

Original Article

The Association between Vascular Endothelial Growth Factor Gene Polymorphism (VEGF-2578 C/A; rs699947) and Lipid Profile in Iranian Patients with Rheumatoid Arthritis

Ebrahim Mohammadi¹, Akram Rostamzadeh², Khaled Rahmani³, Ali Jalili⁴,
Borhan Moradveisi⁴, Nasrin Moghimi^{4*}

¹ Associate Professor, Environmental Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

² Resident of Internal Medicine, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

³ Associate Professor, Liver and Digestive Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

⁴ Associate Professor, Cancer and Immunology Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

Article history:

Received: August 05, 2020

Revised: June 13, 2026

Accepted: June 14, 2026

ePublished: June 16, 2026



***Corresponding author:** Nasrin Moghimi, Associate Professor, Cancer and Immunology Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

E-mail: nasrin_43ir@yahoo.com

Abstract

Background and Aim: Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic autoimmune disease with a genetic and environmental etiology. Evidence suggests an increased risk of atherosclerosis and its associated mortality in patients with RA. Vascular endothelial growth factor (VEGF) is the most important pro-angiogenic factor implicated in the pathogenesis of both RA and atherosclerosis. Therefore, this study aimed to determine the role of the VEGF -2578 polymorphism (rs699947) in changes in lipid profiles in Kurdish patients with RA.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted in 2020 and included 130 patients with a confirmed diagnosis of RA who were referred to the Rheumatology Clinic of Tohid Hospital, Sanandaj, Iran. Pain severity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS). Plasma lipid profiles, including triglycerides (TG), total cholesterol (TC), and HDL-cholesterol, were measured by an auto-analyzer. Erythrocyte sedimentation rate (ESR), C-reactive protein (CRP), and rheumatoid factor (RF) values were recorded, and the severity of disease was calculated according to disease activity score-28 (DAS28) criteria. VEGF-2578 polymorphism was also genotyped by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP).

Results: The genotype distributions of AA, AC, and CC and allele frequencies for the VEGF-2578 at rs699947 did not show any significant difference from the expected value of the Hardy-Weinberg equilibrium. The frequencies of AA, AC, and CC genotypes were 42.3%, 43.8%, and 13.8%, respectively. The VEGF-2578 CC genotype was shown to be inversely associated with atherogenic index ($P = 0.01$) and total cholesterol levels ($P = 0.01$). No significant relationship was found between the VEGF-2578 polymorphism and other lipid parameters, CRP, RF, and disease severity ($P > 0.05$).

Conclusion: The findings indicate that genetic variation in the VEGF gene is associated with plasma lipid profiles, including total cholesterol levels and the atherogenic index, in patients with RA, and may have implications for RA-related complications via its relationship with lipid metabolism.

Keywords: Atherosclerosis, Genetic polymorphism, Rheumatoid arthritis, VEGF polymorphism

Please cite this article as follows: Mohammadi E, Rostamzadeh A, Rahmani Kh, Jalili A, Moradveisi B, Moghimi N. The Association between Vascular Endothelial Growth Factor Gene Polymorphism (VEGF-2578 C/A; rs699947) and Lipid Profile in Iranian Patients with Rheumatoid Arthritis. SJKUMS. 2026;31(2):150-158. DOI: 10.22034/31.2.150.



ارتباط بین پلی مورفیسم ژن عامل رشد اندوتلیال عروقی (C/A; VEGF-2578 rs69947) با پروفایل لیپید در بیماران ایرانی مبتلا به آرتریت روماتوئید

ابراهیم محمدی^۱، اکرم رستمزاده^۲، خالد رحمانی^۳، علی جلیلی^۴، برهان مرادیسی^۴، نسرین مقیمی^{۴*}

۱. دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۲. دستیار گروه داخلی، گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۳. دانشیار، مرکز تحقیقات گوارش و کبد، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۴. دانشیار، مرکز تحقیقات سرطان و ایمونولوژی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

چکیده

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۵

ویرایش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۳

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۴

انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۵

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

زمینه و هدف: آرتریت روماتوئید (RA) نوعی بیماری مزمن خودایمنی با علل ژنتیکی و محیطی است. شواهد حاکی از افزایش خطر ایجاد آترواسکلروز و مرگ و میر ناشی از آن در بیماران مبتلا به RA هستند. عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) مهم ترین مولکول پروآنژیوژنیک است که هم در پاتوژنز RA و هم در روند آترواسکلروز، نقش مهمی را ایفا می کند. ژن *VEGF* بسیار پلی مورفیک است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر، تعیین نقش پلی مورفیسم ۲۵۷۸-ژن *VEGF* (rs69947) در تغییر پروفایل لیپید در بیماران نژاد کرد مبتلا به RA بوده است.

مواد و روش ها: در این مطالعه مقطعی، که در سال ۱۳۹۹ انجام شد، ۱۳۰ بیمار مراجعه کننده به درمانگاه روماتولوژی بیمارستان توحید سنندج، که تشخیص آرتریت روماتوئید در آنها مسجل شده بود، وارد مطالعه شدند و برای تعیین درد در آن ها از شاخص VAS استفاده شد. مقادیر ESR (سرعت رسوب گلبول های قرمز خون)، CRP (پروتئین واکنشگر C) و RF و پروفایل لیپیدی بیماران شامل سطوح پلاسمایی تری گلیسرید، کلسترول تام و کلسترول HDL-C (لیپوپروتئین با چگالی بالا) ثبت و شدت بیماری براساس معیار DAS28 محاسبه شد. همچنین پلی مورفیسم موقعیت ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با PCR-RFLP سنجیده شد.

یافته ها: توزیع فراوانی پلی مورفیسم های CC، AA، AC و فراوانی آلل های ژن *VEGF* در نقطه rs69947 با مقدار قابل انتظار تعادل هاردی-واینبرگ سازگار بود. فراوانی ژنوتیپ های AA، AC و CC به ترتیب ۴۳/۸، ۴۲/۳ و ۱۳/۸ درصد بود. ژنوتیپ CC موقعیت ۲۵۷۸-ژن *VEGF*، ارتباط معکوسی را با شاخص آتروژنیک ($P=0/01$) و نیز سطوح کلسترول تام ($P=0/01$) نشان داد. بین پلی مورفیسم موقعیت ۲۵۷۸-ژن *VEGF* و دیگر پارامترهای لیپید، CRP، RF و شدت بیماری، رابطه معنی داری مشاهده نشد ($P>0/05$).

نتیجه گیری: یافته های ما نشان می دهد که تغییرات ژنتیکی در ژن *VEGF* با پروفایل لیپیدهای پلاسما، از جمله سطح کلسترول تام و شاخص آتروژنیک، در بیماران مبتلا به آرتریت روماتوئید مرتبط و ممکن است از طریق ارتباط با متابولیسم لیپیدها در بروز عوارض مرتبط با RA نقش داشته باشد.

