval of the final manuscript. **Somayeh Ghorbani:** Project execution; Data analysis; Interpretation of the results; Approval of the final manuscript. **Saeed Moradi:** Project execution; Data collection; Interpretation of the results; Approval of the final manuscript. **Rahmatallah Sharififar:** Project administration and design; Project execution; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript; Approval of the final manuscript.

Increasing antimicrobial resistance represents a serious threat in burn units, particularly among opportunistic Gram-positive and Gram-negative pathogens. These findings emphasize continuous microbiological surveillance, culture- and antibiogram-guided treatment, stronger antimicrobial stewardship, and infection control.

مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان

پاییز ۱۴۰۵ / دوره ۲۸ / شماره ۳ (پی در پی ۹۹)

دارای رتبه علمی -پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

e-ISSN: ۲۰۰۸-۴۰۸۰ p-ISSN: ۱۵۶۲-۴۷۶۵

با دسترسی آزاد

تحقیقی

ارزیابی اپیدمیولوژیک مقاومت آنتی‌بیوتیکی و الگوی آن در بیماران دچار سوختگی در مرکز آموزشی درمانی پنج آذر گرگان

ماهیره یمودی[۱]، ولی الله عالیشاهی[۱]، سمیه قربانی[۲]، سعید مرادی[۱]، رحمت الله شریفی فر*[۱]

۱ مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی، پژوهشکده علوم بالینی جرجانی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۲ مرکز تحقیقات سرطان، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: *سوختگی یکی از مهم‌ترین علل ناتوانی و مرگ‌ومیر در سطح جهان به‌شمار می‌رود. این نوع آسیب با تخریب لایه‌های حفاظتی پوست، فرد را مستعد ابتلا به انواع عفونت‌های بیمارستانی می‌کند. این مطالعه به منظور ارزیابی اپیدمیولوژیک مقاومت آنتی‌بیوتیکی و الگوی آن در بیماران دچار سوختگی انجام شد.*

روش بررسی: *این مطالعه توصیفی گذشته‌نگر روی ۱۵۰ بیمار (۱۰۱ مرد و ٤٩ زن) با میانگین سنی ۱۸/۵٦±۳۵/٤٦ سال دچار سوختگی بستری شده در بخش سوختگی مرکز آموزشی درمانی پنج آذر گرگان طی سال‌های ۱٤۰۲-۱٤۰۰ انجام شد. متغیرهای مورد بررسی شامل سن، جنس، درصد و عمق سوختگی، نوع و مدت بستری، بیماری‌های زمینه‌ای، نوع نمونه ارسالی برای کشت، نوع باکتری جداشده، نتیجه رنگ‌آمیزی گرم، الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و نوع آنتی‌بیوتیک تجویز شده بودند. شناسایی باکتری‌ها و بررسی حساسیت آنتی‌بیوتیکی بر اساس روش disk diffusion و مطابق با دستورالعمل‌های استاندارد CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) انجام شد.*

یافته‌ها: *سوختگی با حرارت (۸۲ درصد) شایع‌ترین علت سوختگی تعیین شد. بیشترین شدت سوختگی مربوط به درجات ۲ و ۳ (هرکدام ٦٦/۷ درصد) بود. عفونت هم‌زمان با باکتری‌های گرم‌مثبت و گرم‌منفی در ۹۲/۷درصد بیماران مشاهده شد. در میان باکتری‌های گرم‌مثبت، انتروکوکوس، استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس و استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس بیشترین فراوانی را داشتند و مقاومت بالایی نسبت به کلیندامایسین و اریترومایسین نشان دادند. در حالی‌که ونکومایسین مؤثرترین آنتی‌بیوتیک بود. در باکتری‌های گرم‌منفی، آسینتوباکتر بومانی، سودوموناس آئروژینوزا و پروتئوس میرابیلیس شایع‌تر بودند و مقاومت قابل توجهی در باکتری‌های گرم منفی نسبت به بتالاکتام‌های قدیمی، شامل آمپی‌سیلین، سفالکسین و سفازولین و همچنین نسبت به برخی آنتی‌بیوتیک‌های قوی‌تر از گروه کاربا‌پنم‌ها به‌ویژه مروپنم مشاهده شد. بیشترین اثربخشی در این گروه مربوط به آمیکاسین، کولیستین و سفپیم بود.*

