

Prevalence of Class I and II Integrons of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Isolates from Hospitals in Hamadan, Iran

Nasim Safari¹, Mohammad Yousef Alikhani¹, Fahimeh Hajiahmadi¹,
Mohammad Reza Arabestani^{2*}

¹Department of Microbiology, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

²Brucellosis Research Center, Faculty of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

*Corresponding Author:
Mohammad Reza Arabestani, Brucellosis Research Center, Faculty of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Email:
mohammad.arabestani@gmail.com

Received: 26 Apr, 2016

Accepted: 24 May, 2016

Abstract

Background and Objectives: In recent years, the role of integrons has been identified in the transfer of antibiotic resistance genes. The aim of this study was to determine the antibiotic resistance pattern and to identify class I and II integrons and associated gene cassettes in clinical isolates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*.

Methods: In this descriptive cross-sectional study, 100 isolates of *S. aureus* were isolated from clinical samples in 2015. After cultivation, the isolates were verified by standard biochemical tests. Then, PCR test was used on *nuc* gene for final confirmation of the isolates and presence of methicillin-resistance gene. Then, methicillin-resistant isolates were tested for susceptibility to 9 antibiotics. Finally, identification of Class I and II integrons genes and associated gene cassettes was performed on *mecA* gene using PCR method. Data analysis was carried out using Chi square test.

Results: Forty-one out of 100 *S. aureus* isolates carried *mecA* gene. The most frequent antibiotic resistance was for cefoxitin and tetracycline (41 and 36 isolates, respectively) and the lowest resistance was reported for vancomycin (0). In this study, The prevalence of 38 isolates (92.68%) and 3 isolates (7.31%) produced class I and II integrons. One type of gene cassette was identified in these isolates, which was related to *aadA1* gene cassette.

Conclusion: The results of the current study were indicative of high prevalence of antibiotic resistance and class I integrons in *S. aureus* isolates carrying *mecA* gene.

Keywords: *Staphylococcus aureus*; Drug resistance; Microbial; Integrons.

بررسی شیوع اینتگرون‌های کلاس I و II در ایزوله‌های *استافیلوکوک اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین جداشده از بیمارستان‌های شهر همدان

نسیم صفری^۱، محمدیوسف علیخانی^۱، فهیمه حاجی احمدی^۱، محمدرضا عربستانی^{۲*}

چکیده

زمینه و هدف: در سالهای اخیر، نقش اینتگرون‌ها در انتقال ژن‌های مقاوم آنتی‌بیوتیکی، به‌خوبی مشخص شده است. این مطالعه با هدف تعیین الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، شناسایی اینتگرون‌های کلاس I و II و کاست‌های ژنی مربوطه در ایزوله‌های بالینی *استافیلوکوک اورئوس*‌های مقاوم به متی‌سیلین صورت گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی - مقطعی، ۱۰۰ ایزوله *استافیلوکوک اورئوس* از نمونه‌های بالینی مختلف، در سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری شد. پس از کشت، ایزوله‌ها با تست‌های بیوشیمیایی مختلف تأیید شدند. سپس آزمون PCR برای ژن *nuc*، جهت تأیید نهایی ایزوله‌ها و ژن مقاومت به متی‌سیلین مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، شناسایی اینتگرون‌های کلاس I و II و کاست‌های ژنی مربوطه، با روش PCR بر روی ایزوله‌های مولد ژن *mecA* انجام شد. برای آنالیز داده‌ها از آزمون آماری مربع کای دو استفاده گردید.

یافته‌ها: از ۱۰۰ ایزوله *استافیلوکوک اورئوس*، ۴۱ ایزوله مولد ژن *mecA* بودند. بیشترین میزان مقاومت مربوط به آنتی‌بیوتیک‌های سفوکسیتین و تتراسیکلین (به ترتیب ۴۱ و ۳۶ ایزوله) و کمترین میزان مقاومت مربوط به آنتی‌بیوتیک ونکومايسين (صفر) گزارش شد. در این مطالعه، ۳۸ ایزوله (۹۲/۶۸٪) و ۳ ایزوله (۷/۳۱٪) به ترتیب مولد اینتگرون‌های کلاس I و II بودند. یک نوع کاست ژنی در این ایزوله‌ها شناسایی شد که مربوط به کاست ژنی *aadA1* بود.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر، نشان‌دهنده شیوع بالای مقاومت آنتی‌بیوتیکی و اینتگرون‌های کلاس I در ایزوله‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* مولد ژن *mecA* می‌باشد.

