



تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی پلازما متعاقب مصرف آلومینیوم و سرب در خرگوش

دکتر صمد اکبرزاده^{۱*}، دکتر محسن آبی^۲، دکتر علی موحد^۱

^۱ استادیار بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر

^۲ استاد بیوشیمی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

چکیده

زمینه: فلزاتی نظیر آلومینیوم و سرب طیف وسیعی از بیماری‌ها را ایجاد می‌کنند و به مقدار فراوانی در دسترس انسان قرار دارند. شاخص‌های بیوشیمیایی پلازما نظیر VLDL، HDL کلسترول، LDL کلسترول، کلسترول تام و تری‌گلیسرید، سدیم، پتاسیم، اوره و کراتینین در بیماری‌های مختلف نظیر قلبی عروقی و کلیوی دچار تغییر می‌شوند. بنابراین منطقی است که اثرات حاد و مزمن این فلزات بر شاخص‌های مذکور مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۳۰ خرگوش نر سفید نیوزیلندی جهت بررسی اثرات حاد و مزمن آلومینیوم و سرب برای این مطالعه انتخاب شدند. جهت انجام مرحله حاد، به ترتیب آلومینیوم کلراید و استات سرب به میزان ۲۵ و ۱۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت داخل صفاقی به مدت ۲ هفته و به طور یک روز در میان به گروه‌های ۵ تایی خرگوش‌ها تزریق شد. جهت بکارگیری دوز مزمن به ترتیب آلومینیوم کلراید و استات سرب به میزان ۱۲/۵ و ۶/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۷ هفته به صورت یک روز در میان به خرگوش‌ها تزریق شد. به گروه‌های کنترل آب دیونیزه تزریق گردید.

یافته‌ها: متعاقب دوزهای حاد آلومینیوم و سرب غلظت‌های پلاسمایی VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید و سدیم افزایش یافتند، اما در غلظت‌های HDL کلسترول، پتاسیم، اوره و کراتینین تغییری مشاهده نشد. دوزهای مزمن آلومینیوم و سرب غلظت‌های پلاسمایی VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید و سدیم را افزایش و پتاسیم را کاهش دادند، اما در غلظت‌های HDL کلسترول، اوره و کراتینین تغییری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: مصرف دوزهای حاد و مزمن آلومینیوم و سرب با افزایش غلظت پارامترهای پلازما نظیر VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید و سدیم و کاهش غلظت پتاسیم می‌تواند برای بدن مضر بوده و زمینه ساز بیماری‌های قلبی-عروقی باشند.

واژگان کلیدی: آلومینیوم، سرب، کلسترول، لیپید، سدیم، پتاسیم

دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۷/۱۲ - پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۱۲/۲۳

* دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، دانشکده پزشکی، گروه بیوشیمی

Email : smdakbarzadeh@yahoo.com

مقدمه

خونی از آن جمله لیپیدها، لیپوپروتئین‌ها، سدیم، پتاسیم، کراتی‌نین و اوره در تشخیص و پیشرفت بیماری‌های قلبی-عروقی و کلیوی نقش دارند، این مطالعه جهت بررسی اثرات فلزات نامبرده بر شاخص‌های بیوشیمیایی مذکور طراحی گردیده است.

مواد و روش کار

تعداد ۳۰ خرگوش نر سفید نیوزیلندی با وزن 1350 ± 50 گرم برای این مطالعه انتخاب شدند. جهت مطالعه اثرات آلومینیوم، خرگوش‌ها به دو گروه پنج تایی تحت عنوان دوز حاد و مزمن تقسیم شدند. به گروه حاد ۲۵ میلی‌گرم آلومینیوم کلراید به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۲ هفته و به گروه مزمن ۱۲/۵ میلی‌گرم به مدت ۷ هفته به صورت داخل صفاقی یک روز در میان تزریق گردید. جهت مطالعه اثرات سرب، همانند آلومینیوم عمل شد با این تفاوت که غلظت‌های استات سرب به میزان ۱۳ و ۶/۵ میلی-گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در مدت زمان‌های مذکور به ترتیب جهت دوز حاد و مزمن انتخاب شدند.