نتیجه‌گیری: *شیوع بالای باکتری‌های مقاوم، به‌ویژه در میان گرم‌مثبت‌ها و گرم‌منفی‌های فرصت‌طلب، نشان‌دهنده تهدید جدی افزایش مقاومت دارویی در بخش‌های سوختگی است.*

واژه‌های کلیدی: *سوختگی ، مقاومت آنتی‌بیوتیکی ، عفونت باکتریایی ، باکتری های گرم مثبت ، باکتری های گرم منفی*

* نویسنده مسؤول: رحمت الله شریفی فر ، پست الکترونیکی: dr97sharififar@gmail.com

نشانی: گرگان، مرکز آموزشی درمانی شهید صیاد شیرازی، بخش بیماری‌های عفونی، تلفن ۰۱۷-۳۲۲۰۲۵۶۰

تاریخچه مقاله	دریافت	اصلاح نهایی	پذیرش	انتشار
	۱۴۰۴/۱۰/۶	۱۴۰۵/۲/۱۹	۱۴۰۵/۲/۲۳	۱۴۰۵/۹/۳

مقدمه

سوختگی یکی از مهم‌ترین علل ناتوانی و مرگ‌ومیر در سطح جهان به‌شمار می‌رود. این نوع آسیب با تخریب لایه‌های حفاظتی پوست، فرد را مستعد ابتلا به انواع عفونت‌های بیمارستانی می کند و این موضوع به‌ویژه در بیماران بستری در بخش سوختگی اهمیت بیشتری دارد.[۱] به‌طور معمول، بروز عفونت‌های موضعی و سیستمیک در بیماران دچار سوختگی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر این گروه از بیماران شناخته می‌شود. به‌طوری که بیش از ۷۵ درصد مرگ‌ومیرها در این بیماران به علت عفونت گزارش شده است.[۱و۲]

طی دهه‌های اخیر، مقاومت آنتی‌بیوتیکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های بالینی در مدیریت بیماران سوختگی مورد توجه قرار گرفته است. باکتری‌هایی مانند *سودوموناس آئروژینوزا*، *آسینتوباکتر بومانی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *استافیلوکوکوس اورئوس* از جمله پاتوژن‌های غالب در زخم‌های سوختگی بوده که مقاومت بالایی به آنتی‌بیوتیک از خود نشان داده‌اند. افزایش شیوع این پاتوژن‌های مقاوم، موجب کاهش اثربخشی درمان و افزایش مدت بستری،

هزینه‌های درمان و نرخ مرگ‌ومیر شده است.[۳-۵]

در ایران مطالعات متعددی به بررسی الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی در بیماران سوختگی پرداخته‌اند. در مطالعه انجام شده روی بیماران سوختگی در جنوب غربی کشور، بیشترین فراوانی مربوط به *سودوموناس آئروژینوز* با شیوع ۴۹/۹ درصد گزارش شد و این باکتری مقاومت بالایی نسبت به اکثر آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام و آمینوگلیکوزید نشان داد.[۶] از آنجا که الگوی مقاومت میکروبی می‌تواند تحت تأثیر عوامل جغرافیایی، اقلیمی و نحوه تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها قرار گیرد؛ تعیین الگوی مقاومت منطقه‌ای برای تدوین راهبردهای درمانی و کنترل عفونت‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد.[۷]

پایش مستمر پاتوژن‌های غالب و بررسی حساسیت آنتی‌بیوتیکی آنها می‌تواند به‌عنوان مبنای تدوین پروتکل‌های درمانی و بهبود مدیریت بالینی بیماران مورد استفاده قرار گیرد؛ لذا این مطالعه به منظور ارزیابی اپیدمیولوژیک مقاومت آنتی‌بیوتیکی و الگوی آن در بیماران دچار سوختگی انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی گذشته‌نگر روی ۱۵۰ بیمار (۱۰۱ مرد و ۴۹ زن) با میانگین سنی ۱۸/۵۶±۳۵/۴۶ سال دچار سوختگی بستری شده در بخش سوختگی مرکز آموزشی درمانی پنج آذر گرگان طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۰ انجام شد.