کلید واژه‌ها: *استافیلوکوکوس اورئوس*؛ مقاومت دارویی، میکروبی؛ اینتگرون‌ها.

^۱گروه میکروپزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

^۲مرکز تحقیقات بروسولوز، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:

محمدرضا عربستانی، مرکز تحقیقات بروسولوز، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران

آدرس پست الکترونیکی:

mohammad.arabestani@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۶

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۳

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Safari N, Alikhani MY, Hajiahmadi F, Arabestani MR. Prevalence of class I and II Integrations of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from hospitals in Hamadan, Iran
Qom Univ Med Sci J 2017;11(3):57-65. [Full Text in Persian]

مقدمه

استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌های موجود، منجر به گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی شده که به‌عنوان یکی از نگرانی‌های پیشرو در بهداشت عمومی جهانی باقی مانده است. مطالعات نشان می‌دهد چندین مکانیسم مختلف شامل عناصر ژنتیکی متحرک متشکل از پلاسمیدها، ترانسپوزون‌ها و اینتگرون‌ها، نقش مهمی در کسب و انتشار ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی دارند. در سالهای اخیر، نقش اینتگرون‌ها به‌عنوان یک مکانیسم ژنتیکی متحرک در انتقال افقی مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها، به‌خوبی مشخص شده است. تاکنون ۹ کلاس از اینتگرون‌ها براساس تفاوت موجود در ژن اینتگراز شناسایی شده که اینتگرون‌های کلاس I و متعاقب آن اینتگرون‌های کلاس II، به‌عنوان شایع‌ترین کلاس‌ها در بین ایزوله‌های بالینی مطرح است (۱). از نظر ساختاری، تمامی اینتگرون‌ها از سه ناحیه اصلی شامل: انتهای ۵' حفاظت‌شده، انتهای ۳' حفاظت‌شده و یک ناحیه مرکزی متغیر بین ناحیه ۳' و ۵' تشکیل شده‌اند. اجزای ضروری ناحیه ۵' تمام اینتگرون‌ها شامل: ۱- ژن اینتگراز (*intI*)، کدکننده آنزیم ریکامیناز بوده که به‌عنوان یک سایت نوترکیبی اولیه محسوب می‌گردد.

۲- *attI* (Recombination Site) که توسط اینتگراز به رسمیت شناخته شده و در مجاورت ژن *intI* قرار دارد (۲) و ۳- توالی پروموتور متشکل از *Pc* و *Pint* که به ترتیب برای بیان کاست‌های ژنی ادغام‌شده در اینتگرون و بیان اینتگراز می‌باشد.

ناحیه ۳' اینتگرون‌ها واجد سه ساختار متفاوت بوده که این تفاوت در کلاس‌های اینتگرون می‌باشد. کاست‌های ژنی (*Gene Cassette*) در ناحیه بین ۳' و ۵' اینتگرون‌ها، به‌صورت تصادفی ادغام می‌شوند. این کاست‌ها، عناصر ژنی متحرکی هستند که یک یا چند ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها را کد می‌کنند. اینتگرون‌های متحرک حمل‌کننده کاست‌های مقاومت، در گونه‌های گرم منفی مختلف شناسایی شده‌اند، اما محدود به این میکروارگانیسم‌ها نیستند و در باکتری‌های گرم مثبت مانند *کورینه باکتریا*، *بروی باکتریا*، *انتروکوک‌ها* و *استافیلوکوک‌ها* نیز یافت می‌شوند (۳). *استافیلوکوک‌ها*، میکروارگانیسم‌های گرم مثبتی هستند که در حال حاضر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علل مرگ و میر در بیماران بستری به‌شمار می‌آیند.