برای دوزهای حاد و مزمن گروه شاهد به طور جداگانه در نظر گرفته شد و به آن‌ها آب دیونیزه تزریق گردید. بعد از اتمام دوره تزریقات، خرگوش‌ها به مدت ۱۲ ساعت ناشتا نگه داشته شدند (فقط می‌توانستند از آب استفاده کنند) و پس از آن با تزریق داخل عضلانی کتامین به میزان ۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، بیهوش شدند (۱۳). نمونه‌های خون از قلب گرفته شد و داخل لوله‌های حاوی هپارین-لیتیوم (IU ۱۲۵ به ازای ۱۰ میلی‌لیتر خون)

آلومینیوم یک فلز فراگیر است که در هر محصول غذایی یافت می‌شود. غله، گیاهان، ادویه، چای، لوازم آرایشی، ظروف آب آشامیدنی، نوشیدنی‌های دیگر و گرد و غبار موجود در هوا از منابع آلومینیوم می‌باشند (۱-۳).

ترکیبات آلومینیومی به عنوان کمک دارو در واکسیناسیون دام و انسان جهت ایجاد ایمنی بکار می‌روند (۴). این فلز موجب یک سری اختلالات مغزی، استخوانی، کم خونی و کلیوی می‌شود (۵-۷).

سرب یکی دیگر از فلزاتی است که از زمان‌های قدیم مورد استفاده انسان قرار می‌گرفته است. با توسعه کشاورزی در قرن بیستم، ورود این فلز به خاک افزایش یافته و به دلیل این که در قسمت خوراکی گیاه تجمع می‌یابد نگرانی‌های زیادی را بوجود آورده است (۸). سرب موجب طیف وسیعی از اختلالات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رفتاری می‌شود. سیستم عصبی مرکزی و محیطی، گلوبول‌های قرمز، سیستم قلبی-عروقی، کلیوی و ارگان‌های تولید مثلی تحت اثرات این فلز قرار می‌گیرند (۸ و ۹).

نقش کلسترول و LDL کلسترول در ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی اثبات شده است. همچنین HDL کلسترول سرم نقش مهمی در تشخیص این بیماری دارد؛ در حال حاضر افزایش تری‌گلیسرید سرم، به‌عنوان یک فاکتور خطر مستقل برای بیماری مذکور پیشنهاد داده‌اند (۱۰). اندازه‌گیری سرمی کراتی‌نین و اوره به‌عنوان یک مارکر برای بیماری کلیوی بکار برده می‌شود (۱۱ و ۱۲). با توجه به این که جمعیت زیادی در معرض آلودگی با این فلزات می‌باشند و از طرف دیگر چون که شاخص‌های

ریخته شد (۱۴ و ۱۵)، سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰rpm و در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردیدند و غلظت پارامترهای پلاسما نظیر سدیم و پتاسیم به وسیله روش فلوئوریمتری (۱۶) و کراتینین، اوره، کلسترول، تری‌گلیسرید و HDL کلسترول توسط کیت‌های معتبر و با استفاده از دستگاه RIA-۱۰۰۰ اندازه‌گیری شدند (۲۲-۱۸). مقادیر LDL کلسترول و VLDL توسط فرمول‌های زیر محاسبه شدند (۲۳ و ۲۴).

تری‌گلیسرید پلاسما = VLDL

۵

تری‌گلیسرید - HDL کلسترول - کلسترول تام = LDL کلسترول

۵

نتایج بدست آمده توسط برنامه SPSS نسخه ۹

یافته‌ها

دوز حاد آلومینیوم به طور قابل ملاحظه‌ای غلظت پارامترهای پلاسمایی VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید و سدیم را افزایش داد (جدول ۱). متعاقب مصرف دوز مزمن آلومینیوم افزایش معنی‌داری در غلظت‌های پلاسمایی VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید و سدیم و همچنین کاهش پتاسیم پلاسما مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱: تغییرات شاخص‌های پلاسما متعاقب دوز حاد و مزمن آلومینیوم

