

شناسایی و تعیین ارتباط آلل های کاست *ccr* با مقاومت آنتی بیوتیکی در سویه های بالینی استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین

مهسا وفایی فر (Msc)^۱، محمد یوسف علیخانی (PhD)^۱، حامد طهماسبی (Msc)^۲، محمد رضا عربستانی (PhD)^{۳*}

۱- گروه میکروپزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۲- گروه میکروپزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۳- مرکز تحقیقات بروسوز، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان

دریافت: ۹۶/۲/۲۴، اصلاح: ۹۶/۷/۲۲، پذیرش: ۹۶/۸/۶

خلاصه

سابقه و هدف: مقاومت به متی سیلین و حضور کاست ژنی *CCR* در استافیلوکوک اورئوس، زمینه ظهور سویه های مقاوم به متی سیلین را فراهم کرده است. هدف از این مطالعه شناسایی آللهای کاست *CCR* در سویه های استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین و تعیین ارتباط حضور این کاستها با فرایند چندمقاومتی می باشد.

مواد و روشها: در این مطالعه توصیفی، ۱۳۵ ایزوله بالینی استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین براساس نوع عفونت های ایجاد شده جداسازی و با دیسک سفوکسیتین ۳۰ میکروگرم و ژن *mecA* تایید شدند. کاست ژنی *CCR* با پرایمرهای اختصاصی به روش Multiplex PCR بر روی ژن های *ccrA/B3*، *ccrA/B2*، *ccrA/B1*، *ccrA/B4*، *ccrC*، *ccrA2/B* موردشناسایی قرارگرفت.

یافته ها: از ۱۳۵ سویه استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین، بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی به پنی سیلین و اریترومايسين با فراوانی بیش از ۹۰ درصد اختصاص داشت. به ترتیب در ۲ ایزوله (۱/۳ درصد) برای ژن *ccrA/B1*، ۱۲ ایزوله (۸/۲ درصد) برای ژن *ccrA/B2*، ۱۵ ایزوله (۱۰/۳۴ درصد) برای ژن *ccrA/B3*، ۲ ایزوله (۱/۳ درصد) برای ژن *ccrA/B4*، ۴ ایزوله (۸/۲ درصد) برای ژن *ccrA2/B* و ۲۲ ایزوله (۱۵/۸۷ درصد) برای ژن *ccrC* مثبت بودند. ارتباط معنی داری بین حضور این ژنها و الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی مشاهده شد ($p=0/05$).

نتیجه گیری: کاست ژنی *CCR* می تواند زمینه مقاومت به آنتی بیوتیک های کلاس های مختلف در سویه های استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین را فراهم کند.

واژه های کلیدی: مقاومت دارویی، استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین.

مقدمه

متی سیلین می شود (۷). حضور برخی کاست های ژنی در باکتری استافیلوکوک اورئوس، می تواند علاوه بر اینکه مقاومت های بتالاکتامی، از قبیل متی سیلین را رقم می زند، سبب ظهور برخی سویه هایی شود که به طیف وسیعی از آنتی بیوتیک ها مختلف مقاومت دارند. یکی از مهمترین کاست های ژنی استافیلوکوک اورئوس، کاست ژنی *CCR* می باشد (۸). *CCR* یک کدکننده ریکامبیناز می باشد که توسط المنتی متحرک در سویه های استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین کد می شود و سبب پایه ریزی مبنای طبقه بندی *SCCmec* شده است. حضور مشترک این توالی ها بر روی این المنت متحرک ژنتیکی که در سال ۱۹۹۱ توسط Ito و همکاران مورد شناسایی قرار گرفت، سبب اجماع مجموعه های *ccr* و *SCCmec* در یک توالی متحرک شده اند (۹). همین امر زمینه شکل گیری انواع *ccr* و *SCCmec* در گونه های مختلف استافیلوکوک را رقم زده است. ریکامبیناز تولید شده توسط *CCR* می تواند باعث تحرک این کاست در ژنوم استافیلوکوک اورئوس شود، همچنین این آنزیم سبب فعالیت ورود/ خروج در محل