جامعه مورد مطالعه شامل تمامی بیماران بستری با تشخیص سوختگی بود که به دلیل شک بالینی به عفونت، برای آنان کشت میکروبی و آزمون آنتی‌بیوگرام درخواست شده بود. اطلاعات بیماران به روش سرشماری از پرونده‌های موجود استخراج شد. پرونده‌هایی که فاقد داده‌های کامل یا نتایج آزمایشگاهی معتبر بودند؛ در مطالعه وارد نشدند. در مجموع، داده‌های مربوط به ۱۵۰ بیمار واجد شرایط بر اساس اسناد مرکز مدارک پزشکی بیمارستان وارد مطالعه شدند.

داده‌ها با استفاده از چک‌لیست از پیش طراحی‌شده از پرونده‌های بستری و نتایج آزمایشگاه استخراج گردید. متغیرهای مورد بررسی شامل سن، جنس، درصد و عمق سوختگی، نوع و مدت بستری، بیماری‌های زمینه‌ای (نظیر بیماری‌های قلبی، کلیوی، ریوی، اندوکرین، نقص ایمنی و دیابت)، نوع نمونه ارسالی برای کشت (نظیر زخم، خون، ادرار، خلط، کاتتر، مایع پلور، CSF، مایع شکمی و مدفوع)، نوع باکتری جداشده، نتیجه رنگ‌آمیزی گرم، الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی و نوع آنتی‌بیوتیک تجویز شده بودند.

شناسایی باکتری‌ها و بررسی حساسیت آنتی‌بیوتیکی بر اساس روش disk diffusion و مطابق با دستورالعمل‌های استاندارد CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) انجام شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-21 تجزیه و تحلیل شدند. برای متغیرهای کمی از شاخص‌های میانگین، انحراف معیار، کمینه و بیشینه و برای متغیرهای کیفی از فراوانی و درصد استفاده شد.

یافته‌ها

از بین عوامل سوختگی شامل سوختگی با حرارت، ماده شیمیایی و الکتریکی، بیشترین موارد مربوط به سوختگی با حرارت (۸۲درصد)

جدول ۱: مقاومت و حساسیت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های گرم مثبت جداشده از نمونه بیماران مراجعه کننده با سوختگی

نوع ایزوله باکتریایی	تعداد (درصد)	درصد بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیکی	درصد بیشترین حساسیت آنتی‌بیوتیکی
انتروکوکوس	۴۸ (۳۲)	۸۵ درصد کلیندامایسین ۴۸ درصد آموکسی سیلین ۴۴ درصد کوتریمکسازول	۷۵ درصد ونکومایسین ۶۹ درصد لووفلوکساسین ۶۷ درصد آزیترومایسین
استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	۴۱ (۲۷/۳)	۷۸ درصد کلیندامایسین ۵۱ درصد اریترومایسین ۳۹ درصد پنی سیلین	۸۳ درصد آزیترومایسین ۸۳ درصد سفوکسیتین ۶۶ درصد ونکومایسین
استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس	۳۴ (۲۲/۶)	۷۹ درصد کلیندامایسین ۴۷ درصد اریترومایسین ۳۵ درصد آموکسی سیلین	۸۲ درصد آزیترومایسین ۷۶ درصد سفوکسیتین ۶۵ درصد ونکومایسین
استرپتوکوکسی ویریدانس	۲۶ (۱۷/۳)	۸۱ درصد کلیندامایسین ۶۲ درصد آموکسی سیلین ۳۸ درصد ریفامپیسین	۸۸ درصد آزیترومایسین ۸۱ درصد ونکومایسین ۷۳ درصد اریترومایسین
استافیلوکوکوس اورئوس	۱۶ (۱۰/۶)	۷۵ درصد کلیندامایسین ۵۰ درصد آموکسی سیلین	۸۱ درصد ونکومایسین ۷۵ درصد لووفلوکساسین ۶۳ درصد آزیترومایسین
استرپتوکوک بتا همولیتیک گروه A	۱۵ (۱)	۸۹ درصد کلیندامایسین ۸۹ درصد اریترومایسین	۴۴ درصد سفوکسیتین ۴۴ درصد آزیترومایسین ۶۷ درصد ونکومایسین
استافیلوکوکوس هومینیس	۶ (۴)	۶۷ درصد سفتریاکسون	۸۳ درصد لووفلوکساسین

جدول ۲: مقاومت و حساسیت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های گرم منفی جداشده از نمونه بیماران مراجعه کننده با سوختگی

