

## ارتباط بین غلظت لیپیدهای سرم و قابلیت اکسیدپذیری آنها در بیماران مبتلا به فشار خون بالا

بمانعلی جلالی خان آبادی<sup>۱\*</sup>، عزیزا... صادقی<sup>۲</sup>

## خلاصه

**سابقه و هدف:** فشار خون بالا یکی از عوامل خطر ساز بیماری های قلبی - عروقی است، و مشخص شده است که اکسیدپذیری لیپیدها در این بیماران افزایش می یابد. علی رغم شیوع پرفشاری خون در ایران، اطلاعات زیادی در مورد اکسید شدن لیپیدها در مبتلایان وجود ندارد. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین غلظت و قابلیت اکسیدپذیری لیپیدهای سرم در بیماران مبتلا به فشار خون بالا بوده است.

**مواد و روش ها:** در ۱۰۰ نفر (۵۰ زن و ۵۰ مرد) بیمار مبتلا به فشار خون بالا ( $160 \pm 30$  mm Hg) با سن  $56 \pm 12/6$  سال، غلظت لیپیدهای سرم اندازه گیری و قابلیت اکسیدپذیری آنها ارزیابی شد. کلسترول تام، تری گلیسرید، کلسترول لیپوپروتئین سنگین، و اسیداوریک، با روش های معمول آزمایشگاهی تعیین مقدار شدند. برای بررسی اکسیدپذیری لیپیدها، به سرم رقیق شده مس اضافه و اکسید شدن لیپیدها با تعیین جذب نوری پیگیری شد. پارامترهای اکسید شدن از جمله زمان تاخیر، حداکثر سرعت و بیشترین مقدار اکسید شدن، برای هر نمونه محاسبه گردید. از نرم افزار Excel برای رسم منحنی کینتیکی و از t-test و آزمون همبستگی برای مقایسه میانگین و تعیین ضریب همبستگی متغیرها استفاده شد.

**نتایج:** همبستگی معنی داری بین زمان تاخیر اکسید شدن و غلظت اسید اوریک ( $r=0.34, p=0.009$ ) مشاهده شد. بین حداکثر سرعت و بیشترین مقدار اکسید شدن، همبستگی معنی داری با غلظت کلسترول ( $r=0.46, p=0.001$  و  $r=0.52, p=0.001$ ) و غلظت تری گلیسرید ( $r=0.38, p=0.003$  و  $r=0.34, p=0.008$ ) مشاهده شد.

**نتیجه گیری:** نتایج نشان می دهد که افزایش غلظت اسیداوریک در بیماران مبتلا به فشار خون بالا ممکن است، در جلوگیری از شروع اکسید شدن لیپیدها موثر باشد. غلظت لیپیدهای پلاسما در این بیماران ظاهرا تاثیری در زمان تاخیر اکسید شدن ندارد، ولی افزایش آنها همراه با تولید بیشتر ترکیبات حاصل از پراکسیداسیون می باشد.

**واژگان کلیدی:** فشار خون بالا، لیپیدهای سرم، قابلیت اکسیدپذیری

۱- دانشیار گروه بیوشیمی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی یزد

۲- کارشناس آزمایشگاه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی یزد

\* نویسنده مسوول: بمانعلی جلالی خان آبادی

آدرس: یزد، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، گروه بیوشیمی

پست الکترونیک: [bajalali@yahoo.com](mailto:bajalali@yahoo.com)

تلفن: ۰۹۱۳ ۱۵۳ ۸۰۶۶

دورنویس: ۰۳۵۱ ۸۲۴۷۰۸۴

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۲

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۶/۹/۲۸

## مقدمه

یافته ها این فرضیه را تقویت می نماید که بخشی از خطر زایی فشار خون بالا ممکن است از طریق تشدید پراکسیداسیون لیپیدها اعمال شود. بروز و شدت بحران اکسیداتیو و اکسید شدن لیپیدها به عوامل متعدد از جمله رژیم غذایی، شیوهی زندگی و حتی مسایل و عوامل اجتماعی بستگی دارد [۶، ۷]. در برخی از نقاط ایران بیماری های عروق کرونر و بروز سکنه قلبی نسبتا شایع بوده و در مواردی این بروز بالا تنها به دلیل عوامل خطر ساز سنتی به تنهایی قابل توجیه نمی باشد [۸، ۹]. در چنین مواردی ممکن است تاثیر متقابل عوامل خطر ساز سنتی از قبیل فشار خون بالا و بحران

