

بررسی میزان وفور ژنوتیپ بیجینگ در سویه‌های مایکوباکتریوم توبرکلوزیس جدا شده از بیماران مسلول

چکیده

زمینه و هدف: اپیدمیولوژی مولکولی به معنی استفاده از تکنیک‌های مولکولی مانند Spoligotyping، RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) و VNTR (Variable Number Tandem Repeats) برای مطالعه انتشار باکتری‌ها در جامعه می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی فراوانی سویه‌های مختلف مایکوباکتریوم توبرکلوزیس جدا شده از بیماران مسلول با تکنیک اسپولیگوتایپینگ و ارزیابی ریسک فاکتورهای مربوطه می‌باشد. روش بررسی: در این مطالعه مقطعی - تحلیلی، ۴۳۹ بیمار مراجعه کننده به بیمارستان مسیح دانشوری، مرکز آزمایشگاه رفرانس سل کشوری، طی سالهای ۸۴-۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفتند. سویه‌های مایکوباکتریوم توبرکلوزیس بعد از شناسایی و انجام آزمون‌های آنتی‌بیوگرام با روش اسپولیگوتایپینگ، تیپ‌بندی شدند و در نهایت با استفاده از تست‌های t و χ^2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: اسپولیگوتایپینگ منتج به ایجاد ۱۴۰ طرح گردید که متعلق به سه گروه ژنتیکی اصلی (I, II, III) می‌باشند. اکثریت الگوهای اسپولیگوتایپ بدست آمده (۸۷/۱٪) منحصر به فرد بوده و برای اولین بار در ایران گزارش می‌شوند، در حالی که مابقی آنها (۱۲/۸٪) مطابق با طرح‌های موجود در بانک جهانی اسپولیگوتایپینگ بودند که از سایر نقاط دنیا نیز گزارش شده‌اند. همچنین غالب‌ترین فامیل در این مطالعه متعلق به فامیل Haarlem می‌باشد. جالب اینکه فقط ۶/۳٪ از سویه‌ها به فامیل بیجینگ تعلق داشتند و اکثریت سویه‌ها مربوط به زیر گروه غیربیجینگ بود. سویه‌های مقاوم به چند دارو، بیش‌تر در گروه تکاملی ۱ دیده شدند. در حالت کلی، مقاومت آنتی‌بیوتیکی بالایی در سویه‌های جدا شده از بیماران افغانی دیده شد ($P < 0.001$).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که سویه‌های مقاوم به چند دارو در باکتری‌های جدا شده از بیماران افغانی ساکن در ایران خیلی بالا بود؛ بعلاوه، وجود فامیل بیجینگ در میان سویه‌های جدا شده از بیماران ایرانی، بایستی جدی در نظر گرفته شود. همچنین مطالعات بیش‌تری برای روشن شدن اهمیت سایر فاکتورهای مهم در کنترل سل نیاز است.

کلیدواژه‌ها: ۱- سل ۲- مقاومت ۳- آنتی‌بیوتیک ۴- اسپولیگوتایپینگ ۵- بیجینگ

*دکتر نور امیرمظفری I

رشید رمضانزاده II

دکتر پریسا فرنیا III

دکتر فریده قاضی IV

تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۵، تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۲/۱۳

I) دانشیار گروه میکروپزشناسی، دانشکده پزشکی، تقاطع بزرگراه شهید همت و شیخ فضل‌الله نوری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران (*مؤلف مسؤول).

II) دانشجوی دکتری باکتری‌شناسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران.

III) استادیار گروه میکروپزشناسی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران.

IV) استادیار گروه میکروپزشناسی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران، تهران، ایران.

مقدمه

سل یکی از معضلات اصلی جهان بوده و هر سال ۳ میلیون نفر جان خود را به علت ابتلا به این بیماری از دست می‌دهند. تخمین زده می‌شود که ^(۱) از جمعیت دنیا به باکتری مایکوباکتریوم توبرکلوزیس ^(۲) آلوده باشند. علی‌رغم اینکه از ۵۰ سال گذشته داروهای ضد سل قابل دسترس می‌باشند، هر سال ۱۰ میلیون مورد جدید به تعداد افراد آلوده اضافه می‌گردد. ^(۳)

اولین بار مایکوباکتریوم توبرکلوزیس در سال ۱۸۸۲ توسط کخ به عنوان عامل ایجاد کننده سل معرفی شد. ^(۴) پس از آن، سایر اعضاء کمپلکس مایکوباکتریوم توبرکلوزیس شناسایی شدند که شامل مایکوباکتریوم افریکانوم، مایکوباکتریوم بوویس و مایکوباکتریوم میکروتی بود که قادر به ایجاد بیماری در انسان و حیوانات هستند. ^(۵)

به طور طبیعی بیماران مسلول با یک سویه از مایکوباکتریوم توبرکلوزیس آلوده می‌شوند که ایمنی قابل انتقال به سایر سویه‌های مایکوباکتریوم توبرکلوزیس ایجاد می‌کند؛ هر چند که امروزه عفونت‌های ایجاد شده با دو یا چند سویه مایکوباکتریوم نیز در انسان دیده شده است.