نوع ایزوله باکتریایی	تعداد (درصد)	درصد بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیکی	درصد بیشترین حساسیت آنتی‌بیوتیکی
آسینتوباکتر بومانی	۲۷ (۱۸)	۷۸ درصد آمپی سیلین ۴۸ درصد مروپنم	۹۳ درصد آمیکاسین ۷۸ درصد کولیستین ۷۰ درصد سیپروفلوکساسین
پروتئوس میرابیلیس	۲۰ (۱۳/۳)	۸۵ درصد آمپی سیلین	۱۰۰ درصد آمیکاسین ۸۰ درصد سفتازیدیم ۷۵ درصد سیپروفلوکساسین
سودوموناس آئروژنوزا	۱۴ (۹/۳)	۶۴ درصد آمپی سیلین ۵۷ درصد سفالکسین ۴۲ درصد مروپنم	۵۷ درصد کولیستین ۵۷ درصد آمیکاسین ۴۲ درصد سفتازیدیم
اشرشیاکلای	۱۴ (۹/۳)	۸۶ درصد آمپی سیلین ۵۰ درصد سفالکسین	۷۹ درصد آمیکاسین ۷۱ درصد سفپیم
سیتروباکتر دایورسوس	۱۴ (۹/۳)	۷۱ درصد آمپی سیلین ۶۴ درصد سفازولین	۱۰۰ درصد آمیکاسین ۷۱ درصد سفپیم
انتروباکتر کلواکا	۱۲ (۸)	۱۰۰ درصد آمپی سیلین	۱۰۰ درصد آمیکاسین ۹۲ درصد سفپیم
آئروموناس	۱۲ (۸)	۸۳ درصد آمپی سیلین ۵۰ درصد سفالکسین	۱۰۰ درصد آمیکاسین ۶۷ درصد ایمی پنم
انتروباکتر آروئژنز	۱۰ (۶/۶)	۱۰۰ درصد آمپی سیلین ۸۰ درصد سفالکسین	۹۰ درصد آمیکاسین ۹۰ درصد سفپیم
استنوتروفوموناس مالتوفیلیا	۱۰ (۶/۶)	۷۰ درصد آمپی سیلین ۵۰ درصد سفالکسین	۱۰۰ درصد آمیکاسین ۸۰ درصد سیپروفلوکساسین
انتروباکتر گرگوویا	۸ (۵/۳)	۶۳ درصد آمپی سیلین	۶۳ درصد آمیکاسین
سراشیا	۷ (۴/۶)	۷۱ درصد تیکارسیلین ۷۱ درصد آمپی سیلین ۷۱ درصد سفتازیدیم	۱۰۰ درصد مروپنم ۸۶ درصد آمیکاسین ۸۶ درصد سیپروفلوکساسین
انتروباکتر آگلومرآنس	۷ (۴/۶)	۱۰۰ درصد آمپی سیلین	۱۰۰ درصد سفپیم ۱۰۰ درصد آمیکاسین
آکروموباکتر	۶ (۴)	۵۰ درصد سفتازیدیم	۸۳ درصد سیپروفلوکساسین
سیتروباکتر فروندی	۴ (۲/۶)	–	–
کلبسیلا پنومونیه	۴ (۲/۶)	–	–
پرووویدنسیا	۲ (۱/۳)	–	–
برخولدریا سپاسیا	۱ (۰/۶)	–	–

تعیین شد. ۲۲/۷درصد از بیماران دچار سوختگی دارای تاکی‌کاردی، ۱۴/۷درصد دچار علائم هیپوتنشن و ۲۴درصد دچار کاهش سطح هوشیاری بودند. بیشترین فراوانی سوختگی، در گروه بیماران با سوختگی درجه ۲و ۳ (هر کدام ۶۶/۷درصد) بود. بیشتر ایزوله باکتریایی جدا شده از عفونت بیماران دچار سوختگی، به عفونت همزمان به هر دو نوع باکترهای گرم مثبت و منفی (۹۲/۷ درصد) تعلق داشت و تنها ۵/۳درصد نمونه‌ها حاوی فقط باکتری گرم مثبت و ۲درصد نمونه‌ها حاوی فقط باکتری گرم منفی بودند.

در بین باکتری‌های گرم مثبت، بیشترین نوع باکتری‌های جداشده مربوط به ایزوله‌های *انتروکوکوس* (۳۲درصد)، *استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس* (۲۷/۳ درصد) و *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* (۲۲/۶درصد) بودند (جدول یک).

