

***ApaI* Polymorphism of Vitamin D Receptor Gene and Association with Susceptibility to Tuberculosis**

Rashedi J¹, Asgharzadeh M², Moaddab SR², Amani M¹, Mazani M^{1*}

¹Department of Biochemistry, School of Medicine, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

²Department of Biotechnology and Microbiology, School of Paramedicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

* Corresponding Author. Tel: +984515510052 Fax: +984515513776 E-mail: m.mazani@arums.ac.ir

Received: 10 Jul 2013 Accepted: 22 Oct 2013

ABSTRACT

Background & Objectives: It is estimated that one third of the world's population is infected by *M. tuberculosis*. Because of differences in immune system activity against the invasive microorganisms, the disease is developed only among 10% of them. Vitamin D metabolism and its receptor activity are important factors in human native immune system against tuberculosis. In the present study we investigated *ApaI* polymorphism of vitamin D receptor (VDR) gene and association with susceptibility to tuberculosis.

Method: This study was performed on 84 cases with tuberculosis (male =50, female =34) and 90 controls (male =49, female = 41). DNA was extracted from cases and controls leucocytes and elected sequences amplified in polymerase chain reaction (PCR) procedure by using specific primers. *ApaI* polymorphism of VDR gene evaluated by RFLP technique on PCR products. Finally statistical analysis performed using Chi- square to compare genotype frequencies between cases and controls.

Results: In case and control groups, AA genotype frequency were 34.5% and 33.3% respectively (OR=0.905, 95% CI 0.469-1.747, p = 0.766) and a genotype frequency in patients and control group were 15.47% and 13.3% respectively (OR=0.808, 95% CI 0.333 –1.961, p=0.637).

Conclusion: In the present study we could not find any significant relationship between genotype frequency of *ApaI* (A/a) polymorphism in VDR gene and susceptibility to tuberculosis.

Key words: Tuberculosis; Vitamin D; Polymorphism; Genetics

بررسی پلی مورفیسم *ApaI* در ژن گیرنده ویتامین D و حساسیت نسبت به توبرکلوزیس

جلیل راشدی^۱، محمد اصغرزاده^۲، سید رضا مؤدب^۲، مجتبی امانی^۱، محمد مآذنی^{۱*}

^۱ گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران ^۲ گروه بیوتکنولوژی و میکروبی شناسی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۱۵۵۱۰۰۵۲. فاکس: ۰۴۵۱۵۵۱۳۷۷۶. پست الکترونیک: m.mazani@arums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: تخمین زده می شود یک سوم جمعیت دنیا با باسیل سل آلوده هستند ولی بعلافت تفاوت در فعالیتهای سیستم ایمنی افراد علیه میکروارگانیسمهای مهاجم، تنها در ۱۰٪ آنها بیماری بصورت بالینی بروز می کند. متابولیسم ویتامین D و فعالیت صحیح گیرنده این ویتامین (VDR) از فاکتورهای مهم تنظیمی در ایمنی ذاتی افراد علیه باسیل سل محسوب می شوند. در مطالعه حاضر ارتباط پلی مورفیسم *ApaI* در ژن VDR با بیماری سل مورد بررسی قرار گرفته است.

روش کار: این مطالعه بر روی ۸۴ بیمار مبتلا به سل ریوی و ۹۰ فرد سالم به عنوان گروه کنترل انجام پذیرفت. از لکوسیت‌های خونی تمام افراد در هر دو گروه، DNA استخراج و به کمک تکنیک PCR تکثیر ژنی انجام گرفت. سپس جهت بررسی ناحیه پلی مورفیسمی *ApaI* در ژن VDR، بر روی تمام محصولات PCR، پروسه RFLP اجرا و نهایتاً آنالیزهای آماری با استفاده از فراوانی ژنوتیپی، جهت مقایسه بین مبتلایان به سل ریوی و افراد گروه سالم توسط آزمون مجذور کای انجام پذیرفت.