در سال ۱۹۶۱ مقاومت به پنی سیلین به طور کامل گسترش پیدا کرد و تا جایی پیش رفت که این باکتری علاوه بر پنی سیلین به داروهای دیگری از جمله متی سیلین، نفی سیلین و اوگزاسیلین و طیف گسترده ای از گروه های آنتی بیوتیکی دیگر مانند فلوروکوئینولونها، مقاوم شد (۱۰). در این بین متی سیلین یکی از مهمترین آنتی بیوتیکهایی بود که برای درمان از آن استفاده شد و زمینه سازی ظهور یک عصر جدید را در مقاومت به متی سیلین را رقم زد (۱۱). متی سیلین از جمله آنتی بیوتیکهای بتالاکتامی می باشد که با اتصال به PBPs باعث مهار ترانس پپتیدازها، ممانعت از ساخت پپتیدوگلیکان باکتری و بدنبال آن تخریب دیواره سلولی می شود و در نهایت مرگ باکتری را در پی دارد (۵). مصرف متی سیلین بعد از گذشت مدتی در استاف اورئوس ایجاد مقاومت کرد و عامل پدید آمدن نسلی جدید از استاف اورئوس به نام استاف اورئوس مقاوم به متی سیلین (MRSA) (*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*) شد (۶). حضور ژن *mecA* منجر به بروز استافیلوکوک اورئوس های مقاوم به

این مقاله حاصل طرح هیئت علمی با شماره ۹۵۱۰۱۴۵۹۶۲ دانشگاه علوم پزشکی همدان می باشد.

*مسئول مقاله: دکتر محمدرضا عربستانی

آدرس: همدان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات بروسوز. تلفن: ۰۸۱-۳۸۳۸۰۷۷

برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از روش های آماری توصیفی (تعیین فراوانی، درصد و میانگین) و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. همچنین آزمون آماری کای-دو برای مقایسه یافته های کیفی و تست مثبت مستقل برای مقایسه یافته های کمی مورد استفاده قرار گرفتند و $p \leq 0.05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

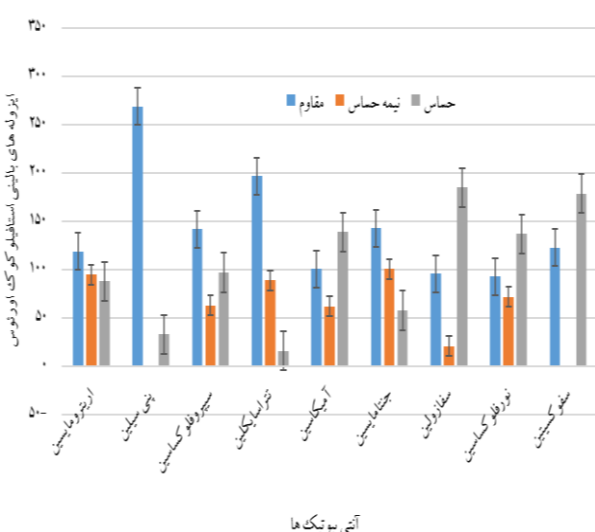
از این رو مطالعه بر روی پروفايل های مقاومتی و بررسی الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی در حضور یا عدم حضور کاست CCF می تواند شناسایی سويه های دارای مقاومت چند دارویی را تسريع بخشد. لذا هدف از این مطالعه شناسایی آللهای کاست CCF در سويه های استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین و تعیین ارتباط حضور این آللهها با فرايند چندمقاومتی می باشد.