استافیلوکوک‌ها جزء پاتوژن‌های فرصت‌طلب بوده و موجب بیماری‌هایی همچون عفونت‌های زخم، مسمومیت غذایی، سینوزیت، اندوکاردیت، استئومیلیت، سندرم شوک سمی و عفونت‌های مجاری ادراری می‌شوند (۴). این باکتری‌ها، به‌خصوص سویه‌های مقاوم به متی‌سیلین

(*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*, MRSA) عامل بیش از ۸۰٪ از موارد بیماری‌های چرکی بوده که به‌واسطه دارابودن توانایی ذاتی، همچنین توانایی کسب مقاومت نسبت به عوامل و داروهای ضد میکروبی، به یکی از نگرانی‌های عمده سلامت عمومی مبدل شده است (۵). در واقع، بروز سویه‌های MRSA در سرتاسر جهان در حال افزایش است و یک تهدید جدی به‌شمار می‌آید. اطلاعات اندکی در مورد شیوع اینتگرون کلاس I در باکتری‌های گرم مثبت، به‌ویژه *استافیلوکوک اورئوس* و مقاومت‌های دارویی کدشونده توسط آن وجود دارد. لذا در این مطالعه، اینتگرون‌های کلاس I، II و کاست‌های ژنی مربوطه در ایزوله‌های بالینی *استافیلوکوک اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین بررسی گردید.

روش بررسی

در این مطالعه به روش توصیفی - مقطعی، ۱۰۰ ایزوله *استافیلوکوکوس اورئوس* از نمونه‌های بالینی مختلف شامل: خون، مجرای تراکنال، زخم، ادرار، چرک، پلور و مایع مغزی نخاعی از بیمارستان‌های شهر همدان در سال ۱۳۹۴، جداسازی و مورد بررسی قرار گرفت. سپس سویه‌های جداشده با استفاده از تست‌های بیوشیمیایی استاندارد شامل: واکنش گرم، تست اکسیداز، کاتالاز، DNAase، کوآگولاز و تخمیر مانیтол، تعیین هویت و مورد تأیید قرار گرفتند. ایزوله‌های تأییدشده، در فریزر ۷۰- درجه سانتیگراد برای انجام آزمایشهای بعدی ذخیره شدند. به‌منظور تأیید قطعی وجود *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه‌های کشت داده‌شده، از واکنش زنجیره پلیمرز (PCR) استفاده گردید. در این راستا، ابتدا DNA کروموزومی تمام ایزوله‌های جداشده با استفاده از کیت تجاری استخراج DNA (BioFlux، ساخت ژاپن) استخراج شد. در ادامه، خلوص DNA استخراج‌شده با دستگاه اسپکتروفتومتر و ژل آگارز مورد ارزیابی

قرار گرفت.

سپس آزمون PCR با استفاده از پرایمرهای اختصاصی برای ژن *nuc* (کدکننده Deoxyribonuclease Enzyme) جهت تأیید نهایی ایزوله‌ها به کار برده شد. در این مرحله، واکنش PCR در حجم ۲۰ میکرولیتر واجد ۱۰ میکرولیتر از Master Mix، ۱ میکرولیتر زوج پرایمرهای پیشرو و پیرو، ۳ میکرولیتر از نمونه DNA و ۵ میکرولیتر آب مقطر دی‌یونیزه با برنامه حرارتی ۹۴ درجه به مدت ۵ دقیقه برای یک سیکل، ۳۰ سیکل تکراری ۹۴ درجه به مدت ۶۰ ثانیه، ۵۵ درجه

به مدت ۵۵ ثانیه و ۷۲ درجه به مدت ۱ دقیقه و یک سیکل انتهایی ۷۲ درجه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر (Bio-Rad Laboratories, Inc, USA) صورت گرفت. از ایزوله استافیلوکوک اورئوس ATCC 25423 نیز به‌عنوان سویه کنترل مثبت استفاده گردید. جهت بررسی وجود ژن مقاومت به متی‌سیلین (*mecA*) بر روی تمامی ایزوله‌ها، آزمون PCR با استفاده از پرایمرهای اختصاصی ذکرشده انجام شد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: پرایمرهای استفاده‌شده در واکنش‌های PCR