یافته ها: در گروه بیمار ۵۰ نفر مرد و ۳۴ نفر زن و در گروه کنترل ۴۹ نفر مرد و ۴۱ نفر زن مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی ژنوتیپ AA در گروه بیمار ۳۴/۵٪ و در گروه کنترل ۳۳/۳٪ ($p = ۰/۷۶۶$)، $OR = ۰/۹۰۵$ ، $CI = ۰/۴۶۹-۱/۷۴۷$ و نیز فراوانی ژنوتیپ aa در گروه بیمار ۱۵/۴۷٪ و در گروه کنترل ۱۳/۳٪ ($p = ۰/۶۳۷$)، $CI = ۰/۳۳۳-۱/۹۶۱$ ، $OR = ۰/۸۰۸$ بدست آمد.

نتیجه گیری: در این مطالعه بین فراوانی ژنوتیپی پلی مورفیسم (*ApaI* (A/a) در ژن VDR و حساسیت نسبت به بیماری سل در جامعه آماری مربوطه ارتباط معنی داری مشاهده نشد.
کلمات کلیدی: توبرکلوزیس؛ ویتامین D؛ پلی مورفیسم؛ ژنتیک

دریافت: ۹۲/۴/۱۹ پذیرش: ۹۲/۷/۳۰

مقدمه

بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۱، توبرکلوزیس دومین عامل مرگ و میر ناشی از بیماری عفونی در دنیا (بعد از HIV) بوده است. میزان بروز آن ۸/۸ میلیون مورد، با مرگ و میر نزدیک به دو میلیون نفر در سال گزارش شده است [۱،۲]. بیشترین نوع ابتلا آن ریوی بوده و به راحتی از طریق سرفه و تنفس به دیگر افراد سرایت می کند. در ضمن، عفونت با ویروس عامل ایدز که با تضعیف

سیستم ایمنی میزبان همراه است عامل مهم گسترش بیماری سل در سال های اخیر بوده است [۳،۴]. تخمین زده می شود، یک سوم جمعیت دنیا با باسیل سل آلوده باشند، ولی تنها در ۱۰٪ آنها بیماری به صورت بالینی بروز می کند. این موضوع حکایت از دخالت عوامل دیگری غیر از خود باکتری دارد که موجب ظهور بیماری در افراد می شود. فاکتورهای مذکور را می توان از عوامل محیطی از جمله: فقر اقتصادی، سوء تغذیه، دیابت، استرس و عوامل

ژنتیکی که فرد را مستعد ابتلا به بیماری سل می کند، به حساب آورد [۶،۵]. این اختلافات فردی در بروز یا عدم بروز شکل فعال بیماری، زمینه را برای مطالعات گسترده ای در خصوص فاکتورهای ژنتیکی میزبان فراهم کرده است. ژن هایی که استعداد ابتلا به توبرکلوزیس در مورد آنها بیشتر مورد بحث و بررسی است به دو دسته HLA^۱ و non-HLA^۲ تقسیم بندی می شوند [۷].

از دسته عوامل non-HLA ها: گیرنده ویتامین D (VDR)^۳ [۸]، پروتئین ماکروفاژی مرتبط با مقاومت طبیعی از نوع ۱ (NRAMP1)^۴ [۹]، لکتین متصل شونده به مانوز (MBL)^۵ [۱۰،۱۱]، فاکتور نکروز دهنده توموری (TNF)^۶ و اینترلوکین ۱۰ (IL-10)^۷ [۱۲] مواردی هستند که بیش از پیش مورد توجه محققین واقع بوده است. بررسی های آزمایشگاهی ثابت کرده اند که مجاورت شکل فعال ویتامین D با منوسیت های انسان که برای این ویتامین گیرنده دارند، با افزایش اتصال و آمیزش فاگوزوم به لیزوزوم درون ماکروفاژها و نیز تحریک سنتز رادیکال آزاد نیتریک اکسید (NO) موجب افزایش توانایی این سلولها در ممانعت از رشد باسیل می گردد [۱۳،۱۴].

ویتامین D یک ویتامین محلول در چربی و یک هورمون استروئیدی می باشد که در کبد به 25-(OH)D₃ متابولیزه شده و وارد جریان خون می شود و در خون به پروتئین حامل (VDBP)^۸ متصل شده و نهایتاً در کلیه ها و ماکرو فاژها به عنوان شاهد انجام یافته است.