جدول ۱. لیست پرایمرهای مورد استفاده جهت شناسایی سویه های استافیلوکوک مقاوم به متی سیلین و دارای فاکتورهای چسبندگی

ژنهای مورد بررسی	توالی نوکلئوتیدی	طول امپلیکون	منبع
<i>ccrA/B1</i>	CTT TCA CGA TAG ACA CAG TAA AAG AAG TTC ATA GCC GTT AAA TTG G	۱۰۲۲	(۱۴)
<i>ccrA/B2</i>	GCA TTC ATC ATC AAT CAA AAT G CTA TAA CCT TCT GTG CTT TGC A	۹۶۲	(۱۴)
<i>ccrA/B3</i>	TCC GTA ATA AGA AGC AAC TTC AC ACT ATA GCC TTC AGT ACT TTG GA	۷۰۶	(۱۴)
<i>ccrA/B4</i>	TGA AGA AGC ACA AGA GCG GC CTG CAC CAC ATT TTG GGC AC	۱۵۵۵	(۱۴)
<i>ccrC</i>	CGTCTATTACAAGATGTTAAGGATAAT CCTTTATAGACTGGATTATTCAAAATA	۵۱۸	(۱۴)
<i>ccrA2-B</i>	ATTGCCTTGATAATAGCCYTCT TAAAGGCATCAATGCACAAACACT	۴۶۰	(۱۴)
<i>mecA</i>	AGAAGATGGTATGTGGAAGTTAG ATGTATGTGCGATTGTATTGC	۵۸۳	(۱۵)
<i>nucA</i>	AGCCAAGCCTTGACGAACATAAGC GCGATTGATGGTGAT ACGGTT	۲۷۰	(۱۶)

یافته‌ها

ارتباط معنی داری بین سویه های دارای مقاومت چند گانه و حضور ژن های کاست *ccr* مشاهده شد. بطوریکه مقادیر *P.value* بدست آمده برای ژن *ccrA/B1* مقدار ۰/۰۳۹، برای ژن *ccrA/B2* مقدار ۰/۰۱۱، برای ژن *ccrA/B3* مقدار ۰/۰۲۶، برای ژن *ccrA/B4* مقدار ۰/۰۳۹، برای ژن *ccrC* مقدار ۰/۰۴۱ و برای ژن *mecA* مقدار ۰/۰۵ بدست آمد (جدول ۲).



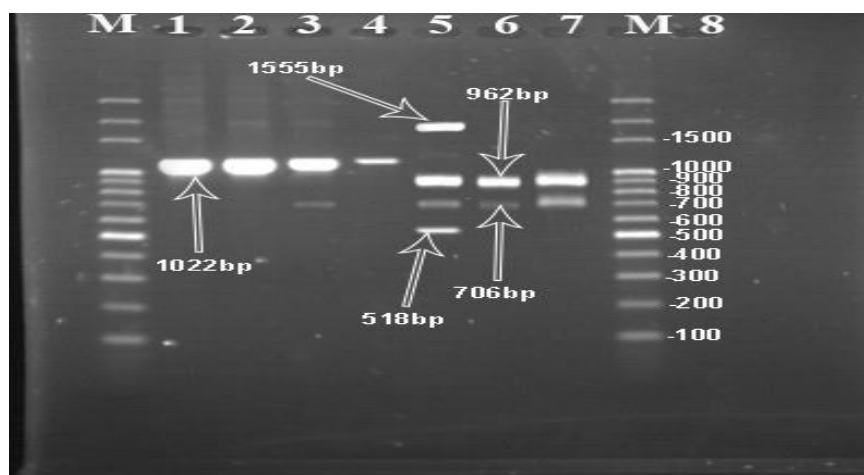
نمودار ۱. فراوانی الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی ایزوله های بالینی استافیلوکوک اورئوس