دوز مزمن (آلومینیوم)		دوز حاد (آلومینیوم)		شاخص‌های پلاسما
گروه شاهد	گروه آزمایش	گروه شاهد	گروه آزمایش	
۱۸/۲ (۱/۰۲)	۲۲/۰۸ (۱/۰۹) *	۱۵/۸ (۰/۹۱)	۲۱/۲ (۱/۴) *	VLDL (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۸۰/۶ (۷/۹۳)	۱۳۰/۳۲ (۱۳/۲۲) *	۸۰/۲ (۵/۳)	۱۱۴/۸ (۱۲/۵۸) *	LDL کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۴۲/۶ (۴/۹۳)	۳۸/۲ (۱/۹۳)	۴۹ (۴/۱۸)	۵۰ (۲)	HDL کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۱۴۰/۶ (۱۲/۱۴)	۱۹۰/۶ (۱۴/۵) *	۱۴۵ (۵/۵۷)	۱۸۶ (۱۱/۱۱) *	کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۹۱ (۵/۱)	۱۱۰/۴ (۵/۴۱) *	۷۹ (۴/۵۳)	۱۰۶ (۶/۹۶) *	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۴۲ (۵/۹)	۴۶/۲ (۳/۶)	۳۲ (۴/۳)	۳۷/۴ (۶/۳)	اوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۱/۳۲ (۰/۳۱۲)	۱/۶ (۰/۱۵۹)	۰/۹ (۰/۱۵۹)	۰/۹ (۰/۱۲۳)	کراتینین (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
۱۴۶ (۸/۴۳)	۱۵۷/۶ (۷/۱۷) *	۱۳۹ (۵/۲)	۱۵۱/۲ (۹/۹) *	سدیم (میلی‌مول در لیتر)
۵/۰۲ (۰/۴۳۹)	۴/۰۲ (۰/۴۸۲) *	۴/۶۸ (۰/۴۴۴)	۵ (۰/۳۶۸)	پتاسیم (میلی‌مول در لیتر)

*P<۰/۰۵

یا مقادیر به صورت (انحراف معیار) میانگین از ۵ آزمایش مختلف هستند.

مصرف دوز مزمن سرب موجب افزایش غلظت‌های پلاسمایی VLDL، LDL کلسترول، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، سدیم و کاهش پتاسیم گردید (جدول ۲).

دوز حاد سرب موجب افزایش غلظت‌های VLDL، LDL کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسترول و سدیم پلاسما شد (جدول ۲).

جدول ۲: تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسما متعاقب دوز حاد و مزمن سرب

دوز مزمن (سرب)		دوز حاد (سرب)		شاخص‌های پلاسما
گروه شاهد	گروه آزمایش	گروه شاهد	گروه آزمایش	
۱۸/۲(۱/۰۲)	۲۳/۱۶(۱/۰۶)*	۱۵/۸(۰/۹۱)	۱۸/۲(۱/۳۸)*	VLDL (میلی گرم در دسی لیتر)
۸۰/۶(۷/۹۳)	۱۳۵ (۱۴/۵)*	۸۰/۲(۵/۳)	۱۲۷/۸(۱۲/۶)*	LDL کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۴۲/۶(۴/۹۳)	۴۳(۲/۲۴)	۴۹(۴/۱۸)	۴۷(۱/۵۸)	HDL کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۱۴۰/۶(۱۲/۱۴)	۲۰۱/۲(۱۲/۳۶)*	۱۴۵(۵/۵۷)	۱۹۲/۲(۱۳/۲۶)*	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۹۱(۵/۱)	۱۱۵/۸(۵/۲۶)*	۷۹(۴/۵۳)	۹۱(۶/۸۹)*	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)
۴۲(۵/۹)	۵۰(۶/۴)	۳۲(۴/۳)	۳۴/۴(۵/۴)	اوره (میلی گرم در دسی لیتر)
۱/۳۲(۰/۳۱۲)	۱/۴۲(۰/۱۹۳)	۰/۹(۰/۱۵۹)	۱/۰۸(۰/۱۹۳)	کراتینین (میلی گرم در دسی لیتر)
۱۴۶(۸/۴۳)	۱۵۹/۸(۹/۱۳)*	۱۳۹(۵/۲)	۱۶۰(۷/۲)*	سدیم (میلی مول در لیتر)
۵/۰۲(۰/۴۳۹)	۴/۱۶(۰/۷۰۳)*	۴/۶۸(۰/۴۴۴)	۴/۷۴(۰/۳۹۲)	پتاسیم (میلی مول در لیتر)

*P≤۰/۰۵

* مقادیر به صورت (انحراف معیار) میانگین از ۵ آزمایش مختلف هستند.