واژگان کلیدی: آرتریت روماتوئید، پلی مورفیسم *VEGF*، آترواسکلروز، پلی مورفیسم ژنتیکی

* نویسنده مسئول: نسرین مقیمی، دانشیار، مرکز تحقیقات سرطان و ایمونولوژی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

ایمیل: nasrin_43ir@yahoo.com

استناد: محمدی، ابراهیم؛ رستمزاده، اکرم؛ رحمانی، خالد؛ جلیلی، علی؛ مرادیسی، برهان؛ مقیمی، نسرین. ارتباط بین پلی مورفیسم ژن عامل رشد اندوتلیال عروقی (C/A; VEGF-2578 rs69947) با پروفایل لیپید در بیماران ایرانی مبتلا به آرتریت روماتوئید. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، خرداد و تیر ۱۴۰۵؛ ۳۱(۲): ۱۵۸-۱۵۰.

مقدمه

التهاب مزمن در غشای سینوئیدال ایجاد می شود که تخریب غضروف مفصلی را به دنبال دارد [۱]. شیوع جهانی این بیماری بین ۰/۳ تا ۱ درصد و در کشورهای توسعه یافته شایع تر است. این بیماری در زن ها، دو تا سه برابر بیشتر از مردان رخ می دهد [۲]. RA می تواند

آرتریت روماتوئید (Rheumatoid arthritis; RA) نوعی بیماری التهابی مزمن و سیستمیک با مکانیسم اتوایمنی است که با پلی آرتریت قرینه در مفاصل محیطی مشخص می شود و می تواند مفاصل و بافت های دیگری را درگیر کند [۱]. در این بیماری نوعی

بیمار را در هر سنی متأثر کند، اما اوج بروز آن در دهه ششم زندگی است [۲]. در گذشته، این بیماری یکی از عواملی بود که به ازکارافتادگی منجر می‌شد و مرگومیر زیادی را به همراه داشت، اما امروزه، پیشرفت‌های فراوان در زمینه درک بهتر پاتوفیزیولوژی آن به بهبود کیفیت زندگی افراد و حصول رویکردهای درمانی مؤثرتر منجر شده است [۳، ۴].

هرچند RA تظاهرات ویژه‌ای دارد که به‌طور معمول با آن‌ها شناخته می‌شود، تظاهرات دیگری نیز قابل انتظار است که از جمله آن‌ها می‌توان به تظاهرات قلب و عروقی اشاره کرد [۵]. مطالعات نشان داده‌اند که مرگومیر ناشی از بیماری‌های قلبی و عروقی در بیماران مبتلایه RA بیشتر بوده است و خطر بروز این بیماری‌ها در بیماران مبتلایه RA تا ۴۸ درصد افزایش پیدا می‌کند [۶]. آنژیوژنز سینوویال مرحله مهم و اساسی در پاتوژنز بیماری RA محسوب می‌شود. آنژیوژنز هم در فرایند التهاب/فعال‌سازی سیستم ایمنی و هم در تهاجم به مفصل و تخریب آن، نقش مهمی ایفا می‌کند. شایع‌ترین نوع بیماری‌های قلبی و عروقی آترواسکلروز است که نوعی وضعیت التهابی مزمن است [۷].

متابولیسم لیپید در بیماری‌های التهابی مزمن دستخوش تغییر می‌شود و به همین علت، بسیاری از بیماری‌های اتوایمیون با ناهنجاری‌های لیپیدی همراه هستند. سنجش پروفایل لیپید تست روتینی در بیماران مبتلایه بیماری‌های التهابی و اتوایمیون است. شواهد حاکی از آن هستند که RA فعال زودرس با ایجاد دیس‌لیپیدمی در بیمار همراه است. فعالیت سایتوکاین‌های پیش‌التهابی، نظیر اینترلوکین-۱ و اینترلوکین-۶ و عامل نکروزدهنده توموری آلفا (TNF- α) هم در پاتوژنز RA و هم در ایجاد آترواسکلروز، نقش مهمی را ایفا می‌کنند [۸]. نتایج مطالعات مختلف درباره پروفایل لیپید در بیماران مبتلایه RA متناقض بوده‌اند، اما به‌طور کلی، به نظر می‌رسد که رابطه مستقیمی بین فعالیت RA (شدت بیماری) و سطوح بالای لیپید وجود دارد [۹-۱۱].

عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) یکی از مهم‌ترین عوامل تحریک‌کننده رگ‌زایی است که در مهاجرت، تکثیر، تجزیه ماتریکس سلول‌های اندوتلیال و تشکیل شبکه‌های عروقی نقش دارد. VEGF عاملی است که موجب تنظیم آنژیوژنز، افزایش نفوذپذیری عروق، تکثیر سلول‌های اندوتلیال و کمک به مهاجرت و کموتاکسی می‌شود و بدین ترتیب، در پیشرفت التهاب نقش دارد [۱۲]. مطالعات حاکی از آن هستند که بیان VEGF در غشای سینوویال بیماران مبتلایه RA افزایش یافته است و سطوح آن می‌تواند منعکس‌کننده شدت سینوویت در RA زودرس باشد [۱۲]. VEGF قوی‌ترین مولکول پروآنژیوژنیک است که باعث تقویت رگ‌زایی در RA می‌شود و ممکن است بیان آن در این بیماری افزایش داشته باشد [۱۳]. ژن VEGF انسانی از ۸ اگزون روی کروموزوم ۱۲ تشکیل شده و دو واریانت از ژن VEGF با اسامی ENST00000507638 و ENST00000280193 در پایگاه Ensemble ثبت شده است که یکی از آن‌ها یک پروتئین ۴۲۰ آمینواسیدی را می‌سازد که حاوی چندشکلی‌های ژنتیکی (پلی مورفیسیم) مهم است [۱۴].

چندین پلی مورفیسیم عملکردی به‌صورت پلی مورفیسیم‌های تک نوکلئوتیدی (Single Nucleotide Polymorphism; SNP) در ژن VEGF گزارش شده است که برخی از آن‌ها می‌توانند بر بیان پروتئین VEGF مؤثر باشند. پلی مورفیسیم شماره rs699947 ژن VEGF در ناحیه پروموتور این ژن در نقطه ۲۵۷۸- قرار دارد و به تغییر نوکلئوتیدی سیتوزین (C) به آدنین (A) منجر می‌شود، که سبب تغییر بیان ژن و پروتئین عامل رشد اندوتلیال عروقی می‌شود [۱۵]. پلی مورفیسیم جایگاه ۲۵۷۸- (rs699947)، با شدت بیماری‌های قلبی و عروقی و آترواسکلروز عروق کرونر مرتبط بوده است. این موضوع در مطالعات حاکی از آن بوده‌اند که ژنوتیپ CC، با درجه پایین‌تر آترواسکلروز و احتمالاً با تولید بیشتر VEGF مقایسه با ژنوتیپ AA همراه است [۱۶].