در تمام ایزوله‌های گرم مثبت، مقاومت بالایی نسبت به کلینداماسین مشاهده شد. به‌طوری‌که این مقاومت در گونه‌های مختلف بین ۷۵ تا ۸۹ درصد متغیر بود. همچنین مقاومت قابل‌توجهی نسبت به اریترومایسین و آموکسی‌سیلین در اغلب ایزوله‌ها گزارش شد. از نظر الگوی حساسیت، ونکومایسین مؤثرترین آنتی‌بیوتیک در میان بیشتر گونه‌ها بود و میزان حساسیت آن بین ۶۵ تا ۸۱ درصد تعیین شد. آزیترومایسین و سفوکسیتین نیز در چندین ایزوله، به‌ویژه *استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس* و *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* بالاترین میزان حساسیت را نشان دادند. اکثر باکتری‌های گرم‌مثبت جداشده از بیماران سوختگی مقاومت بالایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های رایج ماکرولید و لینکوزامید داشتند. در حالی که ونکومایسین همچنان اثربخش‌ترین گزینه درمانی در این بیماران

محسوب شد (جدول یک).

در مورد باکتری‌های گرم‌منفی جداشده از بیماران دچار سوختگی بیشترین فراوانی مربوط به باکتری‌های *آسینتوباکتر بومانی* (۱۸درصد)، *پروتئوس میرابیلیس* (۱۳/۳درصد)، *سودوموناس آئروژینوزا* (۹/۳درصد)، *اشرشیاکلی* (۹/۳درصد) و *سیتروباکتر دایورسوس* (۹/۳درصد) بودند. در حالی که گونه‌هایی مانند *سیتروباکتر فروندی*، *کلبسیلا پنومونیه*، *پرووییدنسیا* و *بورخولدریا سپاسیا* شیوع بسیار پایینی را نشان دادند.

از نظر الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، تقریباً تمامی باکتری‌های گرم‌منفی مقاومت بسیار بالایی نسبت به آمپی‌سیلین داشتند. به‌طوری‌که مقاومت ۸۵ درصد در *پروتئوس میرابیلیس*، مقاومت ۸۶ درصد در *اشریشیاکلی* و مقاومت ۱۰۰ درصد در گونه‌های *انتروباکتر کلوآکا*، *انتروباکتر آئروژنز* و *انتروباکتر آگلومرآنس* مشاهده شد. همچنین مقاومت چشمگیری نسبت به سفالکسین در برخی ایزوله‌ها گزارش گردید. در *آسینتوباکتر بومانی* و *سودوموناس آئروژینوزا* مقاومت متوسط تا بالا نسبت به مروپنم به‌ترتیب ۴۸ درصد و ۴۲ درصد تعیین شد.

آمیکاسین مؤثرترین آنتی‌بیوتیک در میان اغلب باکتری‌های گرم‌منفی بود و در گونه‌هایی مانند *پروتئوس میرابیلیس*، *سیتروباکتر دایورسوس*، *انتروباکتر کلوآکا*، *آئروموناس*، *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* و *انتروباکتر آگلومرآنس* میزان حساسیت ۱۰۰ درصد تعیین شد. همچنین سفپیم حساسیت بالایی در *اشریشیاکلی*، *سیتروباکتر دایورسوس*، *انتروباکتر آئروژنز* و *انتروباکتر آگلومرآنس* (۱۰۰-۷۰ درصد) نشان داد. در گونه‌های غیرتخمیری مانند *آسینتوباکتر بومانی* و *سودوموناس آئروژینوزا*، کولیستین و آمیکاسین بیشترین اثرگذاری را داشتند. همچنین سیپروفلوکساسین در *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* (۸۰ درصد) و *سراشیا* (۸۶ درصد) حساسیت قابل‌قبولی نشان داد. باکتری‌های گرم‌منفی جداشده از بیماران سوختگی دارای مقاومت بالایی نسبت به بتالاکتام‌های قدیمی از جمله آمپی‌سیلین، سفالکسین و سفازولین و نیز مقاومت قابل‌توجهی نسبت به کاربانم‌ها نشان دادند. در حالی‌که آمیکاسین، سفپیم، کولیستین و در برخی موارد سیپروفلوکساسین همچنان بیشترین اثربخشی را نشان دادند (جدول ۲).