عفونت مخلوط (عفونت با بیش از یک سویه مایکوباکتریوم توبرکلوزیس)، عفونت مجدد (عفونت با سویه دیگری از مایکوباکتریوم توبرکلوزیس) و عود عفونت (بازگشت بیماری پس از درمان عفونت اولیه) باعث ایجاد مشکل در تفسیر نتایج تعیین حساسیت دارویی و بررسی اپیدمیولوژیکی سل می‌گردند. ^(۶) بعلاوه روند توسعه بیماری توسط فاکتورهای مانند سوء تغذیه، الکلیسم، بی‌خانمانی، بیماری ریوی شغلی، نقص ویتامین د، پلی‌مورفیسم، NRAMP1 (Natural resistance-associated macrophage protein one)، فاکتورهای دموگرافیک، مهاجرت، ایدز و سویه‌های مقاوم به چند دارو تحت تاثیر قرار می‌گیرد. ^(۷-۹)

تظاهرات بالینی سل در بین نژادهای مختلف، متفاوت می‌باشد. توسعه نقل و انتقالات و مهاجرت نیز تهدید جهانی می‌باشند. ^(۱۰) با در نظر گرفتن این فاکتورها، یک برنامه کنترل کارآمد برای سیستم پایش بین‌المللی نیاز است که قادر به بررسی انتقال سل در جهان باشد. ^(۱۱)

برای فهم بهتر فاکتورهایی که انتقال سل را در جامعه تحت تاثیر قرار می‌دهند و همچنین برای ارزیابی برنامه‌های کنترل منطقه‌ای، شناسایی سویه‌ها می‌تواند به عنوان یک ابزار اساسی و مفید در تحقیقات اپیدمیولوژیکی - مولکولی بکار رود. شناسایی سویه‌ها توسط تکنیک‌های استاندارد مولکولی انجام می‌شود که برای مقایسه سویه‌ها بین آزمایشگاه‌ها، مناطق، کشورها و قاره‌ها بکار می‌رود. ^(۱۲) بعلاوه شناسایی سویه‌ها می‌تواند برای تعیین سویه‌های شایع و تمایز آنها از سویه‌های نامربوط اپیدمیولوژیکی مفید باشد.

به نظر می‌رسد تمام سویه‌های درگیر در شیوع یک عفونت به صورت کلونال باشند. فامیل‌های کلونال مربوط به هم از *M. tuberculosis* (Mycobacterium) توسط روشهای تیپ‌بندی مولکولی تعیین می‌گردند که ممکن است به ناحیه خاصی محدود شود یا در کل جهان منتشر شوند. ^(۱۳) یکی از این فامیلها، فامیل بیجینگ (Beijing family) می‌باشد که در پکن (چین) در سال ۱۹۹۲ شناسایی شد و سپس از نقاط دیگر دنیا نیز گزارش شد. ^(۱۴) مطالعات متعدد نشان داد که این فامیل در ارتباط با مقاومت دارویی و سازگاری شدید به زیست داخل سلولی می‌باشند؛ این فامیل اغلب دارای بیش از ۲۰ کپی از IS6110 در ژنوم خود هستند و طرح بانندی (Band pattern) آنها شدیداً به هم شبیه بوده که آنالیز کامپیوتری باندها را مشکل می‌کند. ^(۱۵) از نظر ژنتیکی این سویه‌ها شدیداً به هم مربوط بوده که تمایز آنها با تکنیک‌های مورد استفاده مشکل می‌باشد؛ ^(۱۶) لذا برای تعیین این سویه‌ها به تکنیک‌های بسیار دقیق نیاز

سویه‌ها براساس پلی‌مورفیسم DRها امکانپذیر خواهد بود. این مطالعه برای شناسایی فامیل‌های مختلف از جمله فامیل بیجینگ در سویه‌های بالینی جدا شده از بیماران مسلول در تهران و بررسی فاکتورهای دخیل در انتقال آنها انجام گرفت.

روش بررسی

جامعه آماری این مطالعه شامل ۳۴۵ بیمار مراجعه کننده به بیمارستان مسیح دانشوری، مرکز آزمایشگاه رفرانس سل کشوری، طی سالهای ۸۴-۱۳۸۳ می‌باشد.

روشهای آزمایشگاهی تشخیص و تعیین حساسیت شامل موارد زیر می‌باشد.

از محیط LJ (Lowenstein Jensen) به عنوان محیط انتخابی برای جداسازی اولیه سویه‌های میکوباکتریوم استفاده شد و برای شناسایی سویه‌ها از تستهای نیاسین، کاتالاز و احیاء نیترات استفاده گردید. تستهای حساسیت دارویی به وسیله یک روش نسبی غیرمستقیم انجام شد.^(۱۰)

برای تعیین حساسیت از داروهای ایزونیاژید، ریفامپین، استرپتومایسین و اتامبوتول به ترتیب با غلظت‌های ۰/۲، ۳۰، ۵ و ۱۵ میکروگرم در میلی‌لیتر از محیط LJ استفاده گردید. حساسیت هر سویه با تعیین نسبت رشد باسیل‌های مقاوم به یک دارو در مقایسه با رشد در محیط کنترل بدون آنتی‌بیوتیک، با استفاده از معیارهای بین‌المللی تعیین شد.

مقاومت هر سویه معادل رشد ۱٪ یا بیش‌تر سویه‌ها تعریف شد. در هر آزمایش تعیین حساسیت دارویی با معیارهای کنترل کیفی بین‌المللی، مورد کنترل کیفی قرار گرفت.

این مطالعه از نوع مقطعی - تحلیلی بوده و نتایج بدست آمده با استفاده از تستهای t و Chi-square مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

اسپولیگوتایپینگ سویه‌های میکوباکتریوم توبرکلوزیس با استفاده از روش استاندارد انجام شد.^(۱۱) به طور خلاصه، اینکه نواحی فاصله‌انداز با استفاده از

است. با ظهور تکنیک‌های مولکولی، تحقیقات مربوط به سل، ابزارهای جدید و قدرتمندی برای فهم بهتر خصوصیات فیلوژنتیک و انتقال M. tuberculosis پیدا کرد.