روش کار

در این مطالعه با در نظر گرفتن $Z_{\beta} = 0.084$ ، $Z_{\alpha} = 1/96$ ، نسبت تعداد افراد در گروه مورد به شاهد: ۱، تناسب مواجهه (ژنوتایپ aa) در گروه کنترل: ۰/۰۷ و در گروه مورد: ۰/۲ با استفاده از فرمول

$$n = \frac{(r+1)(\bar{p})(1-\bar{p})(Z_{\beta} + Z_{r/2})^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

محاسبه گردید.

لذا به علت خروج تعداد اندکی از افراد تحت مطالعه (به جهت بیماری دیابت و آلوده بودن به HIV)، بررسی بر روی ۸۴ بیمار مبتلا به سل ریوی که از

^۹ Bone Mineral Density

^۱ Human Leucocyte Antigen

^۲ non HLA: non- Human Leucocyte Antigen

^۳ Vitamin D Receptor

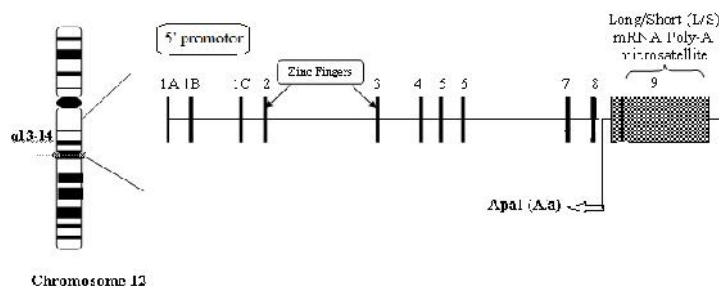
^۴ Natural Resistance Associated Macrophage Protein

^۵ Mannose Binding Lectin

^۶ Tumor Necrosis Factor

^۷ Interleukin -10

^۸ Vitamin D Binding Protein



شکل ۱. ساختار آگزون- اینترون ژن گیرنده ویتامین D بر روی کروموزوم شماره ۱۲ انسانی و محل پلی مورفیسم *ApaI*

پروتکل CTAB^۲ اصلاح شده انجام گرفت [۱۱]. طی این پروتکل ابتدا لکوسیتها به مدت ۱۵ ساعت در معرض بافر TE^۳ با pH=۸ و ۱۰٪ SDS^۴ و پروتئیناز پروتئیناز K (محصول شرکت فرمنتاز: Fermentas) در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد انکوبه گذاری گردیدند. بعد از اتمام زمان انکوباسیون، بر روی تمام نمونه ها NaCl ۵ مولار و همچنین ترکیب CTAB/NaCl اضافه گردید. پس از مخلوط نمودن کامل ترکیبات داخل هر میکروتیوب مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد انکوبه شدند. سپس محلول Chloroform / Iso Amyl alcohol اضافه گردیده و در ۱۱۰۰۰ g سانتریفیوژ شدند. محلول روئین حاصل به میکرو تیوب دیگری منتقل شده و به آن ایزوپروپانول افزوده شد، بعد از مخلوط شدن، به دمای ۲۰- درجه سانتی گراد (به مدت نیم ساعت) منتقل شدند. بعد از اتمام زمان مذکور، جهت ایجاد رسوب DNA در ته میکروتیوب، به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ g سانتریفیوژ شدند. نهایتاً محلول روئین دور ریخته شده و به رسوب تحتانی، ۱ میلی لیتر اتانول ۷۰٪ سرد اضافه شد و نمونه ها مجدداً در ۱۲۰۰۰ g سانتریفیوژ شدند. دوباره محلول روئین را دور ریخته و رسوب تحتانی (DNA) در آب دیونیزه حل گردیده و ذخیره سازی شد.