Gene targets	Primer sequences (5' to 3')	amplicon / product size (bp)	References
intI1	F: CAGTGGACATAAGCCTGTTC R: CCCGACGCATAGACTGTA	۱۶۰	۶
intI2	F: TTGCGAGTATCCATAACCTG R: TTACCTGCACTGGATTAAGC	۲۸۸	۶
3CS, 5CS	F: GGCATCCAAGCAGCAAG R: AAG CAG ACT TGA CCT GA	Variable	۷
Nuc	F: GCGATTGATGGTGATACGGTT R: AGCCAAGCCTTGACGAATAAAGC	۲۷۹	۸
mecA	F: GTAGAAATGACTGAACGTCGATAA R: CCAATTCCACATTGTTTCGGTCTAA	۳۱۰	۸

سیکل حرارتی مورد استفاده در دستگاه ترموسایکلر بدین ترتیب انجام گرفت:

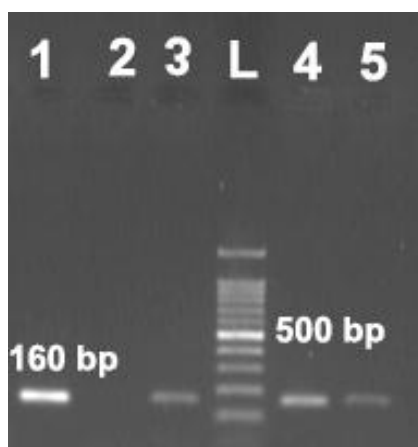
ابتدا یک دناتوراسیون اولیه به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتیگراد، سپس ۳۰ سیکل به مدت ۴۵ ثانیه در ۹۴ درجه، ۴۵ ثانیه در ۶۰ درجه و ۴۵ ثانیه در ۷۲ درجه و در ادامه، یک سیکل در دمای ۷۲ درجه به مدت ۵ دقیقه.

حجم مخلوط واکنش PCR برای هر سویه ۲۵ میکرولیتر شامل: ۱۰ میکرولیتر Master Mix، ۱ میکرولیتر از هر پرایمر (۱۰ پیکومول)، ۲ میکرولیتر از نمونه DNA الگو و ۱۱ میکرولیتر آب مقطر دی‌یونیزه بود.

تست آنتی‌بیوگرام با روش استاندارد انتشار دیسک (Bauer Kirby)، بر روی محیط مولر هینتون آگار انجام گرفت. این تست براساس انتشار در دیسک و طبق دستورالعمل کمیته ملی استانداردهای آزمایشگاه بالینی (CLSI) (۹)، به‌وسیله ۹ دیسک آنتی‌بیوتیک مختلف شامل: سفوکسیتین (۱۵ میکروگرم)، ونکومايسين (۳۰ میکروگرم)، ریفامایسین (۵ میکروگرم)، جنتامایسین (۱۰ میکروگرم)، تتراسیکلین (۳۰ میکروگرم)، کوتریموکسازول (۲۵ میکروگرم)، سیپروفلوکساسین (۵ میکروگرم)، کلیندامایسین (۲ میکروگرم)، اریترومایسین (۱۵ میکروگرم) انجام شد (جدول شماره ۲).

ایزوله‌هایی که حداقل به سه کلاس آنتی‌بیوتیک مقاوم بودند، به‌عنوان ایزوله‌های MDR در نظر گرفته شدند.

مجموع کل (n=۴۱)		ایزوله‌های فاقد اینتگرون (n=۳)		ایزوله‌های دارای اینتگرون (n=۳۸)		آنتی‌بیوتیک
حساس (No)	مقاوم (No)	حساس (No)	مقاوم (No)	حساس (No)	مقاوم (No)	
۰	۴۱	۰	۳	۰	۳۸	سفو کسیتین
۴۱	۰	۳	۰	۳۸	۰	ونکوما یسین
۱۲	۲۹	۱	۲	۱۱	۲۷	ریفاما یسین
۷	۳۴	۱	۲	۶	۳۲	جنتاما یسین
۵	۳۶	۱	۲	۴	۳۴	تتراسیکلین
۱۴	۲۷	۰	۳	۱۴	۲۴	کو تریمو کسازول
۶	۳۵	۰	۳	۶	۳۲	سیپروفلوکساسین
۹	۳۲	۱	۲	۸	۳۰	کلیندامایسین
۷	۳۴	۱	۲	۶	۳۲	اریتروما یسین



شکل شماره ۱: الکتروفورز ژل آگارز ۱/۵٪ برای شناسایی ژن‌های *int1* و *int2*.