درباره ارتباط بین پلی مورفیسیم ژن VEGF با پروفایل لیپیدی، به‌ویژه در بیماران مبتلایه RA، اطلاعات زیادی در دست نیست. مطالعات نشان داده‌اند که عوامل ژنتیکی، شامل پلی مورفیسیم‌های مختلف در ژن‌های دخیل در متابولیسم لیپید و عواملی نظیر رگ‌زایی، می‌توانند در ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی مؤثر باشند. لذا، به‌منظور روشن‌شدن نقش پلی مورفیسیم ۲۵۷۸- ژن VEGF (rs699947) در پیشرفت آترواسکلروز در بیماران مبتلایه RA، در مطالعه حاضر، ارتباط این پلی مورفیسیم تک نوکلئوتیدی با شدت فعالیت بیماری، تغییرات در پروفایل لیپید و اندیس آترواسکلروز ارزیابی شده است.

روش کار بیماران

مطالعه حاضر مطالعه‌ای مقطعی است که در سال ۱۳۹۹ در کلینیک فوق تخصصی روماتولوژی بیمارستان توحید سنجید انجام شد. در این مطالعه، تمام بیماران (تعداد ۱۳۰ بیمار) مبتلایه بیماری RA مراجعه‌کننده به کلینیک، که تشخیص بیماری در آن‌ها براساس معیارهای ۲۰۱۰ انجمن روماتولوژی آمریکا/ شبکه همکاری اتحادیه اروپا علیه روماتیسم (ACR-EULAR 2010) برای طبقه‌بندی RA، مسجل شده بود، به‌صورت سرشماری وارد مطالعه شدند. بیماران مبتلایه دیگر اشکال آرتریت، بیماری‌های اتوایمیون، دیابت مزمن، نارسای کلیه و نیز بیماران مبتلایه RA دریافت‌کننده داروهای بیولوژیکی، لیپید و استاتین‌ها از مطالعه خارج شدند. تمامی بیماران ایرانی و از نژاد کرد بودند که این موضوع در زمان تکمیل پرسش‌نامه مطالعه به‌عنوان یکی از معیارهای ورود در نظر گرفته شد.

اطلاعات بالینی

مشخصات دموگرافیک بیماران در پرسش‌نامه‌های ازپیش‌ساخته ثبت شد. در تمام بیماران شاخص VAS، که معیار سنجش کیفیت درد توسط بیمار است، به‌صورت خط افقی به طول ۱۰ سانتی‌متر با فواصل یکسان ۱ سانتی‌متر از ۰ تا ۱۰ محاسبه شد که بیمار شخصاً میزان درد را به‌صورت عدد روی خط نشان می‌دهد. براساس این شاخص، عدد ۰ به معنی نبود درد و عدد ۱۰ به معنی

۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، مرحله گسترش در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و مرحله گسترش نهایی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه.

محصولات PCR با کمک ۵ واحد آنزیم محدود الاثر *BglIII* به مدت ۱۶ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و غیرفعال‌سازی آنزیم در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه، جداسازی شدند. این آنزیم توالی پالیندرومی AGATCT را برش می‌دهد که در جایگاه rs699947 ژن *VEGF* به ایجاد قطعات محصولات تکثیرشده ژن منجر می‌شوند. ژنوتیپ وحشی (wild-type)، که دو آلل C دارد، یک محصول PCR ۴۵۵ جفت بازی ایجاد کرد. پس از تأثیر، آنزیم بدون تغییر باقی ماند (قطعه ۴۵۵ جفت باز)، درحالی‌که ژنوتیپ هوموزیگوت (دارای دو آلل A) به قطعه‌های ۲۴۸ و ۲۰۷ جفت بازی شکسته شد. نمونه‌های هتروزیگوت (آلل AC) هم یک قطعه ۴۵۵ جفت بازی تجزیه‌نشده و دو قطعه ۲۴۸ و ۲۰۷ جفت بازی را در ژل الکتروفورز ایجاد کردند. امپلیکون‌های PCR و محصولات RFLP در ژل آگارز ۳ درصد الکتروفورز و مشاهده شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آمارها با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism® نسخه ۸.۰ به دست آمدند. برای بررسی نرمال بودن داده‌های، کمی از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. برای ارتباط بین متغیرهای کیفی (CRP، RF، جنسیت و شدت بیماری) از آزمون کای دو و تست دقیق فیشر استفاده شد. برای مقایسه میانگین پروفایل لیپید در سه نوع پلی‌مورفیسم ژن *VEGF*، از آزمون آنالیز واریانس استفاده شد. یکی از گروه‌های پلی‌مورفیسم (هوموزیگوت نرمال) به عنوان رفرنس در نظر گرفته شد و میانگین پروفایل لیپید و شدت بیماری در دو گروه دیگر از تست Kruskal-Wallis و Dunn چندان مقایسه شدند. در تمامی تحلیل‌ها، $P < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

در این مطالعه، تعداد کل بیماران بررسی شده ۱۳۰ نفر بود که از این تعداد، ۱۱۱ نفر زن و ۱۹ نفر مرد و میانگین سنی آن‌ها 51.16 ± 13.29 بود. اطلاعات دموگرافیک و مقدار فاکتورهای بیوشیمیایی در جدول ۱ ارائه شده است. جدول ۲ فراوانی ژنوتیپ‌های مربوط به پلی‌مورفیسم موقعیت ۲۵۷۸-ژن *VEGF* را نشان می‌دهد. همان‌طور که قابل مشاهده است، درصد فراوانی ژنوتیپ AC در جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با تعداد ۵۷ (۴۳/۸ درصد) در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر بیشتر بود. تعداد ژنوتیپ‌های CC و AA در جمعیت مورد مطالعه، به ترتیب ۱۸ (۱۳/۸ درصد) و ۵۵ (۴۲/۳ درصد) بود. توزیع فراوانی پلی‌مورفیسم‌های AA، CC و AC و فراوانی آلل‌های ژن *VEGF* در نقطه rs699947 منطبق بر تعادل هاردی-واینبرگ بود و از آن انحراف نداشت (جدول ۲). نتایج تکثیر ژن *VEGF* با PCR و برش قطعات با آنزیم *BglIII*

شدیدترین دردی است بیمار احساس می‌کند. همچنین، شدت بیماری براساس معیار DAS28 (Disease Activity Score-28) محاسبه شد که با معیار بالینی ۲۸ مفصل درگیر در بیماری RA مربوط می‌باشد. DAS-28 این معیار با در نظر گرفتن تعداد مفاصل حساس (۰-۲۸)، تعداد مفاصل دارای تورم (۰-۲۸)، مقدار ESR (سرعت رسوب گلبول‌های قرمز خون) و همچنین، مقدار VAS (Visual Analog Scale) در یک فرمول معین قابل محاسبه است و مقدار به دست آمده آن منعکس کننده شدت بیماری است. تعداد مفاصل دارای تورم و تعداد مفاصل حساس توسط رزیدنت بیماری‌های داخلی ثبت شد. براساس معیار DAS28، مقادیر کمتر از ۲/۶ به عنوان خاموشی بیماری تلقی می‌شود. شدت بیماری در کسانی که DAS28 بین ۲/۶-۳/۲ دارند، خفیف است و بیماری که DAS28 بین ۳/۲-۵/۲ دارند، بیماری با شدت متوسط دارند. مقادیر DAS28 بیش از ۵/۲ نیز حاکی از شدید بودن بیماری است.