ابتدای سال ۱۳۹۱ تا پایان همان سال به مرکز تحقیقات سل و بیماری های ریوی تبریز و نیز مرکز بهداشت استان اردبیل مراجعه کرده بودند انجام گردید. اثبات ابتلا به توبرکلوزیس در گروه بیمار از طریق تهیه اسمیر و کشت از خلط مراجعه کنندگان به روش پتروف (Petroff) و رنگ آمیزی ذیل- نلسون (Ziehl-Neelsen) و نهایتاً بررسی میکروسکوپی آنها صورت پذیرفت [۱۸]. نمونه های گروه شاهد به تعداد ۹۰ نفر از بین پرسنل سالم مرکز تحقیقات سل و بیماری های ریوی تبریز و نیز مرکز بهداشت استان اردبیل و نیز افراد مشکوک مراجعه کننده به مراکز مذکور که ابتلا به بیماری سل در آنها با توسل به معاینات بالینی که توسط پزشک های مراکز مذکور انجام گرفته و نیز توسط روشهای پاراکلینیکی از جمله بررسی لام مستقیم، کشت بر روی محیط کشت لون اشتاین- جانسون (Lowenstein-Jensen medium)، رادیو گرافی سینه و تست پوستی توبرکولین (PPD)^۱ رد شده بود انتخاب گردید.

از هر دو گروه بیمار و سالم پس از کسب رضایت آگاهانه از ایشان، ۲ میلی لیتر خون وریدی (حاوی ضد انعقاد سیترات سدیم) أخذ گردید. جهت بهره برداری از لکوسیتها برای استخراج DNA، نمونه های خون سانتریفیوژ گردیده و قسمت بافی کوت آنها که مملو از لکوسیت بود به میکرو تیوب های ۱/۵ میلی لیتری منتقل گردید. استخراج DNA با استفاده از

² Cetyl trimethyl Ammonium Bromide

³ Tris EDTA buffer

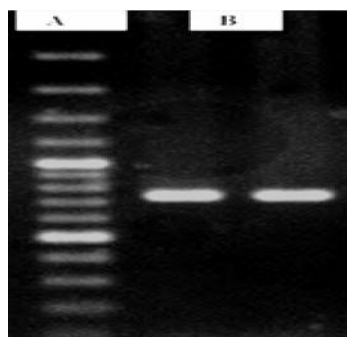
⁴ Sodium Dodecyl Sulfate

¹ Purified Protein Derivative

با توجه به قطعات حاصل، فراوانی هر کدام از آلل‌ها در گروه‌های مورد و شاهد مشخص گردیده و توسط آزمون مجذور کای (Chi Square) با استفاده از نرم افزار SPSS V.14 آنالیز شدند.

یافته‌ها

در گروه بیماران به تعداد ۵۰ نفر مرد (۵۹/۵۲٪) و ۳۴ نفر زن (۴۰/۴۷٪) و نیز در گروه شاهد ۴۹ نفر مرد (۵۴/۴۴٪) و ۴۱ نفر زن (۴۵/۵۵٪) مورد بررسی قرار گرفت. در الکتروفورز محصولات PCR بر روی ژل آگاروز ۱٪ باندی به اندازه ۷۴۰ bp (base pair) مشاهده گردید (شکل ۱).

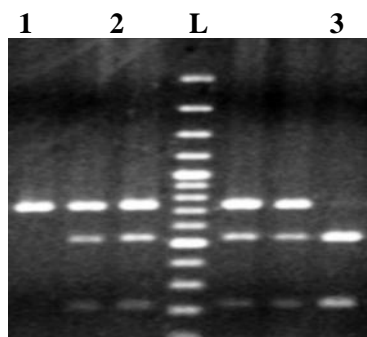


شکل ۱. نتیجه الکتروفورز محصولات PCR بر روی ژل آگاروز ۱٪

A - سایز مارکر (100 bp - plus : Fermentas company)

B - محصول ۷۴۰ bp

محصولات نهایی حاصل از PCR-RFLP در الکتروفورز بر روی ژل آگاروز ۲/۵٪ قطعاتی به اندازه‌های (۷۴۰ bp) AA، (۲۱۰ bp) Aa، (۵۳۰ bp) و (۵۳۰ bp) aa حاصل شد (شکل ۲).