فشار خون بالا یکی از عوامل خطر ساز سنتی برای بیماری های قلبی - عروقی بوده و نقش تعیین کننده ای در سیر این بیماری دارد، با این حال مکانیسم خطر زایی آن دقیقا روشن نشده است [۱]. اکسید شدن لیپیدها به ویژه لیپیدهای موجود در لیپوپروتئین سبک از جمله فرآیندهای شناخته شده در شروع و تداوم آترواسکلروز و متعاقبا تشدید بیماری های عروق کرونر می باشد [۲، ۳]. بسیاری از مطالعات نشان داده اند که در مبتلایان به فشار خون بالا بحران اکسید شدن تشدید شده و قابلیت اکسیدپذیری لیپیدها در آنها افزایش یافته است [۴، ۵] این گونه

لیپوپروتئین سبک (LDL-C) با استفاده از فرمول Fredewald محاسبه گردید [۱۳] برای بررسی قابلیت اکسیدپذیری لیپیدها، از تجربیات Schnitzer و همکاران استفاده شد [۱۴]. برای این کار ابتدا سرم به میزان ۶۰ برابر در بافر فسفات (۰/۱ مولار حاوی ۰/۱۵ مولار کلرور سدیم و ۷۲۰ میکرومولار سترات سدیم با PH=7.4) رقیق شد و سپس برای القای اکسید شدن لیپیدها محلول ۵ میلی مولار کلرور مس تا غلظت نهایی ۶۰ میکرومولار به آن اضافه گردید. وضعیت اکسید شدن لیپیدها با تعیین سرعت تشکیل ترکیبات حاصل از اکسید شدن (تعیین جذب نوری در ۲۴۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفوتومتر دوپرتوی UV/VIS کلمن مدل 505S) هر ۳۰ دقیقه یک بار و حداکثر تا ۳۰۰ دقیقه پیگیری شد. با استفاده از نرم افزار Excel و رسم تغییرات جذب نوری نسبت به گذشت زمان، برای هر نمونه منحنی کینتیکی اکسیدپذیری رسم و به کمک آن پارامترهای اکسید شدن از جمله زمان تاخیر در شروع اکسید شدن (Lag-time)، حداکثر سرعت اکسید شدن (V-max)، زمان رسیدن به سرعت ماکزیم (T-max)، و بیشترین مقدار مواد حاصل از اکسید شدن (OD-max) محاسبه گردید. از نرم افزار SPSS (V-11.5) برای آنالیز آماری داده‌ها استفاده شد. برای تعیین ضریب همبستگی متغیرها از آزمون همبستگی پیرسون و برای مقایسه متغیرها در دو جنس از t-test کمک گرفته شد.

#### نتایج

در بین لیپیدها غلظت کلسترول تام و LDL-C در زن‌ها (به ترتیب  $204/5 \pm 33$  mg/dl و  $128/5 \pm 26/7$  mg/dl) به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) از مردان ( $174/6 \pm 40$  mg/dl و  $106 \pm 33$ ) بالاتر بود. در مورد بقیه لیپیدها و پارامترهای اکسیدپذیری لیپیدها بین دو جنس اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در جدول شماره ۱ سطح لیپیدها و اسید اوریک سرم و در جدول شماره ۲ پارامترهای اکسیدپذیری لیپیدهای پلاسمایی در افراد مورد مطالعه نشان داده شده است. همبستگی مثبت و معنی داری بین Lag-time و غلظت اسید اوریک سرم ( $r=0.34$ ,  $p=0.009$ ) به دست آمد. OD-max و V-max همبستگی مثبت و معنی داری با غلظت کلسترول تام ( $r=0.46$ ,  $p=0.001$ ) و LDL-C ( $r=0.49$ ,  $p=0.001$ ) و  $r=0.45$ ,  $p=0.001$ ) و غلظت تری گلیسرید ( $r=0.38$ ,  $p=0.008$ ) و  $r=0.34$ ,  $p=0.008$ ) نشان دادند. در جدول شماره ۳ ضریب همبستگی بین پارامترهای اکسیدپذیری با غلظت لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها نشان داده شده است.