بحث

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، اغلب بیماران دچار سوختگی، درگیر عفونت با ترکیبی از باکتری‌های گرم‌مثبت و گرم‌منفی بودند و تنها درصد کمی از موارد، به عفونت‌های تک‌گروهی اختصاص داشت. این الگو با نتایج مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد.[۸-۱۰] بیماران سوختگی، به‌ویژه در فازهای میانی و انتهایی بستری، بیشتر در معرض عفونت‌های مختلط قرار می‌گیرند. زیرا تخریب سد دفاعی پوست، شرایط محیطی بخش سوختگی و نیاز به اقدامات تهاجمی، محیطی مناسب برای کلونیزاسیون چندگانه فراهم می‌کند. این نوع الگوی عفونت مختلط می‌تواند شدت بیماری و مقاومت آنتی‌بیوتیکی را افزایش داده و روند درمان را پیچیده‌تر سازد.[۸-۱۰]

در بین باکتری‌های گرم‌مثبت، ایزوله‌های *انتروکوکوس*، *استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس* و *استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس* شایع‌ترین پاتوژن‌ها بودند. الگوی مقاومت مشاهده‌شده در این باکتری‌ها به‌ویژه مقاومت بسیار بالا نسبت به کلیندامایسین و اریترومایسین، با الگوی جهانی مقاومت در عفونت‌های زخم ناشی از سوختگی مطابقت دارد. به طوری که مطالعات نشان داده‌اند ایزوله‌های گرم‌مثبت بیماران سوختگی اغلب مقاومت بالایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های گروه ماکرولید و لینکوزامید دارند. از سوی دیگر، حساسیت حفظ‌شده به ونکومایسین در اغلب گونه‌ها نشان می‌دهد که این دارو همچنان یکی از اصلی‌ترین گزینه‌های درمانی در عفونت‌های ناشی از استافیلوکوک و انتروکوک محسوب می‌شود.[۸و۱۱و۱۲] تطابق داده‌های این مطالعه با این شواهد، اهمیت استمرار پایش مقاومت و پرهیز از تجویز بی‌رویه ماکرولیدها را تقویت می‌کند. علاوه بر این، حساسیت نسبتاً مناسب آزیترومایسین و سفوکسیتین در برخی ایزوله‌ها، امکان استفاده هدفمند از این داروها را در شرایط خاص فراهم می‌کند.

یافته‌های مربوط به باکتری‌های گرم‌منفی نشان داد که *آسینتوباکتر بومانی*، *پروتئوس میرابیلیس*، *سودوموناس آئروژینوزا* و *اشریشیاکلی* بیشترین فراوانی را داشتند که این امر با الگوی جهانی عفونت‌های شایع در بیماران دچار سوختگی هم‌راستا است.[۱۳و۱۴] مقاومت بسیار بالا نسبت به آمپی‌سیلین و سایر بتالاکتام‌های نسل قدیمی در تقریباً تمام ایزوله‌ها، مسأله‌ای شناخته شده در درمان عفونت بیماران سوختگی است. مطالعات متعدد گزارش کرده‌اند که محیط بیمارستانی و مصرف گسترده آنتی‌بیوتیک‌ها، سویه‌های مقاوم به آمپی‌سیلین، سفالکسین و سفازولین و حتی کاربانم‌ها را در بخش‌های سوختگی تقویت می‌کند.[۱۵و۱۶]

در مطالعه حاضر، مقاومت متوسط تا بالای *آسینتوباکتر بومانی* و *سودوموناس آئروژینوزا* نسبت به مروپنم، نگرانی جدی در زمینه ظهور سویه‌های مقاوم به کاربانم ایجاد می‌کند؛ مسأله‌ای که در سال‌های اخیر در اغلب مراکز سوختگی سراسر جهان گزارش شده است.[۱۷و۱۸] با این حال، حساسیت بسیار بالای اغلب باکتری‌های گرم‌منفی به آمیکاسین، کولیستین و در برخی گونه‌ها سفپیم و سیپروفلوکساسین، همچنان آنها را به گزینه‌های قابل‌اتکای درمانی تبدیل می‌کند. این یافته با توصیه‌های بین‌المللی برای استفاده از آمیکاسین در عفونت‌های شدید گرم‌منفی بیماران سوختگی هم‌سو است.[۱۹-۲۱]