اخیراً از روش مولکولی اسپولیگوتایپینگ (Spoligotyping) برای تمایز این فامیل از سایر سویه‌ها استفاده می‌شود. اسپولیگوتایپینگ بر پایه PCR (Polymerase chain reaction)، یک روش سریع و نسبتاً ارزان می‌باشد که به راحتی در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی مجهز قابل انجام است. یک ناحیه اختصاصی (Direct repeat=DR) در داخل ژنوم M. tuberculosis مرکب از تعدادی از تکرارهای مستقیم می‌باشد که این لوکوس، محل ترجیحی برای ورود یک کپی از قطعات IS6110 می‌باشد.

منطقه لوکوس DR در ژنوم کمپلکس میکوباکتریوم توبرکلوزیس شامل چندین ناحیه تکراری ۳۶ جفت بازی حافظت شده می‌باشد. نواحی تکراری فوق (DR) توسط توالی‌های فاصله‌انداز (spacers) ۴۱-۳۵ جفت بازی از همدیگر جدا می‌شوند. تعداد و توالی نوکلئیدی مناطق فاصله‌انداز در هر گونه، اختصاصی و منحصر به فرد است. بررسی نقاط فاصله‌انداز در تکنیک اسپولیگوتایپینگ به واسطه پرایمرهای اختصاصی متصل به غشاء نیتروسولولوزی صورت می‌گیرد. طرح هیبریداسیون نشان می‌دهد، کدام الگوی نقاط فاصله‌انداز در کدام سویه وجود دارد. این روش را اصطلاحاً اسپولیگوتایپینگ (Spacer oligotyping) یا به عبارتی الگوبرداری نقاط فاصله‌انداز می‌گویند.

ایزوله‌های کلینیکی میکوباکتریوم توبرکلوزیس و میکوباکتریوم بوویس در حضور یا عدم وجود یک یا چند فاصله‌انداز و DRهای مجاور آنها اختلاف دارند. از این پلی‌مورفیسم برای تمایز سویه‌های کمپلکس میکوباکتریوم توبرکلوزیس برای مطالعات اپیدمیولوژیکی و تمایز رده‌ها در بین کمپلکس میکوباکتریوم توبرکلوزیس (شامل M. tuberculosis، M. bovis، M. microtti و M. canettii) استفاده می‌گردد؛ لذا با این روش، نواحی DR در سویه‌های متفاوت، مورد بررسی قرار گرفته و تشخیص

مسیح دانشوری، مرکز آزمایشگاه رفرانس سل کشوری، طی سالهای ۸۴-۱۳۸۳، ۳۴۶ نفر (۷۹/۴٪) ملیت ایرانی و ۹۳ نفر (۲۱/۱٪) ملیت افغان داشتند.

میانگین سنی برای کل بیماران، ۴۸/۳۰ سال بود که برای بیماران ایرانی، ۵۲/۰۳ سال و برای بیماران افغان، ۳۵/۰۶ سال بود. مقاومت سویه‌های جدا شده نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های مورد استفاده در نمودار شماره ۱ آورده شده است.

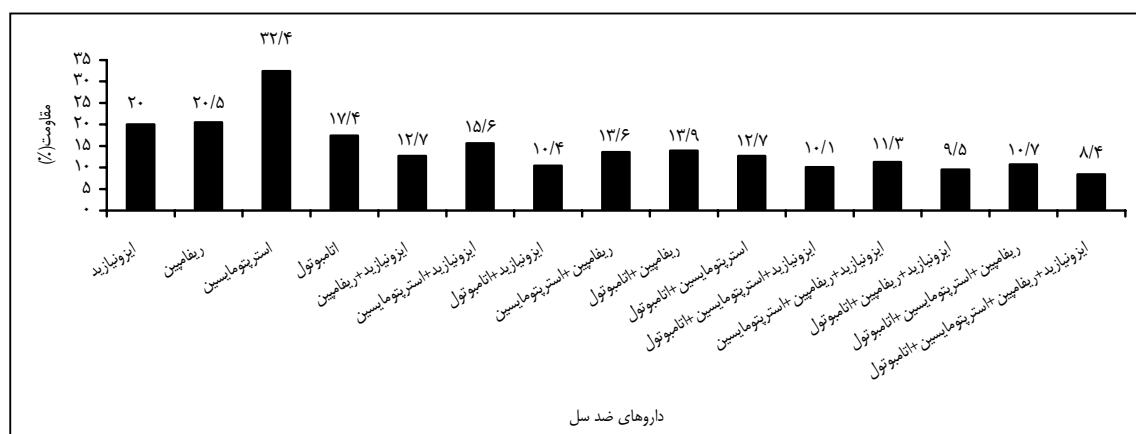
چنانچه در نمودار شماره ۲ دیده می‌شود، مقاومت آنتی‌بیوتیکی در سویه‌های جدا شده از بیماران افغانی بیشتر از باکتری‌های جدا شده از بیماران ایرانی است.

اسمیر مستقیم برای بررسی باسیل‌های اسید فست بر روی نمونه‌ها انجام شد که ۷۸/۵٪ از آنها، مثبت بودند. بیش‌ترین نمونه بالینی، خلط بوده و پس از آن مایع برونش و بیوپسی‌ها در رده دوم و سوم قرار داشتند (جدول شماره ۱). همچنین رابطه بین ملیت و جنسیت بیماران و وجود فامیل بیجینگ و غیربیجینگ در سویه‌های ایزوله شده در جدول شماره ۱ گنجانده شده است.