اکسید شدن ناشی از مسایل منطقه‌ای از قبیل عادات غذایی، نوع رژیم غذایی و شیوه زندگی نقش داشته باشند. با توجه به بالا بودن بروز بیماری‌های قلبی - عروقی در برخی از نقاط ایران، مطالعات متعددی در مورد عوامل خطر ساز آنها صورت گرفته است [۱۰، ۱۱]. ولی عاملی که در کشور ما کمتر مورد توجه قرار گرفته است، بررسی ارتباط و تاثیر متقابل عوامل خطر ساز سنتی بیماری‌های قلبی - عروقی با عوامل خطر ساز جدیدتر از قبیل قابلیت اکسیدپذیری لیپیدهای پلازما در بیماران با فشار خون بالا می‌باشد. لذا هدف از طراحی و انجام این مطالعه بررسی ارتباط بین غلظت پلاسمایی لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها با پارامترهای اکسیدپذیری در گروهی از بیماران مبتلا به فشار خون بالا بوده است.

#### مواد و روش‌ها

افراد مورد مطالعه شامل ۱۰۰ نفر (۵۰ زن و ۵۰ مرد) بیمار مبتلا به فشار خون بالا با محدوده‌ی سنی ۲۵ تا ۶۵ سال ( $56 \pm 6/12$ ) بودند، که برای سنجش لیپیدها به آزمایشگاه مراجعه می‌نمودند. ملاک مبتلا بودن به فشار خون بالا، داشتن حداقل سه مورد فشار خون دیاستولی بالاتر از ۹۰ و فشار خون سیستولی بالاتر از ۱۴۰ میلی‌متر جیوه [۱۲] در فاصله‌ی شش‌ماه قبل از تهیه‌ی نمونه که به وسیله‌ی پزشک تعیین و با اعلام خود بیمار بوده است. افرادی که دچار بیماری دیابت، علائم نارسایی در عروق کرونر قلب، نارسایی کبدی و نارسایی کلیه بودند و همچنین کسانی که سیگار یا داروهای آنتی‌اکسیدان مصرف می‌نمودند، از مطالعه حذف شدند. نمونه‌ی خون وریدی در اول صبح و پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتا ماندن تهیه شد. سرم پس از انعقاد کامل (قرار گرفتن یک ساعت در درجه حرارت اتاق) با استفاده از سانتریفوژ ( $2000g$ ) به مدت ۱۰ دقیقه از گلول‌ها جداسازی شد. لیپیدها و اسید اوریک پس از تهیه سرم بلافاصله تعیین مقدار شدند و بخشی از هر نمونه‌ی سرم به منظور بررسی قابلیت اکسیدپذیری لیپیدها در فریزر  $-80^{\circ}C$  درجه‌ی سانتی‌گراد حداکثر به مدت ۲ ماه نگهداری شد. کلسترول تام (TC) با روش آنزیمی کلسترول اکسیداز، تری-گلیسرید (TG) با روش آنزیمی گلیسرول اکسیداز، کلسترول لیپوپروتئین سنگین (HDL-C) پس از رسوب دادن بتا - لیپوپروتئین‌ها با استفاده از دکستران سولفات و کلرور منیزوم با همان روش آنزیمی کلسترول اکسیداز، و اسید اوریک با روش آنزیمی یوریکاز، تعیین مقدار شدند. کیت‌های مربوطه از شرکت زیست شیمی تهیه و اجرای روش‌ها با استفاده از اوتوآنالیزور Technicon-RA-1000 انجام شد. کلسترول موجود در

جدول ۱- غلظت اسید اوریک و لیپیدها در کل افراد مورد مطالعه و مقایسه میانگین آنها در دو جنس

ارزش آماری (P)	گروه ها			غلظت (mg/d)
	مردان (n=50)	زنان (n=50)	کل افراد (n=100)	
	میانگین ± SD	میانگین ± SD	میانگین ± SD	
۰/۱۲	۶/۵±۱/۹۵	۵/۸±۱/۴۵	۶/۱۵±۱/۷۵	اسید اوریک
۰/۰۰۳	۱۷۴/۶±۴۰	۲۰۴/۵±۳۳	۱۹۵/۵±۳۹/۴	کلسترول
۰/۰۶	۱۹۱±۴۲	۲۱۱±۳۹	۲۰۱/۳±۴۱/۶	تری گلیسرید
۰/۰۷	۳۰±۸	۳۳/۷±۷/۵	۳۲±۷/۹۵	HDL-C*
۰/۰۰۶	۱۰۶±۳۳	۱۲۸/۵±۲۶/۷	۱۱۷/۴±۳۱/۸۹	LDL-C**

\* High density lipoprotein cholesterol.