نتایج این مطالعه تصویری روشن از الگوی میکروبی و مقاومت آنتی‌بیوتیکی در بیماران دچار سوختگی ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که عفونت در این بیماران همچنان یکی از چالش‌های اصلی در مدیریت درمان و پیش‌آگهی است. شیوع بالای عفونت‌های مختلط، حضور باکتری‌های مقاوم و مدت بستری طولانی در برخی ایزوله‌ها، همگی اهمیت پایش مستمر و اتخاذ راهبردهای درمانی هدفمند را برجسته می‌کنند. مجموعه یافته‌ها اهمیت پایش مداوم مقاومت آنتی‌بیوتیکی، انتخاب درمان هدفمند بر اساس کشت و آنتی‌بیوگرام و اجرای برنامه‌های کنترل عفونت در بخش‌های سوختگی را برجسته می‌کند. در شرایطی که مقاومت، به‌ویژه در باکتری‌های گرم‌منفی رو به افزایش است، تمرکز بر پروتکل‌های مدیریت مصرف آنتی‌بیوتکی برای کاهش بروز سویه‌های مقاوم ضروری به نظر می‌رسد.

از محدودیت‌های مطالعه می‌توان به استفاده از روش CLSI در مقایسه با روش مرجع MIC اشاره نمود که از دقت کمی پایین‌تری برخوردار بود. همچنین مطالعه روی نمونه‌های محدود و تنها در یک بیمارستان انجام شد. همچنین تنها به پیامدهای کوتاه‌مدت پرداخته شد و اثرات طولانی‌مدت سوختگی و بهبودی بررسی نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تهدید جدی افزایش مقاومت دارویی در بخش‌های سوختگی به‌ویژه در میان گرم‌مثبت‌ها و گرم‌منفی‌های فرصت‌طلب است. این یافته‌ها بر ضرورت پایش مستمر الگوی میکروبی، انتخاب درمان بر اساس کشت و آنتی‌بیوگرام و تقویت مدیریت مصرف آنتی‌بیوتیک و کنترل عفونت تأکید دارد.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1403.041) قرار گرفت.

این مقاله حاصل پایان‌نامه آقای سعید مرادی برای اخذ درجه دکتری حرفه‌ای در رشته پزشکی (کد پژوهشی ۱۱۳۹۸۵) از دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض منافع وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

ماهیره یمودی: انجام پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله. **ولی الله عالیشاهی:** مدیریت و طراحی پروژه، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله. **سمیه قربانی:** انجام پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج و تایید نسخه نهایی مقاله. **سعید مرادی:** انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر نتایج و تایید نسخه نهایی مقاله. **رحمت الله شریفی فر:** مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله.