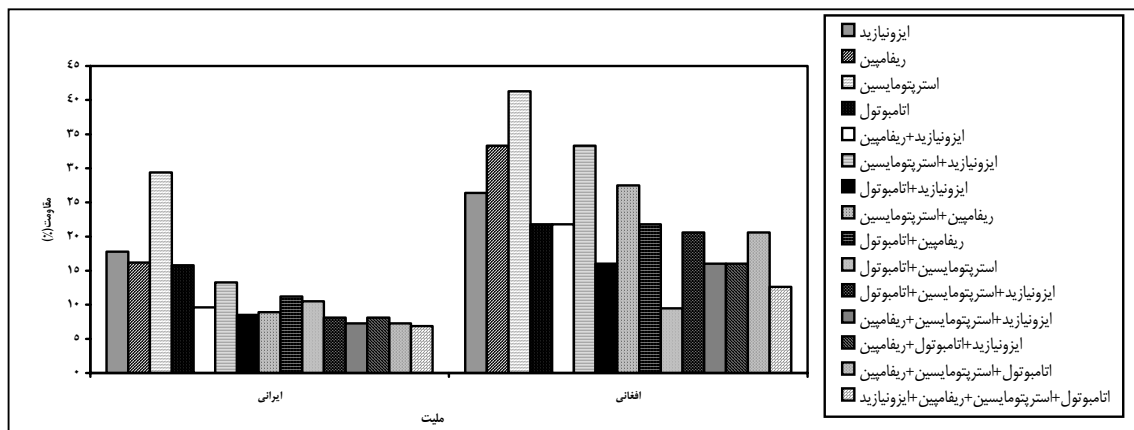
پرایمرهای (DRa) (CCG AGA GGG GAC GGA AAC) و (DRb) (GGT TTT GGG TCTGAC GAC) تکثیر یافتند که DRb در انتهای ۵' با بیوتین نشاندار شده است. DNA تکثیر یافته برای هیبریداسیون با ۴۳ ناحیه فاصله‌انداز تست شد. اولیگونوکلئوتیدهای سنتتیک نواحی فاصله‌انداز به صورت خطوط موازی با پیوند کووالان به غشاء نایلونی متصل شده‌اند. قطعات متصل شده بعد از انکوباسیون با استرپتایویدین نشاندار بصورت درخشان (chemiluminescence) آشکار شدند، سپس غشاء نیتروسولوز در مقابل فیلم حساس قرار داده شد. پس از ظهور فیلم، نقاط سیاه نشان دهنده حضور نواحی فاصله‌انداز می‌باشند که می‌توان به صورت عددی نمایش داد. طرح الگوی هر سویه را می‌توان به صورت Octal Code در آورد و با اطلاعات موجود در بانک جهانی اسپولیگوتایپینگ مقایسه کرده و فامیل‌ها و گروه‌های آنها را تعیین کرد.^(۱۱)

یافته‌ها

از کل ۴۳۹ بیمار مراجعه کننده به بیمارستان



نمودار شماره ۱- الگوی مقاومت دارویی ۴۳۹ سویه M.tuberculosis جدا شده از بیماران مسلول



نمودار شماره ۲- طرح شماتیک مقاومت آنتی‌بیوتیکی در دو گروه مورد مطالعه بر حسب ملیت

ژنتیکی تکاملی اصلی (I, II و III) تعلق داشتند. ۹۱٪ طرح‌های اسپولیگوتایپی گزارش شده در این مطالعه منحصر به فرد بوده و برای اولین بار گزارش می‌شوند. در حالیکه فقط ۹٪ آنها مطابق با طرح‌های موجود در بانک جهانی اسپولیگوتایپینگ بوده که از سایر نقاط دنیا نیز گزارش گردیده بودند. غالب‌ترین فامیل در این مطالعه، متعلق به فامیل Haarlem می‌باشد که به همراه سایر فامیل‌های موجود، در نمودار شماره ۴ نمایش داده شده است. زیرگروه‌های T و EAI با ۳۹ و ۲۱ عضو در رده دوم و سوم قرار دارند (نمودار شماره ۴)، همچنین ۶۳٪ از سویه‌ها به فامیل بیجینگ تعلق داشتند (جدول شماره ۱).