\*\* Low density lipoprotein cholesterol.

جدول ۲- پارامترهای اکسیدپذیری در کل افراد مورد مطالعه و مقایسه میانگین آنها در دو جنس

ارزش آماری (P)	گروه ها			متغرها
	مردان (n=50)	زنان (n=50)	کل افراد (n=100)	
	میانگین ± SD	میانگین ± SD	میانگین ± SD	
۰/۸	۸۱/۶±۲۹/۵	۸۳/۳±۲۱	۸۲/۵±۲۵/۴	Lag-time* (دقیقه)
۰/۵۵	۱/۲۳۸±۰/۳۹۹	۱/۳۰۴±۰/۴۴۵	۱/۲۷۱±۰/۴۲۰	V-max**
۰/۶	۲۰۹/۸±۴۸	۲۰۳/۸±۳۷/۳	۲۰۶/۸±۴۲/۷	T-max*** (دقیقه)
۰/۴۸	۰/۲۱۱±۰/۰۷۲	۰/۲۲۵±۰/۰۷۳	۰/۲۱۸±۰/۰۷۲	OD-max****

\* فاصله زمانی بین اضافه نمودن مس و شروع اکسید شدن لیپیدها بر حسب دقیقه.

\*\* بالاترین سرعت تشکیل ترکیبات حاصل از اکسید شدن لیپیدها (حداکثر تغییرات جذب در واحد زمان) مشاهده شده در هنگام بررسی اکسیدپذیری لیپیدها بر حسب تغییرات واحد جذب در یک دقیقه با ضرب هزار.

\*\*\* زمان لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت اکسید شدن لیپیدها.

\*\*\*\* بالاترین تجمع ترکیبات حاصل از اکسید شدن لیپیدها (حداکثر جذب مشاهده شده) در هنگام بررسی اکسیدپذیری بر حسب واحد جذب نوری.

جدول ۳- ضریب همبستگی بین غلظت لیپیدها و لیپوپروتئین‌های پلاسما با پارامترهای اکسیدپذیری در کل افراد مورد مطالعه

لیپیدها				پارامتر اکسیدپذیری
HDL-C** (mg/dl)	LDL-C* (mg/dl)	تری گلیسرید (mg/dl)	کلسترول تام (mg/dl)	
r= 0.17 P= 0.19	r= 0.005 P= 0.97	r= 0.073 P= 0.58	r= 0.014 P= 0.92	Lag-time <sup>1</sup> (دقیقه)
r= 0.1 P= 0.43	r= 0.45 P= 0.001	r= 0.34 P= 0.008	r= 0.46 P= 0.001	V-max <sup>2</sup> (تغییرات جذب در دقیقه)
r= 0.19 P= 0.16	r= 0.49 P= 0.001	r= 0.38 P= 0.003	r= 0.52 P= 0.001	OD-max <sup>3</sup> (واحد جذب)

\* کلسترول موجود در لیپوپروتئین سبک.

\*\* کلسترول موجود در لیپوپروتئین سنگین.

۱- فاصله زمانی بین اضافه نمودن مس و شروع اکسیداسیون لیپیدها بر حسب دقیقه.

۲- سرعت ماکزیمم اکسیداسیون لیپیدها (حد اکثر تغییرات جذب در واحد زمان) مشاهده شده در هنگام بررسی اکسید پذیری لیپیدها بر حسب تغییرات واحد جذب در یک دقیقه.

۳- بالاترین تجمع ترکیبات حاصل از اکسیداسیون لیپیدها (حد اکثر جذب مشاهده شده) در هنگام بررسی اکسید پذیری بر حسب واحد جذب نوری.