از ۲۶۹ ایزوله استافیلوکوک اورئوس، ۱۳۵ ایزوله بالینی (۵۰/۱۸٪) استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین تعیین شد. از این میان، ۲۲ ایزوله (۱۶/۲۹٪) از زخم، ۳۲ ایزوله (۳۳/۷۱٪) از خون، ۴۱ ایزوله (۳۱/۰۶٪) از ادرار، ۹ ایزوله (۹/۶٪) از ترشه، ۶ ایزوله (۴/۴۲٪) از کاتتر، ۱۰ ایزوله (۷/۵٪) از سوپ و ۱۵ ایزوله (۱۱/۹٪) از بیماران سرپایی جدا سازی شد. همچنین از میان ۳۵۰ ایزوله بالینی استافیلوکوک اورئوس جدا شده از نمونه های بالینی مختلف، ۵۹ ایزوله (۳۳/۳٪) دارای قطر هاله ۱۴ و مقاوم به سفنازیدیم بودند، ۸۷ ایزوله (۷۵/۱٪) دارای قطر هاله ۲۵ میلیمتر و مقاوم به اریترومایسین ۵ میکروگرم، ۱۱۵ ایزوله (۳۳/۳٪) دارای قطر هاله ۲۹ میلیمتر و مقاوم به پنی سیلین ۱۰ واحدی، ۱۰۵ ایزوله (۷۳/۵۳٪) دارای قطر هاله کمتر از ۱۸ و مقاوم به نوافلوکساسین ۱۵ میکروگرمی، ۶۵ ایزوله (۴۳/۵۳٪) دارای قطر هاله کمتر از ۱۸ و مقاوم به گاتی فلوکساسین ۱۵ میکروگرمی و ۹۹ ایزوله (۷۰/۶۳٪) دارای قطر هاله ۱۸ و مقاوم به اوفلوکساسین ۵ میکروگرمی بودند. (نمودار ۱).

همچنین، کاست ژنی *ccr* در مطالعه حاضر که بر روی ژن های *ccrA/B1*، *ccrA/B2*، *ccrA/B3*، *ccrA/B4*، *ccrA2/B*، *ccrC* صورت گرفته بود، به ترتیب در ۲ ایزوله (۱/۳٪) برای ژن *ccrA/B1*، ۱۲ ایزوله (۸/۲٪) برای ژن *ccrA/B2*، ۱۵ ایزوله (۱۰/۳۴٪) برای ژن *ccrA/B3*، ۲ ایزوله (۱/۳٪) برای ژن *ccrA/B4*، ۴ ایزوله (۸/۲٪) برای ژن *ccrA2/B* و ۲۲ ایزوله (۱۵/۸۷٪) برای ژن *ccrC* مثبت بودند (شکل ۱). ارتباط معنی داری بین حضور این ژنها و پراکندگی آنتی بیوتیکی مشاهده شد ($p=0/05$). در این بین، بیشترین فراوانی ژن های مورد مطالعه از نمونه های ادرار و خون بود. همچنین

جدول ۲. فراوانی ژن های تایپ های مختلف لوکوس *CCR* در ایزوله های استافیلوکوک اورئوس جدا شده از نمونه های بالینی مختلف

ژن مورد مطالعه	خون	ادرار	زخم	بینی	ترشحات	آبسه	کاتاتر	سرپایی	تعداد ایزوله های دارای
<i>ccrA/B1</i>	—	۲	—	—	—	—	—	—	۲
<i>ccrA/B2</i>	۲	۸	۲	—	—	—	—	—	۱۲
<i>ccrA/B3</i>	۷	۵	۳	—	—	—	—	—	۱۵
<i>ccrA/B4</i>	—	۲	—	—	—	—	—	—	۲
<i>ccrA2/B</i>	۱	—	۳	—	—	—	—	—	۴
<i>ccrC</i>	۸	۱۳	۱	—	—	—	—	—	۲۲