چاهک L: ساینز مارکر (۱۰۰ bp)، شکل بالا؛ چاهک ۱: کنترل مثبت برای ژن *int1*؛ چاهک ۲: کنترل منفی؛ چاهک‌های ۳، ۴ و ۵: نمونه‌های بالینی حامل ژن *int1*.

شکل پایین؛ چاهک ۱، ۲، ۳ و ۴: سویه‌های فاقد ژن *int2*؛ چاهک ۵: کنترل منفی برای ژن *int2*؛ چاهک ۶: کنترل مثبت برای ژن *int2*؛ چاهک ۷: نمونه بالینی برای ژن *int2*.

جهت شناسایی کاست‌های ژنی، بر روی تمامی ایزوله‌های بالینی مولد اینتگرون‌های کلاس I، PCR با شرایط استاندارد انجام شد (شکل شماره ۲).

سه ایزوله (۷/۳۱٪)، مولد هر دو کلاس اینتگرون بودند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد شیوع اینتگرون‌های کلاس I به‌طور چشمگیری بیش از اینتگرون‌های کلاس II می‌باشد.



شکل شماره ۲: الکتروفورز ژل آگارز ۱/۵٪ برای شناسایی کاست مربوطه در اینتگرون‌های کلاس I.

چاهک L: ساینز مارکر (۱۰۰ bp)؛ چاهک ۱، ۳، ۴، ۵، ۹ و ۱۰: سویه‌های بالینی مولد کاست ژنی در اینتگرون‌های کلاس I؛ چاهک ۲، ۶، ۷ و ۸: سویه‌های بالینی فاقد کاست ژنی در اینتگرون‌های کلاس I.

از ۳۸ ایزوله *استافیلوکوکوس اورئوس* حامل اینتگرون کلاس I، کاست‌های ژنی در ۱۵ سویه (۳۹/۴۷٪) شناسایی شدند. یک نوع کاست ژنی در این ایزوله‌ها شناسایی گردید که مربوط به کاست ژنی *aadA1* (aminoglycoside 3'-adenyltransferase) بود.

بحث

شناسایی و درمان عفونت‌های ناشی از MRSA، از اقدامات مهم در پیشگیری از گسترش عفونت و کاهش خطر مرگ و میر بیماران است. در حال حاضر، استفاده بیش از حد و خودسرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها، یکی از دلایل مهم شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی بوده که مشکلات فراوانی را در درمان بیماران ناشی از این ارگانیسم در نقاط مختلف جهان از جمله ایران ایجاد کرده است. در واقع، این ژن‌های مقاومتی به واسطه عناصر ژنتیکی متحرک همچون پلاسمیدها، ترانسپوزون‌ها و اینتگرون‌ها می‌توانند منجر به انتشار عوامل مقاومت از یک سویه به سویه دیگر شوند. مطالعه حاضر بر روی ۱۰۰ ایزوله *استافیلوکوک* جداشده از بیمارستان‌های آموزشی شهر همدان انجام گرفت. در این مطالعه، مقاومت به متی‌سیلین در ۴۱ ایزوله (۴۱٪) به دست آمد که همچون سایر مطالعات انجام‌شده در ایران و سایر نقاط مختلف جهان بالا می‌باشد (۱۰-۱۲). طبق نتایج به‌دست‌آمده، شیوع بالایی از اینتگرون‌های کلاس I، در ایزوله‌های مذکور گزارش شده که بیانگر شیوع بسیار بالای مقاومت آنتی‌بیوتیکی در کشور است. در تحقیق حاضر، فراوانی اینتگرون‌های کلاس I و II در ایزوله‌های *استافیلوکوک اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین به ترتیب ۹۲/۶۸٪ و ۷/۳۱٪ به دست آمد. همچنین براساس تجزیه و تحلیل آماری، ارتباط معنی‌داری بین سویه‌های مولد اینتگرون با مقاومت آنتی‌بیوتیکی مشاهده گردید ($p < 0.05$) (جدول شماره ۲). در این مطالعه یک نوع کاست ژنی (*aadA1*) برای مقاومت به استرپتومایسین گزارش شد. تعداد کمی از مطالعات بر روی باکتری‌های گرم مثبت تاکنون انجام شده است. به‌طور کلی حضور اینتگرون‌های کلاس ۱ در باکتری‌های گرم مثبت، برای اولین بار در باکتری‌های کورینه باکتریوم جلاتامیکوم، *انتروکوکوس فکالیس* و باکتری‌های گرم مثبت مختلف از جمله *استافیلوکوک*‌های جداشده از طیور، نشان داده شد (۱۴، ۱۳، ۳).