اطلاعات آزمایشگاهی

مقادیر پروفایل لیپید با استفاده از نمونه‌های خون ناشتای بیماران و با روش کالریتری آنزیمی با استفاده از کیت‌های تجاری (شرکت پارس آزمون) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان کلسترول تام (Total Cholesterol; TC) و کلسترول -لیپوپروتئین با چگالی بالا (High-density lipoprotein-cholesterol; HDL-C) با استفاده از کلسترول اکسیداز-فنل آمینوآنتی‌پیرین و میزان تری‌گلیسرید (Triglyceride; TG)، با استفاده از گلیسرول ۳-فسفات اکسیداز-فنل آمینوآنتی‌پیرین انجام شد. مقادیر کلسترول -لیپوپروتئین با چگالی پایین (Low-density lipoprotein-cholesterol; LDL-C) براساس مقادیر TC، TG و HDL-C با فرمول Friedwald محاسبه شد. شاخص‌های آتروژنیک براساس نسبت TC/HDL-C و LDL-C/HDL-C محاسبه شدند. ESR با روش Westergren و RF (IgM RF)، به صورت کیفی، به کمک اسلایدهای آگلوتیناسیون اندازه‌گیری شدند.

آزمایش‌های مولکولی

DNA ژنومیک با کمک کیت تجاری جداسازی DNA (GeneAll، سئول، کره جنوبی)، براساس دستورالعمل سازنده، از ۳۰۰ میکرولیتر خون محیطی بیماران استخراج شد. تعیین ژنوتیپ پلی‌مورفیسم ژن *VEGF* در جایگاه C/A۲۵۷۸ (rs699947)، با روش PCR-RFLP انجام شد. جفت پرایمر برای رؤیت جایگاه ۲۵۷۸-3'-GGCCTTAGGACACCATAACC-5' (مستقیم) و 5'-CACAGCTTCTCCCCTATCC-3' (معکوس) بود. واکنش‌های PCR با استفاده از ۱۲/۵ میکرولیتر واکنشگر محتوی ۶/۵ میکرولیتر Taq DNA Polymerase 2x Master Mix RED، ۰/۴ میکرومول در لیتر از هر پرایمر (مستقیم و معکوس) ۱۰۰ نانوگرم DNA ژنومیک و ۴ میکرولیتر آب مقطر دیونیزه، انجام شد. شرایط انجام PCR عبارت بود از: مرحله آغاز یا واسرشت شامل دناتوراسیون در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه و به دنبال آن، ۳۵ چرخه دناتوراسیون به مدت ۳۰ ثانیه، مرحله اتصال پرایمرها در دمای

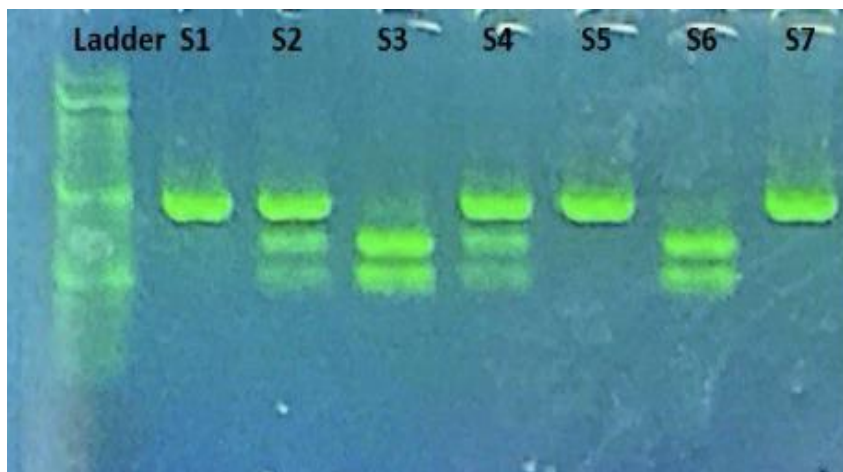
تصویر ژل آگارز در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک و فاکتورهای بیوشیمیایی جمعیت مورد مطالعه (تعداد=۱۳۰)

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۵۱/۱۶ $\pm$ ۱۳/۲۹۸	۱۸	۸۵
جنسیت			
زن (تعداد، درصد)	۱۱۱ (۸۵/۳)	-	-
مرد (تعداد، درصد)	۱۹ (۱۴/۷)	-	-
مدت زمان بیماری (ماه)	۹۶/۹۵ $\pm$ ۷۰/۲۰۴	۲	۳۶۰
تری گلیسرید (میلی گرم/دسی لیتر)	۱۵۲/۴۶ $\pm$ ۷۸/۳۷	۵۱	۶۵۴
کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر)	۱۸۶/۳۰ $\pm$ ۳۹/۴۸	۱۱۵	۳۲۷
کلسترول با چگالی کم (میلی گرم/دسی لیتر)	۱۰۰/۵۱ $\pm$ ۲۳/۵۴	۴۵	۱۸۵
کلسترول با چگالی بالا (میلی گرم/دسی لیتر)	۴۶/۲۵ $\pm$ ۱۱/۱۸	۲۵	۸۰
نسبت کلسترول توتال به کلسترول با چگالی بالا	۲/۰ $\pm$ ۱۴/۷۵	۰/۷۷	۴/۸۸
نسبت کلسترول با چگالی کم به کلسترول با چگالی بالا	۳/۱ $\pm$ ۷۹/۲۶	۰/۸۴	۹/۳۴
شدت بیماری (DAS28)	۳/۰۶ $\pm$ ۱/۰۸	۰/۹۱	۶/۵

جدول ۲. توزیع فراوانی آلل های ژن *VEGF* در جایگاه ۲۵۷۸-

ژن	پلی مورفیسم	هوموزیگوت نرمال AA (%)	هتروزیگوت AC (%)	هوموزیگوت واریانت CC (%)
VEGF	rs699947	۵۵ (۴۲/۳)	۵۷ (۴۳/۸)	۱۸ (۱۳/۸)



شکل ۱. تصویر ژل آگارز PCR-RFLP؛ در این شکل قطعات تکثیرشده ژن *VEGF* با PCR با آنزیم *BglII* برش داده شده‌اند. ستون‌های قابل مشاهده در تصویر مربوط به نمونه‌های هوموزیگوت نرمال AA (ستون‌های S3 و S5)، نمونه‌های هتروزیگوت AC (ستون‌های S2 و S4) و نمونه‌های هوموزیگوت واریانت CC (ستون‌های S1، S5 و S7) هستند. ستون اول مربوط به نشانگر DNA است.