شکل ۱. نتیجه الکتروفورز تکثیر موفقیت آمیز محصولات ژن های *ccrA/B1*، *ccrA/B2*، *ccrA/B3*، *ccrA/B4* و *ccrA2/B*، با طول آمپلیکون ۱۰۲۲ جفت باز برای ژن *ccrA/B1* ۹۶۲ جفت باز برای ژن *ccrA/B2* ۷۰۶ جفت باز برای ژن *ccrA/B3* و ۱۵۵۰ جفت باز برای ژن *ccrA/B4* بر روی ژل آگارز ۲/۵ درصد. چاهک ۱ تا ۶ نمونه های مثبت از نظر حضور ژن ها. چاهک ۷ کنترل مثبت، چاهک ۸ کنترل منفی. چاهک M مارکر با طول ۱۰۰ جفت باز. از سویه استافیلوکوک اورئوس ATCC33591 به عنوان سویه استاندارد کنترل مثبت و از سویه استاندارد استافیلوکوک اورئوس ATCC25923 برای کنترل منفی استفاده شد.

بحث و نتیجه گیری

صددرد دارند (۲۱). همچنین در مطالعاتی که Tafaroji و همکاران در شهر قم داشتند، بیشترین مقاومت به آنتی بیوتیک های پنی سیلین و کلیندامایسین مشاهده شد (۲۲). در شهر همدان، Arabestani و همکاران نشان دادند که بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی در سویه های استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین پنی سیلین، جنتامایسین و سیپروفلوکساسین می باشد که الگوی با فراوانی بیش از ۹۰ درصدی را به خود اختصاص داده اند (۲۳). الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی در مطالعه حاضر با مطالعات ذکر شده کاملاً همخوانی داشت. البته در برخی مطالعات صورت گرفته در شهرهای مختلف ایران و همچنین سایر کشورهای دیگر، شیوع مقاومت آنتی بیوتیکی متفاوتی را می توان دید. این امر را می توان به فرهنگ مصرف دارو، الگوی صحیح ارائه نسخه توسط پزشکان، عدم گسترش سویه های جهش زا و همچنین آب و هوای منطقه نسبت داد. کاست ژنی *ccr* در مطالعه حاضر که بر روی ژنهای *ccrA/B1*، *ccrA/B2*، *ccrA/B3*، *ccrA/B4*، *ccrA2/B*، *ccrC* صورت گرفته بود، به ترتیب دارای فراوانی ۱/۳ درصد، ۸/۲ درصد، ۱۰/۳۴ درصد، ۱/۳ درصد، ۲/۷۵ درصد و ۱۵/۸۷ درصد گزارش شد. در مطالعاتی که Urushibara و همکاران و Zhang همکاران بر روی کاست ژنی *CCR* انجام داده بودند نتایجی مشابه بدست آمده در این مطالعه را در

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی به پنی سیلین و اریترومایسین با فراوانی بیش از ۹۰ درصد بود. این در حالی بود که مقاومت به ونکومایسین چه به صورت حدواسط و چه به صورت کامل در این مطالعه دیده نشد. حضور استافیلوکوک اورئوس بعنوان یکی از مهم ترین باکتری های مطرح شده در بروز انواع بیماری های مختلف پیوسته مورد توجه بوده است. این باکتری که در گروه باکتری های بیمارستانی جای گرفته است با طی کردن دوره های زمانی متفاوتی به طیف بسیار گسترده ای آنتی بیوتیک ها مقاومت نسبی و حتی صددردی پیدا کرده است، بطوریکه از سال ۱۹۵۰ تا کنون، ظهور سویه ها و زیر سویه های متنوع و خطرناکی را در این باکتری شاهد بوده ایم (۱۹). استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین (*MRSA*) که از اواسط قرن نوزدهم شناسایی و معرفی شد، تاکنون توانسته است، قربانیان بسیار زیادی را بگیرد. این سویه خطرناک که در ابتدای ظهور فقط در بیمارستان ها و بیماران درگیر دیده می شد، با گذشت اندک زمانی به میان جامعه نیز راه پیدا کرد و بصورت ناقل خود را به مکان های متفاوتی رساند (۲۰). در بررسی های صورت گرفته توسط Akia و همکاران در ساوه، مشخص شد که بیش از ۹۰ درصد از ایزوله های بالینی مورد مطالعه به آنتی بیوتیک های پنی سیلین، اریترومایسین و جنتامایسین مقاومت

کاست CCR و مقاومت های چند گانه آنتی بیوتیکی در استافیلوکوک اورئوس مقاوم به متی سیلین، در کنار مقاومت به آنتی بیوتیک های بتالاکتامی، می تواند سبب مقاومت به سایر کلاس های آنتی بیوتیکی نیز شود. با توجه به این امر، لزوم شناسایی بهتر و دقیق تر سویه های مقاوم به متی سیلین استافیلوکوک اورئوس از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان جهت حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می گردد.