شکل ۲. قطعات حاصل از اثر آنزیم *ApaI* بر محصولات ۷۴۰ bp

ردیف ۱ ژنوتیپ AA (۷۴۰ bp)

تعیین ژنوتیپ ژن VDR: در این مطالعه پلی مورفیسم *ApaI* از ژن VDR که در اینترون ۸ قرار گرفته است مورد بررسی قرار گرفت. واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR)^۱ بر روی نمونه ای که حاوی ۵۰-۵۰۰ نانوگرم DNA بود به همراه پرایمرهای اختصاصی [۱۹] (محصول شرکت جنری بیوتک: Generay Biotech):

5'- CAG AGC ATG GAC AGG GAG CAA-3'
5'-GCA ACT CCT CAT GGC TGA GGT CTC-3'

به غلظت نهایی ۰/۵ میکرومول به همراه بافر ۱۰ X، ۱۰ MgCl_۲ (۱/۵ میلی مول) dNTP (۱۰۰ میکرومول) و دو واحد آنزیم Taq DNA Polymerase (محصول شرکت سیناژن) اجرا شد.

تکثیر DNA برای تمام نمونه‌ها در شرایط یکسان در دستگاه ترمال سایکلر (Thermal cycler) با طی پروسه ۶ دقیقه در ۹۴ درجه سانتی گراد برای Initial denaturation، ۳۵ سیکل (۴۵ ثانیه در ۹۴ درجه سانتی گراد، ۵۰ ثانیه در ۶۷ درجه سانتی گراد برای Annealing، ۶۵ ثانیه در ۷۲ درجه سانتی گراد) و نهایتاً ۷ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی گراد برای Final Extension اجرا شد. بعد از اتمام مراحل PCR، محصول مذکور بر روی ژل آگاروز ۱٪ الکتروفورز گردید.

جهت اجرای مرحله RFLP^۱: آنزیم *ApaI* (محصول شرکت ترمو ساینتیفیک: Thermo Scientific) به مدت ۱۶ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بر محصولات PCR اثر داده شد. سپس جهت غیر فعال نمودن آنزیم مذکور، محصولات مذکور به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد انکوبه شدند.

محصولات نهایی PCR-RFLP در کنار سایز مارکر (Ladder): Size marker (100bp-Plus)، محصول همان شرکت) بر روی ژل آگاروز ۲/۵٪ الکتروفورز گردید.

^۱ Polymerase Chain Reaction

^۱ Restriction Fragment Length Polymorphism

ردیف ۲) ژنوتیپ Aa (۷۴۰، ۲۱۰۵۳۰bp)

ردیف ۳) ژنوتیپ aa (۵۳۰، ۲۱۰bp)

L-سایزمارکر (۱۰۰bp- plus)

فراوانی ژنوتیپی پلی مورفیسم *ApaI* در ژن VDR در بین بیماران و افراد سالم طبق جدول ۱ حاصل شد. با وجود اینکه نسبت شانس بیماری در زنان

سلواراج^۱ و همکارانش [۲۳] در بررسی مشابهی در هند، ژنوتیپ *TaqI-AA* در مردان را با مقاومت در برابر این بیماری محتمل دانسته اند. لارکومب^۲ و همکارانش [۲۱] در کشور کانادا آلل های کوچک *ApaI* را در کاهش فعالیت VDR در ارتباط با

جدول ۱. فراوانی ژنوتیپی پلی مورفیسم *ApaI* در ژن VDR در گروههای مورد و شاهد

ژنوتایپ	فراوانی (%) بیمار	فراوانی (%) سالم	نسبت شانس	حدود اطمینان ۹۵٪	P Value
Aa	۴۲ (٪۵۰)	۴۸ (٪۵۳/۳)	۱	-	-
AA	۲۹ (٪۳۴/۵۲)	۳۰ (٪۳۳/۳)	۰/۹۰۵	۰/۴۶۹ - ۱/۷۴۷	۰/۷۶۶
aa	۱۳ (٪۱۵/۴۷)	۱۲ (٪۱۳/۳)	۰/۸۰۸	۰/۳۳۳ - ۱/۹۶۱	۰/۶۳۷

توبرکلوزیس محسوس یافتند. بر خلاف نتایج مذکور، پلی مورفیسم *ApaI* در ژن VDR در سه کشور کامبیا، گینه، و گینه بیسائو ارتباط معنی داری بین دو گروه مورد و شاهد در ابتلا به بیماری سل نشان نداد (p = ۰/۷۵۱) [۶].