اما اولین مطالعه جامع و گسترده بر روی ایزوله‌های کلینیکی گرم مثبت، توسط Shi و همکاران (سال ۲۰۰۶) در کشور چین انجام گرفت. در این مطالعه، ۴۶ سویه گرم مثبت از نمونه‌های بالینی جمع‌آوری شد که ۵۶٪ ایزوله‌ها مولد اینتگرون کلاس ۱ بودند (۱۵). در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۶ توسط XU و همکاران در جنوب کشور چین بر روی ایزوله‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین صورت گرفت، ۷۶ ایزوله از ۱۷۹ ایزوله (۴۲/۵٪) حاوی اینتگرون کلاس I، واجد ۴ نوع کاست ژنی بودند (۱۶). همچنین در تحقیقی که توسط ابراهیم‌زاده و همکاران (سال ۱۳۹۴) انجام شد، ۱۱۰ سویه *استافیلوکوک اورئوس* از بیماران واجد سوختگی و غیرسوختگی جدا شد که در نتیجه ۵۲/۷٪ سویه‌ها، مولد ژن *mecA* بودند. همچنین ۹۴/۵٪ از سویه‌ها در بیماران سوختگی و ۱۲/۷٪ از سویه‌ها در بیماران فاقد سوختگی مولد اینتگرون‌های کلاس ۱ گزارش شد (۱۷)، این نتیجه مانند یافته مطالعه حاضر، شیوع بالایی را نشان می‌داد. در مطالعه دیگری که توسط ویسی و همکاران در شهر سمنان انجام گرفت، از ۲۰۰ ایزوله *استافیلوکوک*، ۸۱ ایزوله حاوی ژن اینتگراز کلاس I بود که از این تعداد ۳۵ ایزوله (۲۳/۵٪) مربوط به *استافیلوکوک پیدرمیدیس*، ۳۷ ایزوله (۴۰/۱٪) مربوط به *استافیلوکوک اورئوس* و ۹ ایزوله (۳۶٪) مربوط به *استافیلوکوک ساپروفیتیکوس* گزارش شد (۱۸). مقایسه نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد شیوع این ژن‌ها در بیشتر مناطق کشور بالا بوده که نشانگر یک هشدار به افزایش مقاومت می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر حاکی از شیوع اینتگرون‌های کلاس I و افزایش سویه‌های مقاوم به متی‌سیلین و بیانگر انتشار گسترده سویه‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها بوده که یک نگرانی جدی برای سلامت جامعه محسوب می‌شود. لذا شناسایی این نوع از ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی، در جهت اجرای برنامه‌های کنترل عفونت و ممانعت از انتشار سویه‌های مقاوم، از اهمیت بالایی برخوردار است.

تشکر و قدردانی

(به شماره ۹۳۱۲۱۸۶۷۵۷) می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان به انجام رسیده است. بدین‌وسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از این معاونت محترم ابراز می‌دارند.