بحث

ارتباط سرب با لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها انجام گرفته نشان داده است که بین غلظت سرمی سرب و غلظت سرمی کلسترول تام، HDL کلسترول و LDL کلسترول ارتباط قابل ملاحظه وجود دارد، اما غلظت‌های VLDL و تری‌گلیسرید کاهش معنی‌داری را نشان دادند (۲۵). غلظت‌های اوره و کراتینین پلاسما تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشتند. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش کراتینین و اوره سرم هنگامی اتفاق می‌افتد که حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد از نفرون‌ها تخریب شده باشند. بنابراین تست رایج عملکرد کلیه حساسیت لازم و کافی را برای نشان دادن نفروپاتی ندارد. از این رو کراتینین و اوره سرم عموماً به طور غیر مستقیم برای نشان دادن میزان فیلتراسیون گلومرولی بکار می‌روند. این اطلاعات ممکن است اشاره بر این داشته باشد که میزان فیلتراسیون گلومرولی تحت تأثیر سرب قرار نمی‌گیرد (۲۸). متعاقب دوز حاد و مزمن سرب افزایش غلظت سدیم پلاسما مشاهده شد. از آنجایی‌که مطالعه‌ای مبنی بر

سرب به طور گسترده‌ای در محیط، هوا، بعضی غذاها، آب آشامیدنی و گرد و خاک وجود دارد. منبع عمده سرب رنگ‌ها، آگزوز و آب و هوای آلوده هستند (۲۵). در این مطالعه افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت‌های پلاسمایی کلسترول تام، تری گلیسرید، VLDL، LDL کلسترول متعاقب دوزهای حاد و مزمن سرب مشاهده شد. این تغییرات خونی ممکن است ناشی از نقش سرب در پراکسیداسیون چربی‌ها باشد (۲۶). مطالعات نشان داده‌اند که تجویز غلظت‌های بالای استات سرب به موش صحرائی موجب کاهش غلظت HDL کلسترول و کلسترول تام سرم می‌شود، اما غلظت‌های کلسترول آزاد و تری‌گلیسرید سرم را نسبت به کنترل افزایش می‌دهد (۲۷). ارزیابی احتمالی ارتباط بین سطح سرمی سرب و لیپیدها مرحله مهمی در روشن شدن مکانیسم‌های افزایش مشکلات قلبی-عروقی در افراد در معرض سرب می‌باشد. طی مطالعه‌ای که در مورد

شده مربوط به اثرات سرب بر روی این فاکتورها باشد. همچنین مطالعه‌ای که در این رابطه صورت گرفته نشان داده است که تجویز طولانی مدت آلومینیوم کلراید به خرگوش موجب افزایش غلظت‌های سرمی اوره و کراتینین می‌گردد (۱). غلظت‌های سدیم پلاسما متعاقب دوز حاد و مزمن آلومینیوم افزایش قابل ملاحظه‌ای داشتند. از آنجایی که همین دوزهای حاد و مزمن آلومینیوم فعالیت SLC را در گلبول‌های قرمز خرگوش‌ها افزایش می‌دهد (۳۸) و بین افزایش فعالیت SLC و دفع سدیم، رابطه عکس وجود دارد (۳۰)، بنابراین افزایش غلظت سدیم پلاسما منطقی به نظر می‌رسد. متعاقب دوز مزمن آلومینیوم علاوه بر افزایش سدیم کاهش پتاسیم پلاسما نیز مشاهده شد که ممکن است بدلیل اثرات افزایش این فلز بر روی غلظت‌های کورتیکوسترون و آلدوسترون باشد (۳۹). تغییرات سدیم و پتاسیم در ایجاد فشار خون که عامل مهم در بیماری قلبی-عروقی می‌باشد نقش دارند (۴۰). سطح غیر نرمال لیپیدها بطور قابل ملاحظه‌ای در خطر بیماری قلبی-عروقی مؤثرند (۴۱).

در نهایت، نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی از این است که دوزهای حاد و مزمن آلومینیوم و سرب بر روی شاخص‌های خونی از آن جمله لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها و همچنین سدیم و پتاسیم اثر گذارده و ممکن است زمینه ابتلا و پیشرفت بیماری‌های قلبی-عروقی را فراهم آورند.

این وجود دارد که همین دوزهای حاد و مزمن سرب فعالیت ترنسپورت سدیم-لیتیوم (SLC) را در گلبول‌های قرمز خرگوش‌های نر سفید نیوزیلندی افزایش می‌دهد (۲۹) و از طرف دیگر بین افزایش فعالیت این ترنسپورت و دفع سدیم رابطه عکس وجود دارد (۳۰)، بنابراین افزایش غلظت سدیم پلاسما منطقی به نظر می‌رسد. متعاقب دوز مزمن سرب علاوه بر افزایش سدیم کاهش پتاسیم پلاسما نیز مشاهده شد که ممکن است به علت اثرات تحریکی این فلز بر روی فعالیت آنزیم مبدل آنژیوتانسین (ACE) باشد (۳۱) به این دلیل که سرب یک یا چندین مرحله از بیوستز این آنزیم را افزایش می‌دهد (۳۲). دلیل این که سرب، در دوز حاد، موجب کاهش غلظت پتاسیم نمی‌شود ممکن است بدلیل کوتاه بودن زمان مواجهه با فلز باشد.