پی داشت (۲۴ و ۲۵). البته در مطالعه صورت گرفته توسط Ito و همکاران در کشور ژاپن با نتایج بدست آمده در گزارشات مطالعه حاضر تفاوت داشت (۱۳). علاوه بر این در مطالعاتی که Havaei و همکاران در اصفهان داشتند، مشخص شد که ژن ccrC دارای بیشترین فراوانی در بین ژن های کاست CCR می باشد (۱۵). همچنین مطالعات Hill-Cawthorne و همکاران در عربستان نیز فراوانی ژنی مشابهی را نشان داد (۱۲). از نظر ارتباط بین ژن های مورد مطالعه و سویه های دارای مقاومت چند دارویی، ارتباط معنی داری دیده شد. این در حالی است که Petrelli و همکاران در ایتالیا، Murugesan و همکاران در هند و بین حضور ژن های کاست CCR و حضور سویه های دارای مقاومت چندگانه ارتباط معنی داری گزارش کردند (۲۶ و ۲۷). احتمال وجود ارتباط بین حضور و فعالیت ژن های

Identification and Determination of the Relationship between *ccr* Alleles and Antibiotic Resistance in Clinical Isolates of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*

M. Vafaefar (Msc)¹, M. Yousef Alikhani (PhD)¹, H. Tahmasebi (Msc)², M.R. Arabestani (PhD)^{*3}

1.Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, I.R.Iran

2.Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, I.R.Iran

3.Brucellosis Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, I.R.Iran

J Babol Univ Med Sci; 19(12); Dec 2017; PP: 28-35

Received: May 14th 2017, Revised: Oct 14th 2017, Accepted: Oct 28th 2017.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Resistance to methicillin and the presence of the *ccr* gene in *Staphylococcus aureus* have provided the basis for the emergence of methicillin resistant strains. The aim of this study was to identify the *ccr* cassette alleles in methicillin-resistant *S.aureus* strains and to determine the relationship between the presence of these casts with a multivariate process.

METHODS: In this study, 135 clinical isolates of methicillin-resistant *S.aureus* was isolated by genotypic methods. *ccr* gene cassette was evaluated qualitatively by multiplex PCR method. Data was analyzed using SPSS version 16 and also, the chi - square test was used.

FINDINGS: Out of 135 strains of *S.aureus* resistant to methicillin, penicillin and erythromycin antibiotic resistance were the most frequent, more than 90%, respectively. Also, *ccr* gene cassette in the study on genes *ccrA/B1*, *ccrA/B2*, *ccrA/B3*, *ccrA/B4*, *ccrA2/B*, *ccrC* had taken place, respectively, in 2 isolates (1.3%) for gene *ccrA/B1*, 12 isolates (8.2%) *ccrA/B2*, 15 isolates (10.34 %) *ccrA/B3*, 2 isolates (1.3%) *ccrA/B4*, 4 isolates (8.2 percent) *ccrA2/B* and 22 isolates (15.87 %) were positive for the gene *ccrC*. A significant correlation between the presence of these genes and antibiotic distribution was observed ($p=0.05$).

CONCLUSION: The *ccr* gene cassette can provide a background of resistance to various antibiotics in methicillin-resistant *S.aureus* strains.

KEY WORDS: Antibiotic Resistance, Methicillin Resistance *Staphylococcus Aureus*, *Ccr* Cassettes.