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی هیئت علمی تحت عنوان "شناسایی اینتگرون‌ها و کاست‌های ژنی مربوطه در ایزوله‌های بالینی گرم مثبت و گرم منفی" در سال ۱۳۹۴

References:

1. Khosravi Y, Tay ST, Vadivelu J. Analysis of integrons and associated gene cassettes of metallo- β -lactamase-positive *Pseudomonas aeruginosa* in Malaysia. *J Med Microbiol* 2011;60(7):988-94.
2. Partridge SR, Tsafnat G, Coiera E, Iredell JR. Gene cassettes and cassette arrays in mobile resistance integrons. *Fems Microbiol Rev* 2009;33(4):757-84.
3. Nandi S, Maurer JJ, Hofacre C, Summers AO. Gram-positive bacteria are a major reservoir of Class 1 antibiotic resistance integrons in poultry litter. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004;101(18):7118-22.
4. Tong SY, Davis JS, Eichenberger E, Holland TL, Fowler VG. *Staphylococcus aureus* infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clin Microbiol Rev* 2015;28(3):603-61.
5. Goldstein RER, Micallef SA, Gibbs SG, Davis JA, He X, George A, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) detected at four US wastewater treatment plants. *Environ Health Persp* 2012;120(11):1551.
6. Koeleman JG, Stoof J, Van Der Bijl MW, Vandenbroucke-Grauls CM, Savelkoul PH. Identification of epidemic strains of *Acinetobacter baumannii* by integrase gene PCR. *J Clin Microbiol* 2001;39(1):8-13.
7. Levesque C, Piche L, Larose C, Roy PH. PCR mapping of integrons reveals several novel combinations of resistance genes. *Antimicrob Agents Chemother* 1995;39(1):185-91.
8. Zhang K, Sparling J, Chow BL, Elsayed S, Hussain Z, Church DL, et al. New quadriplex PCR assay for detection of methicillin and mupirocin resistance and simultaneous discrimination of *Staphylococcus aureus* from coagulase-negative staphylococci. *J Clin Microbiol* 2004;42(11):4947-55.
9. Cockerill FR. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: twenty-first informational supplement: Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI); 2013 .p. 35-6.
10. Fatholahzadeh B, Emaneini M, Gilbert G, Udo E, Aligholi M, Modarressi MH, et al. Staphylococcal Cassette Chromosome mec (SCC mec) analysis and antimicrobial susceptibility patterns of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolates in Tehran, Iran. *Microb Drug Resist* 2008;14(3):217-20.
11. Japoni A, Alborzi A, Orafa F, Rasouli M, Farshad S. Distribution patterns of methicillin resistance genes (*mecA*) in *Staphylococcus aureus* isolated from clinical specimens. *Iran Biomed J* 2004;8(4):173-8.
12. Appelbaum PC. MRSA-the tip of the iceberg. *Clin Microbiol Infec* 2006;12(s2):3-10.
13. Nešvera J, Hochmannová J, Pátek M. An integron of class 1 is present on the plasmid pCG4 from gram-positive bacterium *Corynebacterium glutamicum*. *FEMS microbiol lett* 1998;169(2):391-5.
14. Clark NC, Olsvik O, Swenson JM, Spiegel CA, Tenover FC. Detection of a streptomycin/spectinomycin adenylyltransferase gene (*aadA*) in *Enterococcus faecalis*. *Antimicrob Agents Chemother* 1999;43(1):157-60.
15. Shi L, Zheng M, Xiao Z, Asakura M, Su J, Li L, et al. Unnoticed spread of class 1 integrons in gram-positive clinical strains isolated in Guangzhou, China. *Microbiol Immun* 2006;50(6):463-7.

16. Xu Z, Li L, Shirliff M, Peters B, Li B, Peng Y, et al. Resistance class 1 integron in clinical methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains in southern China, 2001-2006. *Clin Microbiol Infec* 2011;17(5):714-8.
17. Namvar AE, Khodaei F, Bijari A, Lari AR. Detection of integrons and Staphylococcal cassette chromosome (SCCmec) types in *Staphylococcus aureus* isolated from burn and non-burn patients. *Int J Health Sci* 2015;9(4):440-5.
18. Veise P, Ramazanzadeh R, Khiabani ZD, Derakhshi B, Amirmozafari N. Identification of class I integrons gene in *staphylococcus* strains isolated from clinical samples. *Cell Biol* 2013;1(3):24-27.