## بحث

افزایش بروز بحران اکسید شدن در بیماران مبتلا به فشار خون بالا ممکن است در تشدید آترواسکلروز و افزایش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی در این بیماران نقش داشته باشد. میزان بروز، نوع و شدت عوارض بحران اکسید شدن به شرایط و عوامل متعدد دیگری از جمله زمینه ژنتیکی، رژیم غذایی و شیوه‌ی زندگی بستگی دارد. اکسید شدن لیپیدهای پلاسما از جمله عوارض بحران اکسید شدن و پل ارتباطی احتمالی آن با افزایش خطر آترواسکلروز و بیماری‌های قلبی - عروقی می‌باشد. اگر چه مطالعات زیادی تشدید اکسیداسیون لیپیدهای پلاسما در بیماران مبتلا به فشار خون بالا را تایید نموده‌اند [۱۵، ۱۶]، ولی ارتباط قابلیت اکسیدپذیری لیپیدها با غلظت لیپیدها و سایر پارامترهای بیوشیمیایی پلاسما به خوبی روشن نشده است. در این مطالعه نوعی همبستگی مثبت و معنی‌دار بین Lag-time و غلظت اسید اوریک سرم به دست آمد. اسید اوریک حاصل کاتابولیسم بازهای پورینی بوده و به عنوان نوعی آنتی‌اکسیدان محلول در آب شناخته شده و عمل می‌نماید [۱۷]. بنابراین همراهی اسید اوریک با Lag-time را می‌توان با تاثیر آنتی‌اکسیدانی و حفاظتی آن در برابر شروع پراکسیداسیون لیپیدها توجیه نمود. البته برخی از گزارشات از همراهی میزان اسید اوریک پلاسما با بروز بیشتر بیماری‌های قلبی - عروقی و مطرح شدن آن به عنوان یک نوع عامل خطر ساز برای این بیماری، حکایت دارند [۱۸]. این مساله با خواص آنتی‌اکسیدانی و حفاظتی اسید اوریک در تناقض بوده و اینکه از چه طریقی اسید اوریک به عنوان عامل خطر ساز عمل می‌نماید، موضوعی است که دقیقاً مشخص نشده است. نتایج این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین Lag-time با غلظت لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها نشان نداد و این بدان معنی است که در این بیماران و در شرایط این تحقیق نوع و غلظت لیپیدهای سرم تاثیری در مقاومت آنها در برابر شروع اکسیداسیون نداشته است. این در حالی است که غلظت لیپیدهای پلاسما در افراد مورد این مطالعه تقریباً طبیعی بوده است (جدول شماره ۱). در حالی که Letinger و همکاران در گروهی از بیماران با غلظت بالای کلسترول در پلاسما (مبتلایان به Familial hypercholesterolemia)، نشان داده‌اند که کاهش دادن غلظت کلسترول منجر به کاهش قابلیت اکسیدپذیری لیپوپروتئین سبک (ارتباط معکوس Lag-time با غلظت کلسترول) می‌شود [۱۹]. در مطالعه‌ی مشابهی، Donner و همکاران نیز با تعداد نمونه بیشتر به این نتیجه رسیده‌اند که کاهش غلظت کلسترول در سرم، قابلیت اکسیدپذیری LDL را کاهش می‌دهد [۲۰]. البته محققین فوق علاوه بر استفاده از بیماران هیپرکلسترولمی، بررسی قابلیت