۰/۹۱، ۰/۸۲، ۰/۵۷ و ۰/۱۱ بود. فراوانی افراد مورد مطالعه در هرکدام از متغیرهای ذکر شده و نیز درجه معنی‌داری آن‌ها در ارتباط با واریانت‌های ژن *VEGF* در جدول ۳ ذکر شده است.

بررسی رابطه بین جنسیت، CRP، RF و نیز شدت بیماری برحسب معیار DAS28 با واریانت مختلف *VEGF*، در هیچ موردی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. مقادیر *P value* آن‌ها به ترتیب

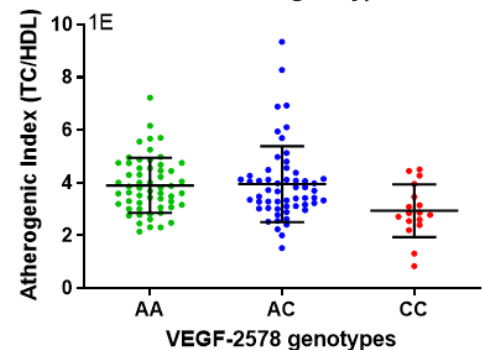
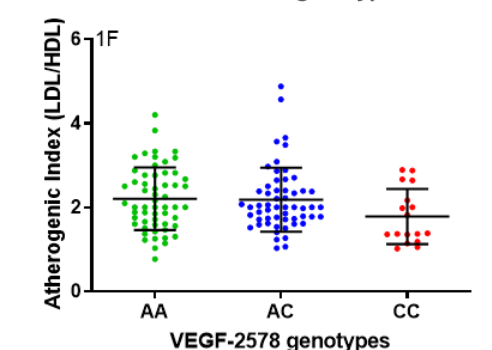
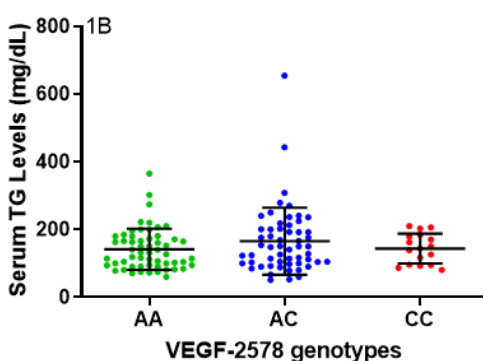
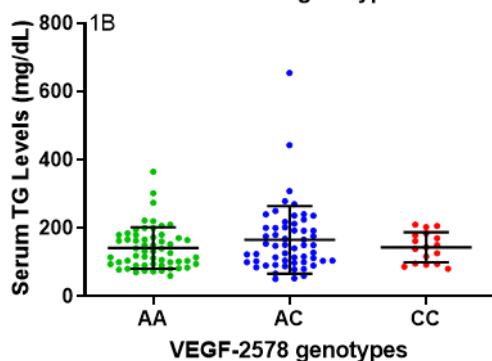
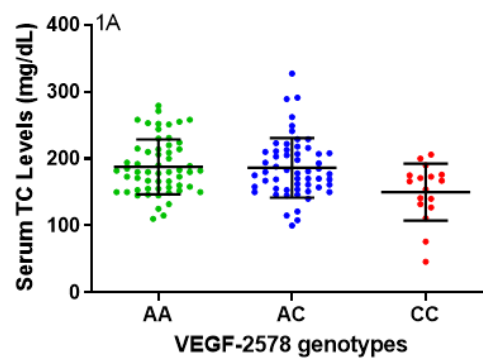
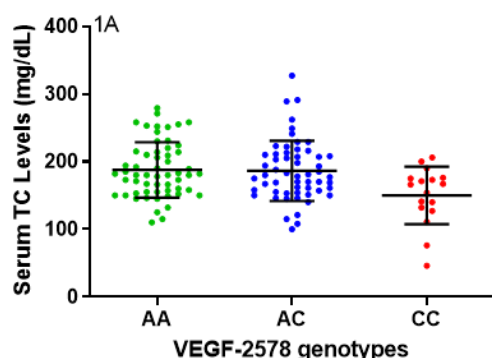
جدول ۳. ارتباط بین CRP، RF، جنسیت و شدت بیماری (DAS28) با واریانت‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸- ژن *VEGF*

متغیر	هوموزیگوت نرمال AA (%)	هتروزیگوت AC (%)	هوموزیگوت واریانت CC (%)	<i>P value</i>
جنسیت				
مرد	۸ (۱۴/۵)	۸ (۱۴/۰)	۳ (۱۶/۷)	۰/۹۱
زن	۴۷ (۸۵/۵)	۴۹ (۸۶/۰)	۱۵ (۸۳/۳)	
CRP				
منفی	۴۵ (۸۳/۶)	۴۸ (۸۴/۲)	۱۴ (۷۷/۸)	۰/۸۲
مثبت	۹ (۱۶/۴)	۹ (۱۵/۸)	۴ (۲۲/۲)	

RF	منفی	مثبت	۳۳ (۶۰/۰)	۲۹ (۵۰/۹)	۹ (۵۰/۰)	۰/۵۷
DAS28	۲/۶>	۲۲ (۴۰/۰)	۲۵ (۴۳/۹)	۷ (۳۸/۹)	۹ (۵۰/۰)	۰/۱۱
	۳/۲-۲/۶۱	۲۱ (۳۸/۲)	۱۵ (۲۶/۳)	۶ (۳۳/۳)	۶ (۳۳/۳)	
	۵/۱-۳/۲۱	۱۹ (۳۴/۵)	۱۲ (۲۱/۱)	۴ (۲۲/۲)	۴ (۲۲/۲)	
	۵/۱<	۱ (۱/۸)	۵ (۸/۸۶)	۱ (۵/۶)	۱ (۵/۶)	

ارتباط بین میانگین شاخص‌های پروفایل لیپیدی با واریانت‌های مختلف *VEGF* در شکل ۲ و جدول ۴ آورده شده است. میانگین متغیرهای TC و TC/HDL در بین واریانت‌های مختلف تفاوت معنی‌دار آماری داشت (اشکال 1A و 1E). میانگین TC در واریانت AA، ۱۸۷/۹ میلی گرم بر دسی لیتر بود که به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین TC در واریانت CC (۱۵۰/۱) بود ($P=۰/۰۱$). همچنین،