Please cite this article as follows:

Vafaefar M, Yousef Alikhani M, Tahmasebi H, Arabestani MR. Identification and Determination of the Relationship between *ccr* Alleles and Antibiotic Resistance in Clinical Isolates of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. J Babol Univ Med Sci. 2017;19(12):28-35.

* Corresponding author: M.R. Arabestani (PhD)

Address: Brucellosis Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, I.R.Iran

Tel: +98 81 3838077

E-mail: mohammad.arabestani@gmail.com

References

- 1.Zong Z. Characterization of a complex context containing mecA but lacking genes encoding cassette chromosome recombinases in *Staphylococcus haemolyticus*. BMC Microbiol. 2013;13(1):64.
- 2.Agnoletti F, Mazzolini E, Bacchin C, Bano L, Berto G, Rigoli R, et al. First reporting of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ST398 in an industrial rabbit holding and in farm-related people. Vet Microbiol. 2014;170(1-2):172-7.
- 3.Taylor AR. Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus* Infections. Prim Care. 2013;40(3):637-54.
- 4.Zeyni B, Arabestani M, YuosefiMashof R, Tahmasebi H. Evaluation of Real-time PCR-based DNA melting method for detection of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* in clinical isolates. J Babol Univ Med Sci. 2017;19(2):26-33.[In Persian].
- 5.Khazaei S, Pourtahmaseby P, Kanani M, Madani SH, Malekianzadeh E. *Staphylococcus aureus* resistance to vancomycin: a six years survey,(2006-2012). Med J Tabriz Univ Med Sci Health Serv. 2013;35(5):40-5.[In Persian].
- 6.Santosaningsih D, Santoso S, Budayanti NS, Suata K, Lestari ES, Wahjono H, et al. Characterisation of clinical *Staphylococcus aureus* isolates harbouring mecA or Panton-Valentine leukocidin genes from four tertiary care hospitals in Indonesia. Trop Med Int Health. 2016;21(5):610-8.
- 7.Sahebnasagh R, Saderi H, Owlia P. The Prevalence of Resistance to Methicillin in *Staphylococcus aureus* Strains Isolated from Patients by PCR Method for Detec-tion of mecA and nuc Genes. Iran J Public Health. 2014;43(1):84-92.
- 8.Yancheng Y, Hang C, Renjie Z, Xiancai R. Application of the SCCmec element in the molecular typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Yi chuan = Hereditas. 2015;37(5):442-51.
- 9.Khokhlova O, Tomita Y, Hung WC, Takano T, Iwao Y, Higuchi W, et al. Elderly infection in the community due to ST5/SCCmecII methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (the New York/Japan clone) in Japan: Panton-Valentine leukocidin-negative necrotizing pneumonia. J Microbiol Immunol Infect. 2015;48(3):335-9.
- 10.Monecke S, Jatzwauk L, Muller E, Nitschke H, Pfohl K, Slickers P, Ehricht R. Diversity of SCCmec elements in *staphylococcus aureus* as observed in south-eastern germany. PLoS One. 2016;11(9).
- 11.Halebeedu Prakash P, Rajan V, Gopal S. Predominance of SCCmec types IV and V among biofilm producing device-associated *Staphylococcus aureus* strains isolated from tertiary care hospitals in Mysuru, India. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2017;35(4):229-35.
- 12.Hill-Cawthorne GA, Hudson LO, El Ghany MFA, Piepenburg O, Nair M, Dodgson A, et al. Recombinations in staphylococcal cassette chromosome mec elements compromise the molecular detection of methicillin resistance in *staphylococcus aureus*. PloS one. 2014;9(6):101419.
- 13.Ito T, Kuwahara-Arai K, Katayama Y, Uehara Y, Han X, Kondo Y, et al. Staphylococcal cassette chromosome mec (SCCmec) analysis of MRSA. Methods Mol Biol. 2014;1085:131-48.
- 14.Zhang K, McClure J-A, Elsayed S, Louie T, Conly JM. Novel Multiplex PCR Assay for Characterization and Concomitant Subtyping of Staphylococcal Cassette Chromosome mec Types I to V in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Journal of Clinical Microbiology. 2005;43(10):5026-33.
- 15.Havaei SA, Azimian A, Fazeli H, Naderi M, Ghazvini K, Samiee SM, et al. Genetic Characterization of Methicillin Resistant and Sensitive, Vancomycin Intermediate *Staphylococcus aureus* Strains Isolated from Different Iranian Hospitals. ISRN Microbiology. 2012;2012:6.
- 16.Karmakar A, Dua P, Ghosh C. Biochemical and Molecular Analysis of *Staphylococcus aureus* Clinical Isolates from Hospitalized Patients. Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology. 2016;2016:7
- 17.CLSI. M100-S25 performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Twenty-fifth informational supplement; 2015.