در ایران در بررسیهایی که دکتر مرعشیان و همکارانش [۲۴] در بیمارستان مسیح دانشوری تهران انجام دادند معلوم کردند که پلی مورفیسم *ApaI* در ژن VDR در بین دو گروه شاهد و مورد از نظر فراوانی ژنوتیپی تفاوت آماری معنی داری نداشته است. همچنین در یک مقطع زمانی دیگر، دکتر تاجیک و همکارانش [۳] در همان بیمارستان طی یک مطالعه بر روی گروه دیگری (۹۶ بیمار مسلول و ۱۲۲ فرد سالم)، باز به نتیجه ی مشابه نتیجه قبلی دست یافتند. در نتایج مورد بررسی ما در شمال غرب ایران (همانند بررسیهای انجام یافته در تهران) نیز با وجود اینکه نسبت شانس بیماری در ژنوتیپ Aa بیشتر از AA و aa بوده، لیکن به لحاظ آنالیز آماری ارتباط معنی داری بین فراوانی ژنوتیپ های مذکور از *ApaI* در بیماران و افراد سالم بدست نیامد.

با توجه به نتایج حاصل در بررسی های چند سال اخیر در جامعه ایرانی، احتمال دارد سهم این پلی مورفیسم در مقایسه با سه پلی مورفیسم دیگر، *BsmI*، *FokI*،

بیشتر از مردان بود این نسبت از نظر آماری معنی دار نبود.

(p = ۰/۴۱) - ۱/۴۲ - ۰/۴۳ CI ۰/۹۵، OR ۰/۷۸. بین سن افراد شرکت کننده و ابتلا به بیماری سل نیز ارتباط معنی داری وجود نداشت (p = ۰/۲ - ۲/۲ - ۱۰/۴۲ - ۰/۹۵ CI ۴/۱، Mean Difference).

بحث

از ۲۲ پلی مورفیسم شناخته شده در ژن VDR، ۴ پلی مورفیسم ژنی مهم که با حساسیت نسبت به توبرکلوزیس مرتبط هستند توسط PCR-RFLP شناسایی شده اند که یکی از آنها *ApaI* در مجاورت ناحیه ژن 3'UTR بوده که نقش تنظیمی در بیان ژن VDR دارد [۱۳، ۲۰، ۲۱].

با فرض مذکور، احتمال این وجود دارد که پلی مورفیسم *ApaI* بتواند موجبات تغییر در عملکرد پروتئین VDR را فراهم آورد، بنابراین VDR در نهایت نتوانسته بطور موثر با فرم فعال ویتامین D ترکیب شده و فعالیتش در کمک به ماکروفاژها در مهار رشد درون سلولی مایکوباکتریوم بطور آشکارا آسیب ببیند [۷].

طبق بررسیهای به عمل آمده بر روی جمعیت رومانی، حضور ژنوتیپ *ApaI-Aa* و احتمال ایجاد حساسیت به توبرکلوزیس معنی دار بوده است [۲۲].

¹ Selvaraj

² Larcombe

همراه دیگر پلی مورفیسمهای ژنی مرتبط می تواند ما را به نتایج دقیق تری هدایت نماید.

نتیجه گیری

در این مطالعه بین فراوانی ژنوتیپی پلی مورفیسم *ApaI* (A/a) در ژن *VDR* و حساسیت نسبت به بیماری سل در جامعه ی آماری مربوطه ارتباط معنی داری مشاهده نشد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل مساعدتهای مالی و امکانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل (مربوط به پایان نامه شماره ۰۷) و مرکز تحقیقات سل و بیماری های ریوی تبریز بوده است. مولفان مقاله مراتب تقدیر و تشکر را از کارمندان و پرسنل شاغل در آن مراکز دارند.

TaqI در ژن *VDR* در حساسیت یا مقاومت به توبرکلوزیس کمتر باشد. بررسی این پلی مورفیسمها در ژن *VDR* به همراه پلی مورفیسم *ApaI* و اثر سینرژیکی آنها با یکدیگر، ما را به قضاوت کامل تری از موضوع رهنمون می سازد. البته کوچک بودن حجم جمعیت مورد مطالعه در این تحقیق، دخالت فاکتورهای محیطی مخصوصاً میزان غلظت خونی ویتامین D و حضور پلی مورفیسم های دیگر ژنی همچون *IL-10*, *NRAMP1*, *MBL*, *TNF-* و ... علاوه از پلی مورفیسمهای ژن *VDR*، موضوعاتی هستند که ناپیستی اثر آنها را نادیده گرفت.