میانگین TC/HDL در واریانت AA، ۳/۹۰ بود که به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین TC/HDL در واریانت CC (۲/۹۴) بود ($P=۰/۰۱$). متغیرهای دیگر و اختلاف آن‌ها در واریانت‌های مختلف *VEGF* با همدیگر تفاوت معنی‌دار آماری نشان ندادند ($P>۰/۰۵$). نتایج تکثیر ژن *VEGF* با PCR و برش قطعات با آنزیم *BglIII* در تصویر ژل آگارز در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۲. پروفایل لیپید سرم براساس پلی مورفیسم‌های جایگاه -۲۵۷۸ ژن *VEGF* در بیماران مورد مطالعه. محور افقی نشان‌دهنده میانگین $\pm$ مقدار خطای استاندارد (1A) TC، (1B) TG، (1C) LDL-C، (1D) HDL-C، (1E) TC/HDL-C و (1F) LDL-C/HDL-C در گروه‌های VEGF است. میانگین سطوح سرمی TC و شاخص آتروژنیک (TC/HDL)، در واریانت CC، در هر دو آنالیز، به طور معنی‌داری کمتر از واریانت‌های AA و AC بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴. مقایسه پروفایل لیپید سرم بر اساس پلی مورفیسم‌های جایگاه -۲۵۷۸ ژن *VEGF* در بیماران (تعداد=۱۳۰)

متغیر	هوموزیگوت نرمال (%) AA	هتروزیگوت (%) AC	هوموزیگوت واریانت CC (%)	P value
کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر)	۴۱/۰۰±۱۸۷/۹	۴۴/۵۰±۱۸۶/۴	۴۲/۵۱±۱۵۰/۱	۰/۰۱*
تری گلیسرید (میلی گرم/دسی لیتر)	۶۰/۷۸±۱۴۱/۸	۹۹/۱۵±۱۶۵/۴	۴۴/۱۲±۱۴۳/۶	۰/۴۶
کلسترول با چگالی کم (میلی گرم/دسی لیتر)	۲۴/۹۹±۱۰۴/۲	۲۱/۴۶±۱۰۲/۸	۲۰/۶۷±۸۹/۳۲	۰/۱۶
کلسترول با چگالی بالا (میلی گرم/دسی لیتر)	۱۱/۵۸±۵۰/۰۶	۱۰/۸۸±۴۹/۷۵	۱۱/۲۶±۵۳/۰۶	۰/۵۶
نسبت کلسترول توتال به کلسترول با چگالی بالا	۱/۰۴±۳/۹۰	۱/۴۴±۳/۹۵	۱/۰۰±۲/۹۴	۰/۰۱*
نسبت کلسترول با چگالی کم به کلسترول با چگالی بالا	۰/۷۵±۲/۲۰	۰/۷۶±۲/۱۸	۰/۶۶±۱/۷۸	۰/۰۸

بحث

این مطالعه نخستین مطالعه‌ای است که در آن، در یک جمعیت ایرانی به طور اختصاصی، تأثیر پلی مورفیسیم تک‌نوکلئوتیدی ژن *VEGF* در شدت بیماری در بیماران مبتلا به RA بررسی شده است. همچنین، در مطالعه حاضر فراوانی ژنوتیپ‌های AA، AC و CC در جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* و نیز ارتباط آن با پروفایل لیپیدی، در جمعیت کرد مبتلا به RA بررسی شد. ما برای اولین بار در این مطالعه رابطه‌ای معکوس را بین ژنوتیپ CC جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با شاخص‌های آتروژنیک و کلسترول بالا در بیماران مبتلا به RA نشان دادیم. نتایج ما نشان داد که درصد فراوانی ژنوتیپ AC در جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با تعداد ۵۷ مورد از ۱۳۰ بیمار (۴۳/۸ درصد) در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر بیشتر بود. تعداد ژنوتیپ‌های CC و AA به ترتیب ۱۸ (۱۳/۸ درصد) و ۵۵ (۴۲/۳ درصد) نفر در جمعیت مورد مطالعه (تعداد کل ۱۳۰ مورد) بود. بررسی فاکتورهای مربوط به پروفایل لیپیدی، شامل TC، TG، HDL-C و LDL-C، نشان داد که تنها تفاوت مقدار TC در ژنوتیپ‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* از نظر آماری معنی‌دار است ($P=0/01$). همچنین، برای بررسی ارتباط پلی مورفیسیم جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با شدت بیماری RA، ارتباط بین ژنوتیپ‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با پارامترهای CRP، RF، ESR و پارامترهای DAS28 بررسی شد که هیچ‌یک از پارامترهای ذکر شده در ژنوتیپ‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* تفاوت معنی‌داری نداشتند (در تمام موارد $P>0/05$).

در مطالعات قبلی ارتباط پلی مورفیسیم جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* به عنوان یک ریسک فاکتور ژنتیکی مرتبط با بیماری RA در جمعیت‌های مختلف نشان داده شده است. در مطالعه Paradowska-Gorycka نشان داده شده است که زنان دارای آلل طبیعی CC و AC در معرض خطر کمتر ابتلا به RA هستند و در مقایسه با زنان دارای آلل AA، میزان CRP سرمی کمتری دارند که یکی از شاخص‌های شدت بیماری و التهاب در بدن است [۱۷]. مشابه با این مطالعه نیز در کشور پاکستان به دست آمد، به طوری که آلل C این پلی مورفیسیم به عنوان عامل محافظتی در بیماران RA مطرح شد [۱۸]. محققان دیگر نشان داده‌اند که دیس لیپیدمی در پلی مورفیسیم‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با هم

تفاوت معنی‌داری دارند که با مطالعه ما هم‌خوانی دارد [۱۹]. همچنین، مطالعه ما با نتیجه مطالعه Howell و همکاران هم‌خوانی دارد که در بیماری‌های همراه با آترواسکلروزیس نشان داده شده است که هاپلوتایپ‌های حامل آلل C جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* دارای اثر محافظتی بوده و بیماران دارای این آلل به طور معنی‌داری بیماری کمتری نسبت به بیماران دارای آلل A دارند [۱۵].

مطالعات نشان داده‌اند که پلی مورفیسیم‌های *VEGF* با استعداد ابتلا به RA مرتبط هستند. بنابراین، رگ‌زایی در پاتوژنز این بیماری نقشی اساسی را ایفا می‌کند. چندین پلی مورفیسیم مربوط به ژن *VEGF*، از جمله پلی مورفیسیمی که در این مطالعه بررسی شده، با افزایش بیان این پروتئین در بیماری RA و دیگر بیماری‌های التهابی همراه است [۱۷، ۱۸]. مطالعات حاکی از ارتباط بین افزایش بیان VEGF-A با فعالیت بیماری، تخریب و التهاب در RA بوده‌اند [۲۰، ۲۱، ۲۲]. همچنین، پلی مورفیسیم تک نوکلئوتیدی *VEGF* در rs699947 با استعداد ابتلا به RA در جمعیت‌های مختلف همراه بوده است، هرچند در مطالعات متاآنالیزی این نکته هنوز ثابت نشده است [۲۱، ۲۲].