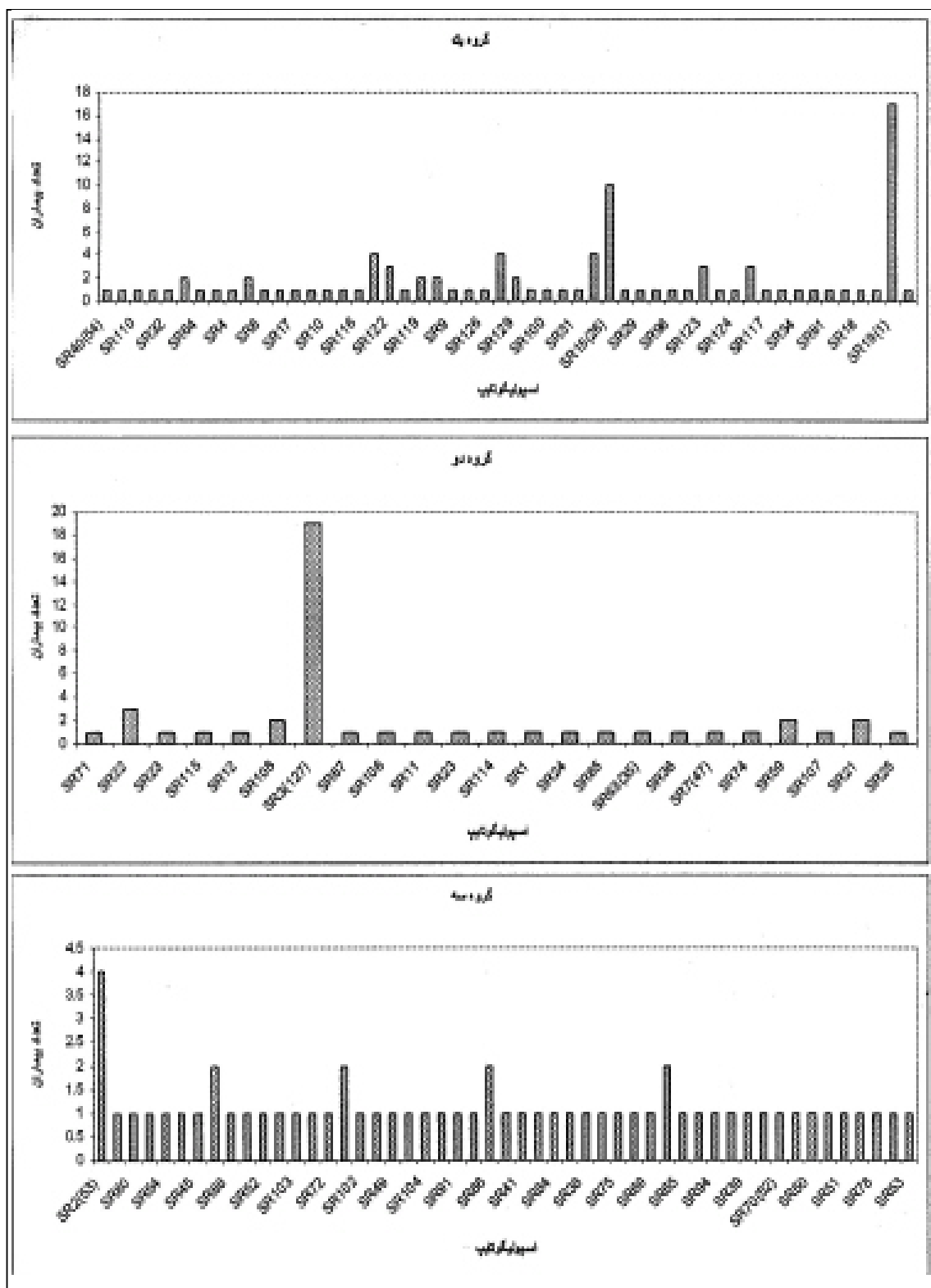
تعداد بیماران مربوط به هر طرح در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است. با در نظر گرفتن مقاومت نسبت به یک دارو، بالاترین میزان مقاومت نسبت به استرپتومایسین مشاهده گردید. در مورد مقاومت‌های چند دارویی نیز، بیش‌ترین درصد مقاومت‌های دو آنتی‌بیوتیکی مشاهده شده نسبت به ترکیب استرپتومایسین با ایزونیاژید، یا اتامبوتول و یا ریفامپین بوده است (نمودار شماره ۱). کل نتایج آزمون‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی با در نظر گرفتن اعضای فامیل بیجینگ و غیربیجینگ به صورت تفکیکی در جدول شماره ۲ گنجانیده شده است.

جدول شماره ۱- رابطه بین ملیت و بررسی اسمیر مستقیم، جنس،

منبع نمونه بالینی و فامیل بیجینگ

	ملیت		تعداد	درصد	
	افغانی	ایرانی			
اسمیر مستقیم	۱۷	۶۱/۵	۲۷۰	۶۱/۵	مثبت
	۵	۱۷/۳	۷۶	۱۷/۳	منفی
	۱۷/۵	۶۶/۲	۲۹۱	۶۶/۲	خلط
	۱/۶	۵/۲	۲۳	۵/۲	برونش
	۲/۲	۱/۹	۳	۱/۹	مایع جنب
	۰/۶	۰/۶	۲	۰/۶	ادرار
	۰	۰/۲	۱	۰/۲	گره‌های لنفاوی
	۰/۶	۲/۲	۱۰	۲/۲	بیوپسی
	۰	۰/۲	۱	۰/۲	آبسه
	۰	۱/۸	۸	۱/۸	شیره معده
منبع نمونه‌های بالینی	۰	۱/۹	۷	۱/۹	لاواژ برونشی
	۱۵/۷	۵۱	۲۲۴	۵۱	مذکر
	۵/۴	۲۷/۷	۱۲۲	۲۷/۷	مونث
	۲۵	۶۸/۶	۱۵۱	۶۸/۶	غیربیجینگ
فامیل	۲/۳	۴	۹	۴	بیجینگ

از کل سویه‌های مورد بررسی، DNA مناسب برای اسپولیگوتایپینگ از ۲۲۰ سویه بدست آمد که پس از آنالیز، ۱۴۰ نوع طرح اسپولیگوتایپ شناسایی شدند که به سه گروه



نمودار شماره ۳- توزیع فراوانی طرح‌های اسپولیگوتایپینگ جدا شده از بیماران مسلول

No. of patients	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	octal code	Clade							
1	X	.	X	X	X	X	X	X	X	.	.	X	X	X	X	X	X	570071740030400	AFRI							
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	703777740003771	CAS1					
31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	77777775410771	EAI					
75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	77777775420771	Haarlem					
1	X	X	.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	67000077760531	LAM2					
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	77777777423571	Manu						
39	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	70775177760771	T						
37	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7777777777771	undefined						
14	X	X	X	X	X	X	3771	W-Beijing

نمودار شماره ۴- طرح شماتیک فامیل‌های حاصل از بررسی ۲۲۰ طرح اسپولیگوتایپ جدا شده از سویه‌های مایکوباکتریوم توبرکلوزیس

جدول شماره ۲- مقایسه مقاومت آنتی‌بیوتیکی در فامیل بیجینگ و غیربیجینگ سویه‌های جدا شده از بیماران مسلول ($P < 0.001$)