در حالت کلی یک ناهمگونی اساسی در مورد نتایج بررسیها در اقصی نقاط دنیا وجود دارد که نتیجه گیری قطعی را دشوار ساخته است. علت آن را شاید بتوان در ترکیب های مختلف جمعیتی، تعاریف مختلف از مورد و شاهد، حجم کوچک نمونه ها، نژادهای مختلف جمعیتی و غلظت های متفاوت سرمی ویتامین D دانست. که در این بین غلظت سرمی ویتامین D یکی از موضوعات مهم در بحث حساسیت به بیماری سل می باشد، به گونه ای که در اغلب مطالعات و بررسیها، نقص سرمی ویتامین D را با حساسیت نسبت به توبرکلوزیس بطور قوی مرتبط یافته اند [۲۶، ۲۵]. البته اثر ترکیبی و سینرژیکی سطح سرمی این ویتامین با پلی مورفیسمهای ژنی *VDR* می تواند بصورت جبرانی عمل نماید، به گونه ای که اختلال عملکردی گیرنده ویتامین D، که احتمالاً بر اثر پلی مورفیسمهای ژنی *VDR* حاصل می شود؛ توسط غلظتهای متفاوت ویتامین D حاصله از مکانیسم فیدبک در بدن جبران شود. همانطور که آپارنا^۱ و همکارانش [۱۷] در هند نتیجه گرفتند که غلظت خونی ویتامین D در افرادی که ژنوتیپ آنها بصورت *TaqI-tt* بوده نسبت به افراد غیر *TaqI-tt* بالاتر بوده است، و این افراد نسبت به بیماری سل مقاومتر بوده اند. بنابراین بررسی سطح سرمی ویتامین D به

¹ Aparna

References

- 1- World Health Organization. Global Tuberculosis control. WHO report 2011. Available from: www.who.int/tb/publications/global-report/2011.
- 2- Alikhani MY, Aslani MM, Piridougaheh H, Dehghan MH. Comparison of conventional bacteriology with polymerase chain reaction (PCR) technique for rapid diagnosis of tuberculous meningitis. *J Ardabil Univ Med Sci*. 2007 Aug; 8(2): 167-171 (Full Tex in Persian).
- 3- Tajik N, Jafari M, Nasiri RM, Mousavi T, Farnia P, Salekmogaddam A. The study of the association between vitamin D receptor common genetic polymorphisms and susceptibility to pulmonary tuberculosis. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2009 Oct; 16 (64): 14-21(Full Tex in Persian).
- 4- Gao L, Tao Y, Zhang L, Jin Q. Vitamin D receptor genetic polymorphisms and tuberculosis: updated systematic review and meta-analysis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2010 Jan; 14(1): 15-23.
- 5- Leandro AC, Rocha MA, Cardoso CS, Bonecini-Almeida MG. Genetic polymorphisms in vitamin D receptor, vitamin D-binding protein, Toll-like receptor 2, nitric oxide synthase 2, and interferon-gamma genes and its association with susceptibility to tuberculosis. *Braz J Med Biol Res*. 2009 Apr; 42(4): 312-22.
- 6- Bornman L, Campbell SJ, Fielding K, Bah B, Sillah J, Gustafson P, et al. Vitamin D receptor polymorphisms and susceptibility to tuberculosis in west Africa: A case-control and family study. *J Infect Dis*. 2004 Nov 1; 190(9): 1631-41.
- 7- Cao S, Luo PF, Li W, Tang WQ, Cong XN, Wei PM. Vitamin D receptor genetic polymorphisms and tuberculosis among Chinese Han ethnic group. *Chin Med J Engl*. 2012 Mar; 125(5): 920-5.
- 8- Kaufmann SH, Cole ST, Mizrahi V, Rubin E, Nathan C. Mycobacterium tuberculosis and the host response. *J Exp Med*. 2005 Jun 6; 201(11): 1693-7.
- 9- Merza M, Farnia P, Anoosheh S, Varahram M, Kazampour M, Pajand O, et al. The NRAMPI, VDR and TNF- gene polymorphisms in Iranian tuberculosis patients: the study on host susceptibility. *Braz J Infect Dis*. 2009 Aug; 13(4): 252-6.
- 10- Singla N, Gupta D, Joshi A, Batra N, Singh J, Birbian N. Association of mannose-binding lectin gene polymorphism with tuberculosis susceptibility and sputum conversion time. *Int J Immunogenet*. 2012 Feb; 39(1): 10-4.
- 11- Asgharzadeh M, Samadi KH. Comparing mannose binding lectin genetic diversity in intracellular and extracellular pathogens. *Afr J Biotechnol*. 2007 Sep; 6 (17): 2028-2032.
- 12- Oral HB, Budak F, Uzaslan EK, Ba türk B, Bekar A, Akalin H, et al. Interleukin-10 (IL-10) gene polymorphism as a potential host susceptibility factor in tuberculosis. *Cytokine*. 2006 Aug; 35(3-4): 143-7.
- 13- Selvaraj P. Host genetics and tuberculosis susceptibility. *Current Science*. 2004 Jan; 86(1): 115-121.
- 14- Chocano-Bedoya P, Ronnenberg AG. Vitamin D and tuberculosis. *Nutr Rev*. 2009 may; 67(5): 289-93.
- 15- Raja A. Immunology of tuberculosis. *Indian J Med Res*. 2004 Oct; 120(4): 213-32.
- 16- Berrinton RW, Hawn RT. Mycobacterium tuberculosis, macrophages, and the innate immune response: does common variation matter? *Immunol Rev*. 2007 Oct; 219: 167-86.
- 17- Bhanushali AA, Lajpal N, Kulkarni SS, Chavan SS, Bagadi SS, Das BR. Frequency of fokI and taqI polymorphism of vitamin D receptor gene in Indian population and its association with 25-hydroxyvitamin D levels. *Indian J Hum Genet*. 2009 Sep; 15(3): 108-13.
- 18- Rafi A, Moaddab SR. Principles of mycobacteriology, 1th ed. Tabriz: Sotoodeh, 2002: 231-240. (In Persian).
- 19- Carling T, Ridefelt P, Hellman P, Rastad J, Akerström G. Vitamin D receptor polymorphisms correlate to parathyroid cell function in primary hyperparathyroidism. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997 Jun; 82(6): 1772-5.