مطالعه ما فاقد گروه کنترل برای ارزیابی نقش *VEGF* در استعداد ابتلا به RA بود و این خود یکی از نقاط ضعف این مطالعه است. هرچند مارکرهای شدت بیماری ارزیابی و در بین پلی مورفیسیم VEGF مقایسه شدند، تفاوت معنی‌داری در آن‌ها دیده نشد ($P>0/05$). این یافته بر خلاف گزارش Chen و همکاران بود که مطالعه آن‌ها حاکی از همراهی ژنوتیپ AA جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* با مارکرهای DAS28 کمتر در بیماران مبتلا به RA بود [۲۳]. Han و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که پلی مورفیسیم‌های ژن *VEGF* می‌توانند در پیشرفت بیماری RA مؤثر باشند، اما با میزان پیشرفت تخریب مفصل در تصاویر رادیولوژی ارتباطی ندارند [۲۴]. در مقام قیاس، ما در مطالعه حاضر، گروه کنترل نداشتیم، اما فعالیت بیماری به کمک CRP، ESR، RF و DAS28 سنجیده شد و بین ژنوتیپ‌های مختلف جایگاه ۲۵۷۸-ژن *VEGF* تفاوت معنی‌داری از این نظر یافته نشد ($P>0/05$).

در مطالعه‌ای که اخیراً انجام شده است، اثر دو پلی مورفیسیم تک نوکلئوتیدی در ژن *VEGF* بر خطر بیماری‌های قلبی و عروقی در بیماران مبتلا به RA ارزیابی شد و برخلاف شواهد دال بر تأثیر

بیماران مبتلا به RA، که حامل آلل C در موقعیت ۲۵۷۸-ژن *VEGF* هستند، کمتر دچار دیسلیپیدمی مرتبط با این بیماری می‌شوند، درحالی‌که وجود آلل A ممکن است با استعداد بیشتر به تغییرات نامطلوب در پروفایل لیپید و افزایش خطر آترواسکلروز همراه باشد. با توجه به نقش شناخته‌شده اختلالات لیپیدی در پیامدهای قلبی و عروقی در RA، به نظر می‌رسد پلی‌مورفیسم ۲۵۷۸-ژن *VEGF* بتواند با تأثیر در پروفایل لیپیدی بیماران، در تعیین خطر عوارض قلبی عروقی این بیماری نقش داشته باشد. بنابراین، تعیین وضعیت ژنتیکی در این جایگاه ممکن است در آینده به طبقه‌بندی بهتر بیماران و بهبود راهبردهای درمانی کمک کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه دستگیری بیماری‌های داخلی خانم دکتر اکرم رستم‌زاده است و معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان از این پژوهش حمایت کرده است. بدین‌وسیله، از تمامی بیماران و خانواده‌های آن‌ها که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کردستان بررسی و با کد IR.MUK.REC.1398.127 تأیید شد. در این مطالعه، تمامی اهداف و مراحل به‌طور دقیق و واضح برای شرکت‌کنندگان شرح داده و رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از آن‌ها دریافت شد.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع اعم از مالی یا سازمانی ندارند.

VEGF به‌عنوان یک عامل اساسی در رگ‌زایی RA، هیچ ارتباطی بین پلی‌مورفیسم در rs2010963 و rs1570360 ژن *VEGF* و آترواسکلروز تحت بالینی در این مطالعه مشاهده نشد [۲۵]. در مطالعه ما، کلسترول تام و شاخص آتروژنیک، که با نسبت TC/HDL-C ارزیابی شد، به‌طور معنی‌داری با ژنوتیپ CC مرتبط بود. به‌علاوه، LDL-C و نسبت LDL-C/HDL-C در بیماران مبتلا به RA با ژنوتیپ CC در مقایسه با بیماران دارای ژنوتیپ AA، تمایل به محافظت در مقابل خطر حوادث قلبی و عروقی داشت، هرچند این تفاوت به سطح معنی‌داری نرسید (شکل ۲ و جدول ۴). در گذشته، نشان داده شده است که ژنوتیپ CC، در مقایسه با ژنوتیپ AA، با تولید بیشتر پروتئین *VEGF* در گردش همراه است [۲۶]. این بدان معناست که بیماران حامل ژنوتیپ CC حفاظت بیشتری در برابر آترواسکلروز دارند. ازجمله محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به کم‌بودن حجم نمونه و نیز فقدان گروه کنترل اشاره کرد. با توجه به ماهیت چندعاملی بیماری RA و تأثیر عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی در آن، ممکن است نتایج این مطالعه، در جمعیت‌های دیگر به‌دلیل تفاوت در محتوای ژنتیک یا حجم نمونه، تغییر کند و نتایج قطعی نیازمند انجام مطالعاتی با جمعیت‌های آماری بزرگ‌تر است. لذا، مطالعات بیشتر با نگاهی جامع‌تر به نقش ژنوتیپ‌های *VEGF* برای اثبات این ادعا مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تفاوت‌های ژنتیکی در ژن *VEGF* با پروفایل لیپیدهای پلاسما، شامل سطح کلسترول تام و شاخص آتروژنیک، در بیماران مبتلا به آرتریت روماتوئید مرتبط است. در مطالعه حاضر نشان داده شد که در جمعیت مورد بررسی،

REFERENCES

1. Uke P, Maharaj A, Adebajo A. A review on the epidemiology of rheumatoid arthritis: an update and trends from current literature. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2025 Mar;39(1):102036. [DOI: 10.1016/j.berh.2025.102036]
2. Kvien TK, Uhlig T, Ødegård S, Heiberg MS. Epidemiological aspects of rheumatoid arthritis: the sex ratio. *Ann N Y Acad Sci*. 2006 Jun;1069:212-22. [DOI: 10.1196/annals.1351.019]
3. Myasoedova E, Crowder CS, Kremers HM, Thernau TM, Gabriel SE. Is the incidence of rheumatoid arthritis rising? Results from Olmsted County, Minnesota, 1955-2007. *Arthritis Rheum*. 2010;62(6):1576-82. [DOI: 10.1002/art.27425]
4. Aletaha D, Funovits J, Smolen JS. Physical disability in rheumatoid arthritis is associated with cartilage damage rather than bone destruction. *Ann Rheum Dis*. 2011;70(5):733-9. [DOI: 10.1136/ard.2010.138693]
5. Toosi TD, Rostamiyan A, Moharrami K, Movassaghi S, Nakhjavani M, Norooznezah AH. Lipid profile changes in rheumatoid arthritis patients: investigation of different affecting factors. *Acta Med Iran*. 2018;665-70. [DOI: 10.22631/rr.2020.69997.1087]
6. Avina-Zubieta JA, Thomas J, Sadatsafavi M, Lehman AJ, Lacaille D. Risk of incident cardiovascular events in patients with rheumatoid arthritis: a meta-analysis of observational studies. *Ann Rheum Dis*. 2012;71(9):1524-9. [DOI: 10.1136/annrheumdis-2011-200726]
7. Taleb S. Inflammation in atherosclerosis. *Arch Cardiovasc Dis*. 2016;109(12):708-15. [DOI: 10.1016/j.acvd.2016.04.002]
8. Ansell BJ, Fonarow GC, Fogelman AM. The paradox of dysfunctional high-density lipoprotein. *Curr Opin Lipidol*. 2007;18(4):427-34. [DOI: 10.1097/mol.0b013e3282364a17]
9. Urruela MA, Suarez-Almazor ME. Lipid paradox in rheumatoid arthritis: changes with rheumatoid arthritis therapies. *Curr Rheumatol Rep*. 2012;14(5):428-37. [DOI: 10.1007/s11926-012-0269-z]
10. Steiner G, Urowitz MB, editors. Lipid profiles in patients with rheumatoid arthritis: mechanisms and the impact of treatment. *Semin Arthritis Rheum*. 2009. [DOI: 10.1016/j.semarthrit.2008.01.015]
11. Akiyama M, Mawatari T, Nakashima Y, Miyahara H, Yamada H, Okazaki K, et al. Prevalence of dyslipidemia in Japanese patients with rheumatoid arthritis and effects of atorvastatin treatment. *Clin Rheumatol*. 2015;34(11):1867-75. [DOI: 10.1007/s10067-015-3049-0]
12. Lee S, Joo Y, Kim W, Min D, Min J, Park S, et al. Vascular endothelial growth factor levels in the serum and synovial fluid of patients with rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2001;19(3):321-4. [DOI: 10.1002/art.10215]
13. Tsurumi Y, Murohara T, Krasinski K, Chen D, Witzensbichler B, Kearney M, et al. Reciprocal relation