فامیل				داروهای ضد سلی	
بیجینگ		غیربیجینگ			
درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۵/۸	۱۱	۷۲/۱	۱۳۷	حساس	ایزونیازید
۳/۲	۶	۱۸/۹	۳۶	مقاوم	
۲/۶	۵	۵۶/۸	۱۰۸	حساس	استرپتومایسین
۶/۳	۱۲	۳۷/۶	۶۵	مقاوم	
۶/۳	۱۲	۷۰	۱۳۳	حساس	ریفامپین
۲/۶	۵	۲۱/۱	۴۰	مقاوم	
۶/۸	۱۳	۷۶/۳	۱۴۵	حساس	اتامبوتول
۲/۱	۴	۱۴/۷	۲۸	مقاوم	
۶/۳	۳	۴۳/۸	۲۱	حساس	ایزونیازید + ریفامپین
۸/۳	۴	۴۱/۷	۲۰	مقاوم	
۴/۲	۲	۳۹/۶	۱۹	حساس	ایزونیازید + استرپتومایسین
۱۰/۴	۵	۴۵/۸	۲۲	مقاوم	
۸/۳	۴	۵۶/۳	۲۷	حساس	ایزونیازید + اتامبوتول
۶/۳	۳	۲۹/۲	۱۴	مقاوم	
۴/۲	۲	۳۵/۴	۱۷	حساس	ریفامپین + استرپتومایسین
۴/۲	۲	۵۰	۲۴	مقاوم	
۸/۳	۴	۳۷/۵	۱۸	حساس	ریفامپین + اتامبوتول
۶/۳	۳	۴۷/۹	۲۳	مقاوم	
۶/۳	۳	۴۳/۸	۲۱	حساس	استرپتومایسین + اتامبوتول
۸/۳	۴	۴۱/۷	۲۰	مقاوم	
۸/۳	۴	۵۸/۳	۲۸	حساس	ایزونیازید + استرپتومایسین + اتامبوتول
۶/۳	۳	۲۷/۱	۱۳	مقاوم	
۶/۳	۳	۵۴/۲	۲۶	حساس	ایزونیازید + ریفامپین + استرپتومایسین
۸/۳	۴	۳۱/۳	۱۵	مقاوم	
۸/۳	۴	۵۶/۳	۲۷	حساس	ایزونیازید + ریفامپین + اتامبوتول
۶/۳	۳	۲۹/۲	۱۴	مقاوم	
۸/۳	۴	۴۵/۸	۲۲	حساس	ریفامپین + استرپتومایسین + اتامبوتول
۶/۳	۳	۳۹/۶	۱۹	مقاوم	
۸/۳	۴	۵۸/۳	۲۸	حساس	ایزونیازید + ریفامپین + استرپتومایسین + اتامبوتول
۶/۳	۳	۲۷/۱	۱۳	مقاوم	

بحث

این مطالعه برای بررسی الگوی مولکولی مقاومت سویه‌ها و همچنین فاکتورهای دخیل در انتقال صورت گرفته است. در این مطالعه میزان مقاومت مشاهده شده به یک آنتی‌بیوتیک یا ترکیبی از دو یا سه آنتی‌بیوتیک (جدول شماره ۲) بالاتر از گزارش قبلی از ایران می‌باشد.^(۱۲) مقاومت دارویی، یک مشکل اساسی در درمان و کنترل سل می‌باشد و اضافه شدن سویه‌های مقاوم به چند دارو باعث تشدید این معضل بهداشتی دنیا شده است. میانگین فرکانس کسب مقاومت چند دارویی (Multi drug resistance-Tuberculosis=MDR-TB)، ۱۳٪ گزارش شده است.^(۱۳) این سویه‌ها قادر به انتقال به افراد آلوده به ویروس ایدز در بیمارستان‌ها و زندان‌ها می‌باشند.^(۱۴)

سویه‌های مایکوباکتریوم توبرکلوزیس جدا شده از بیماران افغانی، سطح مقاومت دارویی بالاتری نسبت به سویه‌های جدا شده از بیماران ایرانی نشان دادند (نمودار شماره ۲). اکثر باکتری‌های جدا شده از بیماران ایرانی متعلق به گروه تکاملی ۲ بودند؛ در حالی که اکثریت سویه‌های جدا شده از بیماران افغانی به گروه ۱ تعلق داشتند (نمودار شماره ۳). با در نظر گرفتن همراهی سویه‌ها مقاوم به چند دارو با گروه ژنتیکی ۱^(۱۵)، می‌توان استنباط کرد که غالب بودن گروه ۱ در ایزوله‌های افغانی مطابق با مقاومت بالای مشاهده شده می‌باشد.

براساس پلی‌مورفیسم مشاهده شده در نوکلئوتیدهای katG codon 465 و gyrA codon 95، سه گروه ژنتیکی تکاملی از سویه‌های M. tuberculosis شناسایی گردیدند. باکتری‌های متعلق به گروه‌های ۲ و ۳، قادر به هیبریداسیون با فاصله اندازه‌های ۳۳ تا ۳۶ نیستند.^(۱۶) همچنین اخیراً این گروه‌ها به چندین زیر گروه (فامیل) تقسیم شده‌اند^(۱۷)؛ لذا فامیل‌های W-Beijing، CAS (Central Asian) و EAI (East-African-Indian) به گروه اصلی ژنتیکی ۱ تعلق دارند؛ در حالی که فامیل‌های X (European-low banders)، H (Haarlem)، LAM (Latino-American and Mediterranean) و فامیل T

متعلق به گروه اصلی ژنتیکی ۲ و ۳ می‌باشند. با اقتباس از بانک جهانی اطلاعات اسپولیگوتایپینگ و آنالیز طرح‌های این مطالعه، ۱۴۰ طرح اسپولیگوتایپ متعلق به این سه گروه ژنتیکی مشاهده شد (نمودار شماره ۳).