متعاقب دوزهای حاد و مزمن آلومینیوم افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت‌های LDL، VLDL، کلسترول، کلسترول تام و تری‌گلیسرید مشاهده شد که احتمالاً می‌تواند ناشی از نقش اکسیداتیو آلومینیوم بر روی لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها باشد (۳۳-۳۷). طی مطالعه‌ای که در مورد مصرف خوراکی طولانی مدت آلومینیوم بر روی کلسترول و لیپیدهای تام سرمی خرگوش انجام گرفته بیانگر افزایش کلسترول و کاهش لیپیدهای تام دارد (۱). غلظت‌های اوره و کراتینین پلاسما تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشتند که ممکن است همانند دلایل ذکر

References:

1. Yousef MI. Aluminium-induced changes in hemato-biochemical parameters, lipid peroxidation and enzyme activities of male rabbits: protective role of ascorbic acid. *Toxicology* 2004 ; 199 : 47-57.
2. El-Demerdash FM. Antioxidant effect of vitamin E and selenium on lipid peroxidation, enzyme activities and biochemical parameters in rats exposed to aluminium. *J Trace Elem Med Biol* 2004;18:113-21.
3. Flaten TP. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. *Brain Res Bull* 2001; 55: 187-96.

4. Lindblad EB. Aluminium adjuvant-in retrospect and prospect. *Vaccine* 2004; 22: 3658-68.
5. Moshtaghie AA. Aluminium distribution in rat liver sub cellular fractions in relation to neurological disease in hemodialyzed patients. *J Islam Acad Sci* 1994; 7: 215-20.
6. Cannata-Andia JB, Fernandez-Martin JL. The clinical impact of aluminium overload in renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17 Suppl 2:9-12.
7. Mahieu S, Millen N, Gonzalez M, et al. Alterations of the renal function and oxidative stress in renal tissue from rats chronically treated with aluminium during the initial phase of hepatic regeneration. *J Inorg Biochem* 2005; 99:1858-64.
8. Liu J, Li K, Xu J, et al. Lead toxicity, uptake, and translocation in different rice cultivars. *Plant Science* 2003; 165: 793-802.
9. Hsu PC, Guo YL. Antioxidant nutrients and lead toxicity. *Toxicology* 2002; 180: 33-44.
10. Barzi F, Patel A, Woodward M, et al. A comparison of lipid variables as predictors of cardiovascular disease in the Asia Pacific region. *Ann Epidemiol* 2005; 15: 405-13.
11. Campo C, Segura J, Elikir GD, et al. Serum creatinine is an unadequate marker of renal insufficiency prevalence in essential hypertension. *Am J Hypertens* 2000; 13: 284A-284A; doi:S0895-7061(00)01041-4.
12. Lamb E, Newmom DJ, Price CP. Kidney Function Tests. In: Burtis C, Ashwood E, Burn D. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. St.Louis: Elsevier sunders.s, 2006, chapter 24, 797-835.
13. Lang-Lazdunski L, Heurteaux C, Dupont H, et al. Prevention of ischemic spinal cord injury: comparative effects of magnesium sulfate and riluzole. *J Vasc Surg* 2000; 32: 179-89.
14. Mead PA, Wilkinson R, Thomas TH. Thiol protein defect in sodium-lithium countertransport in subset of essential hypertension. *Hypertension* 1999; 34: 1275-80.
15. Mead PA, Wilkinson R, Thomas TH. Na/Li countertransport abnormalities in type 1 diabetes with and without nephropathy are familial. *Diabetes Care* 2001; 24: 527-32.
16. Kricka LJ. Optical Techniques. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. 4th ed. St. Louis: Elsevier sunders, 2006, chapter 3, 61-91.
17. Scott MG, Legrys VA, Klutts JS. Electrolytes and blood gas. In: Burtis C, Ashwood E, Burn D. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. 4th ed. St. Louis: Elsevier sunders, 2006, chapter 27: p 983-1018.
18. Butler AR. The jaffe reaction, identification of the colour species. *Clin Chim Acta* 1975; 59: 227-32.
19. Henry JB. *Clinical Diagnosis and Management by laboratory Methods*. Philadelphia: W.B. Saunders, 2001, 181-2.
20. Fossati P, Prencipe L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin Chem* 1982; 28: 2077-80.
21. Bucolo G, David H. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 1973; 19:476-82.
22. Bachorik PS, Albers JJ. Precipitation method for quantification: of lipoprotein. *Methods Enzymol* 1986; 129: 78-100.
23. Parck AC, Jung DH. Free and total cholesterol. In Bauer, JD. *Clinical laboratory methods*. Toronto: Mossby Co, 1982, 546-9.
24. Logan P, Clark S. Nutritional and medical therapy for dyslipidemia in patients with cardiovascular disease. *AACN Clin Issues* 2001; 12: 40-52.
25. Hami J, Dashti GR, Nemat-bakhsh M, et al. The relationship between high dose lead exposure and serum lipids and lipoprotein levels. *Shiraz E-Med J* 2006; 7 (Accessed 10 Feb 2008 at: <http://semj.sums.ac.ir/vol7/apr2006/leadpoison.htm>).
26. Yucebilgic G, Bilgin R, Tamer L, et al. Effects of lead on Na⁺-K⁺ +ATPase and Ca²⁺ ATPase activities and lipid peroxidation in blood of workers. *Int J Toxicol* 2003; 22 :95-7.
27. Skoczynska A, Smolik R. The effect of combined exposure to lead and cadmium on serum lipids and lipid peroxides level in rats. *Int J Occup Med Environ Health* 1994 7:263-71.
28. Anetor JI. Serum uric acid and standardized urinary protein: reliable bioindicators of nephropathy in Nigerian lead workers. *Afr J Biomed Res* 2002; 5: 19-24.
29. Ani M, Moshtaghie AA, Akbarzadeh S. The effect of lead on red blood cell sodium-lithium countertransport and induction of hypertension. *J Cell tissue res* 2007; 7:981-5.
30. Tulassay T, Dobos M, Luczay A, et al. Sodium-lithium countertransport in children with nephritic syndrome. *Pediatric*