References

1. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, Chung KK, Gibran NS, Logsetty S. Burn injury. Nat Rev Dis Primers. 2020 Feb;6(1):11. https://doi.org/10.1038/s41572-020-0145-5.
2. Farhan N, Jeffery S. Diagnosing Burn Wounds Infection: The Practice Gap & Advances with MolecuLight Bacterial Imaging. Diagnostics (Basel). 2021 Feb;11(2):268. https://doi.org/10.3390/diagnostics11020268.
3. Yang Y, Zeng Q, Hu G, Wang Z, Chen Z, Zhou L, et al. Distribution of Nosocomial Pathogens and Antimicrobial Resistance among Patients with Burn Injuries in China: A Comprehensive Research Synopsis and Meta-Analysis. Infect Dis Ther. 2024 Jun;13(6):1291-313. https://doi.org/10.1007/s40121-024-00983-6.
4. Abashidze I, Savitskaya I. Microbial landscape transformation in burn wounds as a predictor of delayed healing. Heliyon. 2026 Feb;12(2):e44536.
5. Chen H, Yang L, Cheng L, Hu XH, Shen YM. Distribution and drug resistance of pathogens in burn patients in China from 2006 to 2019. World J Clin Cases. 2021 Apr;9(10):2228-37. https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i10.2228.
6. Emami A, Pirbonyeh N, Keshavarzi A, Javanmardi F, Moradi Ghermezi S, et al. Three Year Study of Infection Profile and Antimicrobial Resistance Pattern from Burn Patients in Southwest Iran. Infect Drug Resist. 2020 May;13:1499-506. https://doi.org/10.2147/idr.s249160.
7. Fernández Salgueiro M, Cernuda Martínez JA, Gan RK, Arcos González P. Climate change and antibiotic resistance: A scoping review. Environ Microbiol Rep. 2024 Oct;16(5):e70008. https://doi.org/10.1111/1758-2229.70008.
8. Hosseini M, Hasannejad-Bibalan M, Yaghoubi T, Mobayen M, Khoshdoz P, Khoshdoz S, et al. Prevalence and Antibiotic Resistance Pattern of Gram-Positive Isolates from Burn Patients in Velayat Burn Center in Rasht, North of Iran. MLJ. 2021;15(6):52-57. http://dx.doi.org/10.61186/mlj.15.6.52.
9. Vinaik R, Barayan D, Shahrokhi S, Jeschke MG. Management and prevention of drug resistant infections in burn patients. Expert Rev Anti Infect Ther. 2019 Aug;17(8):607-19. https://doi.org/10.1080/14787210.2019.1648208.
10. Kelly EJ, Oliver MA, Carney BC, Shupp JW. Infection and Burn Injury. Eur Burn J. 2022 Feb;3(1):165-79. https://doi.org/10.3390/ebj3010014.
11. AbdelHalim MM, Abdel Salam SA, Elgendy MO, Abdel Hamied AM, Alshahrani SM, Ibrahim ARN, et al. A Retrospective Study on the Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of Gram-Positive Cocci in a Pediatric Department: A Single-Center Report from Egypt. Medicina (Kaunas). 2025 Jun;61(6):1089. https://doi.org/10.3390/medicina61061089.
12. Rahim Hateet R. Isolation and Identification of Some Bacteria Contemn in Burn Wounds in Misan, Iraq. Arch Razi Inst. 2021 Dec;76(6):1665-70. https://doi.org/10.22092/ari.2021.356367.1833.
13. Singh V, Grover N, Tandel K, Jena S. Seven-year microbiological profile and antibiotic sensitivity pattern of burn wound infections in a tertiary care hospital in New Delhi. Indian J Burns. 2022 Jan;30(1):18-23. doi:10.4103/ijb.ijb_27_21.
14. Roy S, Mukherjee P, Kundu S, Majumder D, Raychaudhuri V, Choudhury L. Microbial infections in burn patients. Acute Crit Care. 2024 May;39(2):214-25. https://doi.org/10.4266/acc.2023.01571.
15. Verma G, Nayak SR, Jena S, Panda SS, Pattnaik D, Praharaj AK, et al. Prevalence of Carbapenem-Resistant Enterobacterales, Acinetobacter baumannii, and Pseudomonas aeruginosa in a

Tertiary Care Hospital in Eastern India: A Pilot Study. J Pure Appl Microbiol. 2023;17(4):2243-49. https://doi.org/10.22207/JPAM.17.4.21.

16. Nedelcheva G, Dobreva D, Kuyumdzhiev T, Tsankova G, Todorova T. Etiological structure and antibiotic resistance pattern of burn wound infections in hospitalized patients - a one-center study in Varna, Bulgaria. New Microbiol. 2024 Jul;47(2):146-51.

17. Tafreshi N, Babaeekhou L, Ghane M. Antibiotic resistance pattern of Acinetobacter baumannii from burns patients: increase in prevalence of blaOXA-24-like and blaOXA-58-like genes. Iran J Microbiol. 2019 Dec;11(6):502-509.

18. Ranjbar R, Farahani A. Study of genetic diversity, biofilm formation, and detection of Carbapenemase, MBL, ESBL, and tetracycline resistance genes in multidrug-resistant Acinetobacter baumannii isolated from burn wound infections in Iran. Antimicrob Resist Infect Control. 2019 Nov;8:172. https://doi.org/10.1186/s13756-019-0612-5.

19. Thy M, Timsit JF, de Montmollin E. Aminoglycosides for the Treatment of Severe Infection Due to Resistant Gram-Negative Pathogens. Antibiotics (Basel). 2023 May;12(5):860. https://doi.org/10.3390/antibiotics12050860.

20. Corona A, De Santis V, Agarossi A, Prete A, Cattaneo D, Tomasini G, et al. Antibiotic Therapy Strategies for Treating Gram-Negative Severe Infections in the Critically Ill: A Narrative Review. Antibiotics (Basel). 2023 Jul;12(8):1262. https://doi.org/10.3390/antibiotics12081262.

21. Kolaventi SS, Moharana L, Sairam K, Dhingra L, Singh T, Sethi D. Exploring Multi-Drug Resistance Mechanisms in MBL-Producing Gram-Negative Bacteria Isolated from Hospitalized Patients: A Phenotypic Analysis. Seminars in Medical Writing and Education. 2024 Dec;3:523. https://doi.org/10.56294/mw2024523.