شایع‌ترین اسپولیگوتایپ‌های بررسی شده در این مطالعه [SR3(127)] متعلق به گروه اصلی ۲ بود و SR19(1) و SR15(26) متعلق به گروه اصلی ۱ بودند (نمودار شماره ۳). همچنین ۲۲۰ طرح حاصله به زیرگروه‌های شرح داده شده تقسیم شده‌اند که ۲۴٪ متعلق به فامیل Haarlem، ۱۷/۱٪ متعلق به فامیل T، ۱۴٪ متعلق به فامیل EAI، ۸/۶٪ متعلق به فامیل CASI، ۶/۳٪ متعلق به فامیل W-Beijing و ۱/۳٪ متعلق به فامیل Manu بودند.

فردیناند و همکارانش^(۱۸) گزارش کردند که ۲۳/۵٪ از ایزوله‌ها به فامیل EAI، ۹/۱٪ به فامیل CAS، ۴٪ به فامیل Beijing و ۲/۷٪ به فامیل Manu متعلق بودند. در یک مطالعه دیگر، ۱۱/۷٪ به فامیل T، ۷/۳٪ به فامیل Haarlem و ۳/۲٪ به فامیل Beijing تعلق داشتند.^(۱۹)

در مقایسه با دو مطالعه مذکور که اکثریت سویه‌ها به فامیل‌های EAI و T تعلق داشتند، در این مطالعه اکثریت سویه‌ها مشاهده شده متعلق به فامیل Haaarlem بود که در گروه اصلی ۲ و ۳ قرار دارند؛ لذا چنین استنباط می‌شود که انتشار سویه‌های مختلف مایکوباکتریوم توبرکلوزیس به صورت کلونال می‌باشد و برای هر منطقه، اختصاصی بوده و احتمالاً انتشار آنها تحت تاثیر شرایط دیگر مانند شرایط جغرافیایی و سایر فاکتورها تغییر می‌یابد. چنانچه ذکر شد فامیل بیجینگ در گروه ژنتیکی اصلی ۱ قرار دارد و همراهی این سویه‌ها با مقاومت دارویی از بسیاری از کشورهای دنیا گزارش شده است.^(۲۰)

برای اولین بار سویه‌های مربوط به فامیل بیجینگ از چین گزارش گردیدند و هم اکنون در ۱۷ ناحیه اطراف پکن شایع می‌باشند. این سویه‌ها همچنین به کشورهای مجاور مانند مغولستان، تایلند، کره جنوبی و ویتنام منتشر شده‌اند^(۲۱)، حتی مکان‌های خیلی دور با این سویه‌ها آلوده شده‌اند. از مکان‌های آلوده به فامیل بیجینگ می‌توان

پروتکل استاندارد اسپولیگوتایپینگ و کارکنان آزمایشگاه فرانس سل کشوری به علت کمکهای آزمایشگاهی روتین در تشخیص این سویه‌ها، ابراز می‌دارند.

فهرست منابع

1- Burgos MV. Molecular epidemiology of tuberculosis. *Eur Respir J* 2002; 20: 54-65.

2- Mazars ESL, Banuls AL, Gilbert ML, Vincent V, Gicquel B, Tibayrenc M, et al. High-resolution minisatellite-based typing as a portable approach to global analysis of *Mycobacterium tuberculosis* molecular epidemiology. *PNAS* 2001; 98: 1901-6.

3- Angmap GF. Effects of genetic variability of mycobacterium tuberculosis strains on the presentation of disease. *Lancet Infect Dis* 2005; 5: 174-83.

4- Rfawa MOL. Genetic diversity in the *Mycobacterium tuberculosis* complex based on variable numbers of tandem DNA repeats. *Microbiology* 1998; 144: 1189-96.

5- Shamputa IC, Eyongeta LA, El Aila NA, Van Deun A, Salim AH, Willery E, et al. Genotypic and Phenotypic heterogeneity among mycobacterium tuberculosis Isolates from Pulmonary Tuberculosis Patients. *Journal of Clinical Microbiology* 2004; 42: 5528-36.

6- Tdmashg EK. Molecular methods for *Mycobacterium tuberculosis* strain typing: a user's guide. *Journal of Applied Microbiology* 2003; 94: 781-91.

7- Supply P, Lesjean S, Savine E, Kremer K, Van Soolingen, Locht C. Automated high-throughput genotyping for study of global epidemiology of mycobacterium tuberculosis based on mycobacterial interspersed repetitive units. *Journal of Clinical Microbiology* 2001; 39(10): 3563-71.

8- Mokrousov I, Limeschenko E, Vyazovaya A, Otten T, Vyshnevskiy B. Analysis of the allelic diversity of the mycobacterial interspersed repetitive units in mycobacterium tuberculosis strains of the Beijing family: Practical Implications and evolutionary considerations. *Journal of Clinical Microbiology* 2004; 42: 2438-44.

9- Kam KM, Tse LW, Wong KL, Lam TK, Kremer K, Yan Au BK, et al. Utility of mycobacterial interspersed repetitive unit typing for differentiating multidrug-resistant mycobacterium tuberculosis Isolates of the Beijing Family. *Journal of Clinical Microbiology* 2005; 43: 306-13.

10- Schaaf HS, Shean K, Donald PR. Culture confined multidrug resistant tuberculosis: diagnostic delay, clinical features, and outcome. *Arch Dis Child* 2003; 88: 1106-11.