18. Bokaeian M, Adabi J, Zeyni B, Tahmasebi H. The Presence of aac (6') Ie / aph (2''), aph (3') - IIIa1, ant (4') - Ia1 Genes and Determining Methicillin Resistance in Staphylococcus Epidermidis and Staphylococcus Saprophyticus Strains Isolated from Clinical Specimens. Arak Med Univ J. 2017;19(11):11-25. [In Persian].
19. Shashindran N, Nagasundaram N, Thappa DM, Sistla S. Can panton valentine leukocidin gene and clindamycin susceptibility serve as predictors of community origin of mrsa from skin and soft tissue infections?. J Clin Diagn Res. 2016;10(1):DC01-4.
20. Gomez P, Lozano C, Camacho MC, Lima-Barbero JF, Hernandez JM, Zarazaga M, et al. Detection of MRSA ST3061-t843-mecC and ST398-t011-mecA in white stork nestlings exposed to human residues. J Antimicrob Chemother. 2016;71(1):53-7.
21. Akia A AK. The prevalence of van gene alleles in clinical isolates of Staphylococcus aureus. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 2017;21(6):64-71.[In Persian].
22. Tafaraji J, Aghaali M, Heydari H. An investigation of the frequency of staphylococcus aureus nasal carriers and its antibiotic susceptibility pattern in the staff of different wards of qom hazrat masumeh hospital, 2015, Iran. Qom Univ Med Sci J. 2017;10(11):79-84. [In Persian].
23. Arabestani MR, Rastiany S, Mousavi SF, Ghafel S, Alikhani MY. Identification of toxic shock syndrom and exfoliative toxin genes of Staphylococcus aureus in carrier persons, resistant and susceptible methicillin. Tehran Univ Med J. 2015;73(8):554-60.
24. Urushibara N, Paul SK, Hossain MA, Kawaguchiya M, Kobayashi N. Analysis of Staphylococcal cassette chromosome mec in Staphylococcus haemolyticus and Staphylococcus sciuri: identification of a novel ccr gene complex with a newly identified ccrA allotype (ccrA7). Microb Drug Resist. 2011;17(2):291-7.
25. Zhang K, McClure JA, Elsayed S, Conly JM. Novel staphylococcal cassette chromosome mec type, tentatively designated type VIII, harboring class A mec and type 4 ccr gene complexes in a Canadian epidemic strain of methicillin-resistant Staphylococcus aureus. Antimicrob Agents Chemother. 2009;53(2):531-40.
26. Petrelli D, Repetto A, D'Ercole S, Rombini S, Ripa S, Prenna M, et al. Analysis of methicillin-susceptible and methicillin-resistant biofilm-forming Staphylococcus aureus from catheter infections isolated in a large Italian hospital. J Medical Microbiol. 2008;57(3):364-72.
27. Murugesan S, Perumal N, Mahalingam SP, Dilliappan SK, Krishnan P. Analysis of antibiotic resistance genes and its associated SCCmec types among nasal carriage of methicillin resistant coagulase negative staphylococci from community settings, chennai, southern India. J Clin Diagn Res. 2015;9(8):Dc01-5.