- Nephrology 1999; 13: 510-13.
31. Sharifi AM, Darabi R, Akbarloo N, et al. Investigation of circulatory and tissue ACE activity during development of lead-induced hypertension. *Toxicology Letters*. 2004; 153: 233-8.
 32. Goodfriend TL, Ball DL, Elliott ME, et al. Lead increases aldosterone production by rat adrenal cells. *Hypertension* 1995 ; 25: 785-9.
 33. Sharma P, Mishra KP. Aluminium-induced maternal and developmental toxicity and oxidative stress in rat brain: Response to combined administration of Tiron and glutathione. *Reprod Toxicol* 2006; 21: 313-21.
 34. Mossor-Pietraszewska T. Effect of aluminium on plant growth and metabolism. *Acta Biochim Pol* 2001; 48: 673-86.
 35. Anand RK, Kanwar U. Role of some trace metal ions in placental membrane lipid peroxidation. *Biol Trace Elem Res* 2001; 82: 61-75.
 36. Ferretti G, Bacchetti T, Marchionni C, et al. Effect of non-enzymatic glycation on aluminium-induced lipid peroxidation of human high-density lipoproteins (HDL). *Nutrition Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2004; 14: 358-65.
 37. Pandya JD, Dave KR, Katyare SS. Effect of long-term aluminum feeding on Lipid/phospholipid profiles of rat brain myelin. *Lipids Health Dis* 2004; 3: 13.
 38. Ani M, Moshtaghie AA, Akbarzadeh S. Changes in sodium-lithium countertransport activity following aluminium treatment. *Pak J Biol Sci*.2006; 9:1950-4.
 39. Capdevielle MC, Carsia RV, Scanes CG. Effect of acid or aluminum on growth and adrenal function in young chickens. *Gen Comp Endocrinol* 1996; 103: 54-9.
 40. Adroque HJ, Madias NE. Sodium and potassium in the pathogenesis of hypertension. *New Engl J Med* 2007; 365:1966-78.
 41. Yousef ML, Kamel KL, Esmail AM, et al. Antioxidant activities and lipid lowering effects of isoflavone in male rabbits. *Food Chem Toxicol* 2004;42:1497-503.