- 20- Larcombe L, Mookherjee N, Slater J, Slivinski C, Singer M, Whaley C, et al. Vitamin D in a northern Canadian first nation population: dietary intake, serum concentrations and functional gene polymorphisms. *PLOS One*. 2012 Nov; 7(11): e49872.
- 21- Larcombe LA, Orr PH, Lodge AM, Brown JS, Dembinski IJ, Milligan LC, et al. Functional gene polymorphisms in Canadian aboriginal populations with high rates of tuberculosis. *J Infect Dis*. 2008 Oct 15; 198(8): 1175-9.
- 22- Alexandra SG, Georgiana DC, Nicoleta C, Daniela PM, Traian S, Veronica S. *ApaI* and *TaqI* polymorphisms of *VDR* (vitamin D receptor) gene in association with susceptibility to tuberculosis in the Romanian population. *Rom Biotech Lett*. 2013 Jan-Feb; 18(1): 7956-7962.
- 23- Selvaraj P, Chandra G, Kurian SM, Reetha AM, Narayanan PR. Association of vitamin D receptor gene variants of *BsmI*, *ApaI* and *FokI* polymorphisms with susceptibility or resistance to pulmonary tuberculosis. *Current Science*. 2003 Jun; 84(12): 1564-68.
- 24- Marashian M, Parnia P, Seif SH, Anoosheh S. The frequency of vitamin D receptor gene polymorphisms in pulmonary tuberculosis (TB) patients and its relation with susceptibility to TB. *J Zanzan Univ Med Sci*. 2009 Jun; 17 (67): 1-10 (Full Tex in Persian).
- 25- Nnoaham KE, Clarke A. Low serum vitamin D levels and tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2008 Feb; 37 (1): 113–119.
- 26- Talat N, Perry S, Parsonnet J, Dawood G, Hussain R. Vitamin D deficiency and tuberculosis progression. *Emerg Infect Dis*. 2010 may; 16(5): 853-855.