اکسیدپذیری را بر روی لیپوپروتئین سبک جدا شده نیز انجام داده‌اند، در صورتی که در مطالعه‌ی حاضر قابلیت اکسیدپذیری بر روی سرم رقیق شده انجام شده است و در چنین شرایطی مواد زمینه‌ای از جمله میزان آنتی‌اکسیدان‌های بیولوژیک محلول در آب (از جمله اسید اوریک) در شروع اکسید شدن لیپیدها نقش دارد. از طرف دیگر Tsai و همکاران با کاهش دادن غلظت لیپیدهای پلاسما به کمک استفاده از روغن ماهی در گروهی از افراد سالم، به این نتیجه رسیده‌اند که کاهش غلظت لیپیدها همراه با افزایش قابلیت اکسیدپذیری LDL (کاهش Lag-time) می‌باشد [۲۱]. بدین ترتیب نوع لیپیدهای موجود در لیپوپروتئین نیز در میزان مقاومت آن در برابر اکسید شدن موثر می‌باشد. OD-max شاخصی از شدت اکسید شدن لیپیدها بوده و همبستگی معنی‌دار آن با تری‌گلیسرید و به ویژه کلسترول تام و LDL-C در این مطالعه نشان‌دهنده‌ی آن است، که افزایش این لیپیدها به ویژه لیپوپروتئین سبک که ناقل اصلی کلسترول می‌باشد، همراه با اکسید شدن بیشتر لیپیدها و تجمع بیشتر ترکیبات حاصل از این فرآیند می‌باشد. بدین ترتیب نتایج حاکی از آن است که اگر چه غلظت لیپیدها تاثیری در مقاومت آنها در برابر شروع اکسید شدن ندارد، ولی غلظت بیشتر آنها همراه با اکسید شدن بیشتر و تولید ترکیبات حاصل از اکسید شدن بیشتری در یک زمان معین می‌باشد. از آنجا که V-max نیز با همین پارامترها ارتباط مشابهی داشته است، به نظر می‌رسد که علت اصلی اکسید شدن بیشتر، وجود مواد اولیه بیشتر (غلظت بالاتر لیپیدها در سرم) در محیط واکنش بوده و این مساله ارتباطی با قابلیت اکسیدپذیری لیپیدهای سرم ندارد. این نتایج در جهت تایید برخی از مطالعات قبلی می‌باشد، که حاکی از همراهی افزایش لیپیدها به دلایل مختلف با افزایش سرعت اکسید شدن در شرایط in-vitro بوده است. در یک مطالعه‌ی مداخله‌ای، Yu-Poth و همکاران تاثیر کاهش لیپیدهای سرم را در پارامترهای اکسیدپذیری لیپیدهای پلاسمایی در گروهی از افراد سالم بررسی نموده، و از جمله یافته‌های آنها همراهی میزان محصولات اکسید شدن (OD-max) با کلسترول تام و LDL-C بوده است [۲۲]. در مطالعه‌ی دیگری Moriel و همکاران در گروهی از بیماران مبتلا به فشار خون بالا، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین محصولات پراکسیداسیون لیپیدها با کلسترول تام و LDL-C مشاهده نمودند [۲۳]. بدین ترتیب هم در افراد سالم و هم در بیماران مبتلا به فشار خون بالا، افزایش غلظت لیپیدهای سرم همراه با افزایش تولید ترکیبات حاصل از اکسیداسیون آنها در فرآیند بررسی اکسیدپذیری بوده، و دلیل اصلی آن احتمالاً در

جلوگیری از شروع اکسید شدن لیپیدها موثر باشد. غلظت لیپیدهای پلاسما در این بیماران ظاهراً تاثیری در قابلیت اکسیدپذیری آنها ندارد، ولی افزایش غلظت لیپیدها به ویژه کلسترول و لیپوپروتئین-های غنی از آن نهایتاً همراه با تولید بیشتر ترکیبات حاصل از پراکسیداسیون در شرایط *in-vitro* می‌باشد.

دسترس بودن بیشتر لیپیدها برای اکسید شدن در محیط واکنش می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش غلظت اسیداوریک در بیماران مبتلا به فشار خون بالا ممکن است، در