از آفریقای جنوبی، کلمبیا و جزایر قناری نیز یاد برد. (۲۲، ۲۳)

به نظر می‌رسد تکنیک اسپولیگوتایپینگ، یک روش حساس و اختصاصی برای تعیین فامیل بیجینگ است که نتایج حاصله به راحتی قابل مقایسه با نتایج مطالعات مختلف می‌باشد. همچنین از روش انگشتنگاری IS6110 برای بررسی این فامیل استفاده می‌شود که نتایج آن همخوانی نزدیکی با تکنیک اسپولیگوتایپینگ دارد. (۲۴) چنانچه قبلاً ذکر شد در این مطالعه، ۶/۳٪ از سویه‌ها در زیر گروه بیجینگ قرار داشتند (نمودار شماره ۳).

میزان جداسازی این فامیل در بسیاری از کشورهای آسیایی بیش از ۵۰٪ گزارش شده است. (۲۱) این نتایج نشان می‌دهند که فامیل بیجینگ، بومی ایران نبوده و از مرزهای شرقی بخصوص از طریق مهاجران افغانی وارد کشور ایران شده است.

نتیجه‌گیری

اسپولیگوتایپینگ، یک روش آسان و سریع برای بررسی ژنوتیپ *M.tuberculosis* بویژه فامیل بیجینگ می‌باشد. فامیل بیجینگ، تنها ۶/۳٪ از کل سویه‌های *M.tuberculosis* جدا شده از افراد مسلول در این مطالعه را به خود اختصاص می‌داد. فاکتورهای مختلفی در انتشار فامیل بیجینگ دخالت دارند و بسیاری از این فاکتورها از ناحیه‌ای به ناحیه دیگری متفاوت می‌باشند؛ لذا مطالعات بیشتری نیاز است که نقش تک تک این فاکتورها را بررسی نماید تا بتوان برنامه کنترل و درمان دقیقی برای ریشه‌کن کردن این بیماری ارایه داد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با استفاده از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران در قالب طرح تحقیقاتی (شماره ثبت: ۱۴۷/پ) انجام گردیده است که بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مسئولین آن مرکز و دکتر J. kemerbeek به علت فرستادن

- Restriction fragment length polymorphism study of *Mycobacterium tuberculosis* in Thailand using IS6110 as probe. *Int J Tuberc Lung Dis* 1997; 1: 370-6.
- 23- Toungousova OS, Per Sandven P, Mariandyshev AO, Nizovtseva NI, Bjune GA, Caugant DA. Spread of drug-resistant mycobacterium tuberculosis strains of the Beijing Genotype in the Archangel Oblast, Russia. *Journal of Clinical Microbiology* 2002; 40(6): 1930-7.
- 24- Dale JW, Al-Ghusein H, Al-Hashmi S, Butcher P, Dickens AL, Drobniowski F, et al. Evolutionary relationships among strains of *Mycobacterium tuberculosis* with few copies of IS6110. *Journal of Bacteriology* 2003; 185(8): 8255-62.
- 11- Kremer K, Van Soolingen D, Frothingham R, Haas WH, Hermans PWM, Martin C, et al. Comparison of methods based on different molecular epidemiological markers for typing of mycobacterium tuberculosis complex strains. Interlaboratory study of discriminatory power and reproducibility 1999; 37(8): 2607-18.
- 12- Mansoori SD, Arami S, Mirabolhasani Z, Farnia P, Velayati A. The pattern of drug resistance among newly diagnosed and old cases of pulmonary tuberculosis in NRITLD. *Arch Iranian Med* 2003; 6(4): 255-60.
- 13- Youngchaiyud P. Introduction. *Chemotherapy* 1999; 45(Suppl 2): 1-2.
- 14- Iseman MD. Management of multidrug-resistant tuberculosis. *Chemotherapy* 1999; 45(Suppl 2): 3-11.
- 15- Toungousova OS, Per Sandven P, Mariandyshev AO, Nizovtseva NI, Bjune GA, Caugant DA. Spread of drug-resistant mycobacterium tuberculosis strains of the Beijing genotype in the Archangel Oblast, Russia. *Journal of Clinical Microbiology* 2002; 40(6): 1930-7.
- 16- Soini H, Pan X, Amin A, Graviss EA, Siddiqui A, Musser JM. Characterization of *Mycobacterium tuberculosis* isolates from patients in Houston, Texas, by Spoligotyping. *J Clin Microbiol* 2000; 38(2): 669-76.
- 17- Sebban M, Mokrousov I, Rastogi N, Sola C. A data mining approach to spacer oligonucleotide typing of *Mycobacterium tuberculosis*. *Bioinformatics* 2002; 15(2): 235-43.
- 18- Ferdinand S, Sola C, Chanteau S, Ramarokoto H, Rasolonalon T, Rasolofo-Razanamparany V, et al. A study of spoligotyping-defined mycobacterium tuberculosis clades in relation to the origin of peopling and the demographic history in Madagascar. *Infection, Genetics and Evolution* 2005; 5: 340-8.
- 19- Lari N, Rindi L, Sola C, Bonanni D, Rastogi N, Tortoli E, et al. Genetic diversity, determined on the basis of katG463 and gyrA95 Polymorphisms, Spoligotyping, and IS6110 Typing, of mycobacterium tuberculosis complex isolates from Italy. *J Clin Microbiol* 2005; 43(4): 1617-24.
- 20- Glynn JR, Whiteley J, Bifani PJ, Kremer K, Van Soolingen D. Worldwide occurrence of Beijing/W strains of mycobacterium tuberculosis: A systemic Review. *Emerging Infectious Diseases* 2002; 8(8): 843-9.
- 21- Van Soolingen D, Qian L, de Haas PEW, Douglas JT, Traore H, Portaels F, et al. Predominance of a single genotype of *Mycobacterium tuberculosis* in countries of East Asia. *J Clin Microbiol* 1995; 33: 3234-8.
- 22- Palittapongpim P, Luangsook P, Tansuphaswadikul S, Chuchottaworn C, Prachaktam R, Sathapatayavongs B.