- between VEGF and NO in the regulation of endothelial integrity. *Nat Med.* 1997;3(8):879-86. [DOI: [10.1038/nm0897-879](https://doi.org/10.1038/nm0897-879)]
14. Hsieh MC, Hsu HT, Hsiao PC, Yang SF, Yeh CB, Bien MY, et al. Role of VEGF-C gene polymorphisms in susceptibility to hepatocellular carcinoma and its pathological development. *J Clin Lab Anal.* 2014 May;28(3):237-44. [DOI: [10.1002/jcla.21672](https://doi.org/10.1002/jcla.21672)]
 15. Howell W, Ali S, Rose-Zerilli M, Ye S. VEGF polymorphisms and severity of atherosclerosis. *J Med Genet.* 2005;42(6):485-90. [DOI: [10.1136/jmg.2004.025734](https://doi.org/10.1136/jmg.2004.025734)]
 16. Biselli PM, Guerzoni AR, de Godoy MF, Pavarino-Bertelli EC, Goloni-Bertollo EM. Vascular endothelial growth factor genetic variability and coronary artery disease in Brazilian population. *Heart Vessels.* 2008;23(6):371-5. [DOI: [10.1007/s00380-008-1057-6](https://doi.org/10.1007/s00380-008-1057-6)]
 17. Paradowska-Gorycka A, Pawlik A, Romanowska-Prochnicka K, Haladyj E, Malinowski D, Stypinska B, et al. Relationship between VEGF gene polymorphisms and serum VEGF protein levels in patients with rheumatoid arthritis. *PLoS One.* 2016;11(8):e0160769. [DOI: [10.1371/journal.pone.0160769](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160769)]
 18. Hussain N, Mumtaz M, Adil M, Ali Nadeem A, Sarwar A, et al. Investigation of VEGF (rs 699947) polymorphism in the progression of rheumatoid arthritis (RA) and in-silico nanoparticle drug delivery of potential phytochemicals to cure RA. *Acta Biochim Pol.* 2023 Sep 5;70(3):591-8. [DOI: [10.18388/abp.2020_6654](https://doi.org/10.18388/abp.2020_6654)]
 19. Yadav BK, Hong Y, Shin BS. Correlation of VEGF genetic polymorphisms and lipid profile to aortic calcification. *Gene.* 2014;550(1):33-9. [DOI: [10.1016/j.gene.2014.08.010](https://doi.org/10.1016/j.gene.2014.08.010)]
 20. Brogan IJ, Khan N, Isaac K, Hutchinson JA, Pravica V, Hutchinson IV. Novel polymorphisms in the promoter and 5' UTR regions of the human vascular endothelial growth factor gene. *Hum Immunol.* 1999;60(12):1245-9. [DOI: [10.1016/s0198-8859\(99\)00132-9](https://doi.org/10.1016/s0198-8859(99)00132-9)]
 21. Ballara S, Taylor PC, Reusch P, Marmé D, Feldmann M, Maini RN, et al. Raised serum vascular endothelial growth factor levels are associated with destructive change in inflammatory arthritis. *Arthritis Rheum.* 2001;44(9):2055-64. [DOI: [10.1002/1529-0131\(200109\)44:9%3C2055::aid-art355%3E3.0.co;2-2](https://doi.org/10.1002/1529-0131(200109)44:9%3C2055::aid-art355%3E3.0.co;2-2)]
 22. Kurosaka D, Hirai K, Nishioka M, Miyamoto Y, Yoshida K, Noda K, et al. Clinical significance of serum levels of vascular endothelial growth factor, angiopoietin-1, and angiopoietin-2 in patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 2010;37(6):1121-8. [DOI: [10.3899/jrheum.090941](https://doi.org/10.3899/jrheum.090941)]
 23. Chen Y, Dawes PT, Matthey DL. Polymorphism in the vascular endothelial growth factor A (VEGFA) gene is associated with serum VEGF-A level and disease activity in rheumatoid arthritis: differential effect of cigarette smoking. *Cytokine.* 2012;58(3):390-7. [DOI: [10.1016/j.cyto.2012.02.018](https://doi.org/10.1016/j.cyto.2012.02.018)]
 24. Han SW, Kim GW, Seo JS, Kim SJ, Sa KH, Park JY, et al. VEGF gene polymorphisms and susceptibility to rheumatoid arthritis. *Rheumatology (Oxford).* 2004;43(9):1173-7. [DOI: [10.1093/rheumatology/keh281](https://doi.org/10.1093/rheumatology/keh281)]
 25. Rodríguez-Rodríguez L, García-Bermúdez M, González-Juanatey C, Vázquez-Rodríguez T, Miranda-Filloj J, Fernández-Gutiérrez B, et al. Vascular endothelial growth factor A and cardiovascular disease in rheumatoid arthritis patients. *Tissue Antigens.* 2011;77(4):291-7. [DOI: [10.1111/j.1399-0039.2010.01625.x](https://doi.org/10.1111/j.1399-0039.2010.01625.x)]
 26. Lambrechts D, Storkebaum E, Morimoto M, Del-Favero J, Desmet F, Marklund SL, et al. VEGF is a modifier of amyotrophic lateral sclerosis in mice and humans and protects motoneurons against ischemic death. *Nat Genet.* 2003;34(4):383-94. [DOI: [10.1038/ng1211](https://doi.org/10.1038/ng1211)]