### References:

- [1] Nitenberg A. Hypertension, endothelial dysfunction and cardiovascular risk. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2006; 99: 915-921.
- [2] Holvoet P. Collen D. Oxidation of low density lipoproteins in the pathogenesis of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 1998; 137: 33-38.
- [3] Toshima S. Hasegawa A. Kurabayashi M. Itabe H. Takano T. Sugano J. et al. Circulating oxidized low density lipoprotein levels. A biochemical risk marker for coronary heart disease. *Artheroscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 2243-2247.
- [4] Tandon R. Sinha MK. Garg H. Khanna R. Khanna HD. Oxidative stress in patients with essential hypertension. *Natl Med J India* 2005; 18: 297-299.
- [5] Parik T. Allikmets K. Teesalu R. Zilmer M. Evidence for oxidative stress in essential hypertension: perspective for antioxidant therapy. *J Cardiovasc Risk* 1996; 3: 49-54.
- [6] Block G. Dietrich M. Norkus EP. Morrow JD. Hudes M. Caan B. et al. Factors associated with oxidative stress in human populations. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 274-285.
- [7] Van de Vijver LP. Van Duyvenvoorde W. Buytenhek R. Van der Laarse A. Kardinaal AF. Van Den Berg H. et al. Seasonal variation in low density lipoprotein oxidation and antioxidant status. *Free Radic Res* 1997; 27: 89-96.
- [8] Sarraf-zadegan N. Boshtam M. Malekafzali H. Bashardoost N. Sayed-tabatabaei FA. Rafiei M. et al. Secular trends in cardiovascular mortality in Iran, with special reference to Isfahan. *Acta Cardiol* 1999; 54: 327-333.
- [9] Sarraf-Zadegan N. Sayed-Tabatabaei FA. Bashardoost N. Totonchi M. Habibi HR. et al. The prevalence of coronary artery disease in an urban population in Isfahan, Iran. *Acta Cardiol* 1999; 54: 257-263.
- [10] Rahmani M. Raiszadeh E. Allahverdian S. Kiaii S Navab M. Azizi F. Coronary artery disease is associated with the ratio of apolipoprotein A-1/B and serum concentration of apolipoprotein B, but not with paraoxonase enzyme activity in Iranian subjects. *Atherosclerosis* 2002; 162: 381-389.
- [11] Azizi F. Rahmani M. Emami H. Mirmiran P. Hajipour R. et al. Cardiovascular risk factors in an Iranian urban population: Tehran lipid and glucose study. *Soz Praventivmed* 2002; 47: 408-426.
- [12] Giannuzzi P. Eleuteri E. Systolic-diastolic arterial hypertension versus isolated diastolic hypertension. *Ital Heart J* 2000; 2: 93-99.
- [13] Fredewald WT. Levy RI. Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein in plasma without the use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-502.
- [14] Schnitzer E. Pinchuk I. Fainaru M. Schafer Z. Lichtenberg D. Copper-induced lipid oxidation in unfractionated plasma: the lag preceding oxidation as a measure of oxidation-resistance. *Biochem Biophys Res Commun* 1995; 220, 216: 854-861.
- [15] Uzun H. Karter Y. Aydin S. Curgunlu A. Simsek G. Yucel R. et al. Oxidative stress in whittr coat hypertension; role of paraoxonase. *J Human Hypertens* 2004; 18: 523-528.
- [16] Frostegard J. Wu R. Lemne C. Thulin T. Witztum JL. de Faire U. Circulating oxidized low-density lipoprotein is increased in hypertension. *Clin Sci* 2003; 105: 615-620.
- [17] Schlotte V. Sevanian A. Hochstein P. Weithmann KU. Effect of uric acid and chemical analogues on oxidation of human low density lipoprotein in vitro. *Free Radic Biol Med* 1998; 25: 839-847.
- [18] Torun M. Yardim S. Simsek B. Burgaz S. Serum uric acid levels in cardiovascular disease. *J Clin Pharm Ther* 1998; 23: 25-29.
- [19] Leitinger N. Pirich C. Blazek I. Endler G. Sinzinger H. Decreased susceptibility of low density lipoproteins to in-vitro oxidation after dextran-sulfate LDL-apheresis treatment. *Atherosclerosis* 1996; 126: 305-312.
- [20] Donner MG. Parhofer KG. Richter WO. Schwandt P. Low-density lipoprotein oxidizability before and after LDL apheresis. *Metabolism* 1999; 48: 881-886.
- [21] Tsai PJ. Lu SC. Fish oil lowers plasma lipid concentrations and increases the susceptibility of low density lipoprotein to oxidative modification in healthy men. *J Formos Med Assoc* 1997; 96: 718-726.
- [22] Yu-Poth S. Etherton TD. Reddy CC. Pearson TA. Reed R. Zhao G. et al. Lowering dietary saturated fat and total fat reduces the oxidative susceptibility of LDL in healthy men and women. *J Nutr* 2000; 130: 2228-2237.
- [23] Moriel P. Plavnik FL. Zanella MT. Bertolami MC. Abdolla DS. Lipid peroxidation and antioxidants status in hyperlipidemia and hypertension. *Biol Res* 2000; 32: 105-112.