ORIGINAL ARTICLE

Effects of Silver Nanoparticles Contact with Skin in HGB and MCH Changes in Male Rats in In Vivo Condition

Nooshin Naghsh[1],
Zahra Amirkhani Dehkordi[2],
Heydar Aghababa[1]

[1] Department of Biology, Islamic Azad University, Flavarjan Branch, Isfahan, Iran
[2] MSc Student in Animal Physiology, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Arsanjan, Iran

(Received, 2012 ; Accepted, 2012)

Abstract

Background and purpose: The widespread use of silver nanoparticles in therapeutic and diagnostic methods has created some concerns. Different sizes and shapes of nanoparticles have different effects. In this investigation, toxic effects of spherical nanosilver with average diameter of 4 nm were investigated on MCH and HGB in male Wistar rats.

Materials and methods: In this study, concentrations of silver nanoparticles at 50,100, 200 and 400ppm were applied through skin contact for the treated groups. Then blood sampling of the inner corner of eye was performed in rats using capillary tube. The mean of MCH and HGB in the treatment and control groups were recorded on day 12 after treatment and ANOVA test was used to analyze the data.

Results: Blood damage caused by skin contact with silver nanoparticles in rats resulted in stimulated red blood cells in all groups. Significant differences were found for dose concentration in the MCH 200ppm on day 12 after the treatment ($P<0.05$). However, there were no significant differences in HGB among the studied groups.

Conclusion: In 50ppm concentration of nanosilver, possible mechanisms of the change MCH are releasing free radicals, oxidative stress and apoptosis in red blood cells. Further studies are needed with different sizes and shapes of silver nanoparticles.

Keywords: Nanotechnology, nanoparticles of silver, red blood cells, skin, rats

J Mazand Univ Med Sci 2013; 23(98): 11-17 (Persian).

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم شماره ۹۸ اسفند سال ۱۳۹۱ (۱۷-۱۱)

تأثیرات تماس پوستی نانو ذرات نقره بر میزان تغییرات HGB و MCH در موش‌های صحرایی نر در شرایط In Vivo

نوشین نقش[۱]
زهرا امیرخانی دهکردی[۲]
حیدر آقا بابا[۱]

چکیده

سابقه و هدف: استفاده گسترده از نانو ذرات نقره در روش‌های درمانی و تشخیصی برای بشر نگرانی‌هایی را ایجاد کرده است. با توجه به این که شکل و اندازه نانو ذرات در خواص آن‌ها اثر می‌گذارد، بدین منظور در این تحقیق به بررسی اثرات سمی نانو سیلور بر روی MCH و HGB در رت‌های نر از نژاد ویستار پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: تعدد این تحقیق، نانو ذرات نقره به صورت تماس پوستی با غلظت‌های ۲۰۰،۱۰۰،۵۰ و ppm400 بر روی گروه‌های تیمار اثر داده شدند. سپس خونگیری از گوشه داخلی چشم رت‌ها توسط لوله‌های مویینه انجام شد. سپس میانگین MCH و HGB در موش‌ها در گروه‌های تیمار و کنترل در روز، ۱۲ بعد از تیمار با همدیگر مقایسه گردید. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون ANOVA استفاده شد.

یافته‌ها: آسیب خونی ناشی از تماس پوستی نانو ذرات نقره در موش‌ها باعث تحریک گلبول‌های قرمز و در رت‌های تیمار شده با نانو ذرات نقره شده است. این تأثیرات در غلظت ppm ۲۰۰ نانودرات نقره مورد آزمایش در روز ۱۲ بعد از تماس برای MCH معنی دار می‌باشد. اما در مورد HGB در کلیه گروه‌ها نتایج نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشته است.

استنتاج: نتایج به دست آمده از این پروژه نشان می‌دهد که نانو ذرات نقره بر میزان MCH در غلظت ppm ۲۰۰ مؤثر می‌باشد. مکانیسم احتمالی در مورد تحریک گلبول‌های قرمز، رهایش رادیکال‌های آزاد، استرس اکسیداتیو و القای آپوپتوز (Apoptosis) در گلبول‌های قرمز می‌باشد. استفاده از نانو ذرات با قطر و اشکال دیگر در تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: نانوتکنولوژی، نانو ذرات نقره، گلبول‌های قرمز، پوست و رت ها

مقدمه

فلز نقره از لحاظ تاریخی قدمت زیادی دارد و انسان‌ها از دیرباز از آن‌ها در کارد و چنگال، جواهرات و ارز استفاده می‌کردند. یونانیان باستان می‌دانستند که نقره دارای اثرات ضد باکتریایی است و قرن‌ها از این فلز به عنوان درمان زخم‌ها استفاده می‌کردند(۲،۱). در جنگ جهانی اول ترکیبات نقره به شدت مورد استفاده قرار گرفتند. آنتی‌بیوتیک‌های ترکیبات نقره محلول برای درمان بیماری‌های روانی و بیماری‌هایی مثل صرع، اعتیاد به نیکوتین، اسهال و استفراغ مورد استفاده قرار می‌گیرند(۳).

مؤلف مسئول: نوشین نقش–اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان E-mail: n_naghsh@yahoo.com
۱. گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فلاورجان
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان
تاریخ دریافت : ۹۱/۵/۱۸ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۹۱/۷/۲۲ تاریخ تصویب : ۹۱/۱۰/۱۶

نقره فلز سفید و درخشان است که در مرحله گذار از عناصر فلزی به طور گسترده‌ای در محیط زیست انسان وجود دارد. غلظت پایین نقره در بدن انسان حاصل استنشاق ذرات موجود در هوا و آلودگی‌های محیطی و رژیم غذایی نامناسب و مصرف آب آلود می‌باشد. امروزه استفاده از ترکیبات مختلف نقره در شیمی درمانی (Chemotherapy) استفاده می‌شود. همچنین نانو ذرات نقره به علت خواص ضد باکتریایی (Antibacterial effects) و ضد قارچی (Antifungi effects) برای درمان بیماری‌های قارچی و باکتریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این عنصر در درمان زخم‌ها و تجهیزات پزشک (سوند، جراحی، پروتزهای قلبی و عروقی و در پر کردن دندان)و لوازم آرایشی، لوازم خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرد(۴). مطالعات تجربی نشان می‌دهند که غلظت ۶۰ppm نقره برای کنترل اکثریت آلودگی‌های باکتریایی و قارچی مناسب می‌باشد. پیشرفت‌های اخیر در بیوتکنولوژی تجهیزات پزشکی نشان از اهمیت بالای این فلز در علم دارد(۵) شواهد در دست نشان می‌دهد که در حال حاضر نانو ذرات نقره یک عامل موثر ضد ویروسی (Antiviral agents) می‌باشد. مطالعات بهداشت حرفه‌ای نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین خطر جذب اکسید نقره در پوست (درم) و چشم (قرنیه و ملتحمه) خواهد بود(۶،۵). سوخت و ساز عبارت است از هر گونه مواد سمی که به طور مستقیم در بدن جذب می‌شوند. مطالعات تجربی بالینی نشان داده‌اند که فلزات در بدن ایجاد تداخل می‌کنند و باعث ایجاد یک رقابت در بافت پروتئین‌ها می‌شود و هنگامی که مکانیزم‌های حفاظتی توسط پروتئین‌ها فراهم می‌شود تغییرات سمی رخ می‌دهد. مسیرهای متابولیک مشابه بدون در نظر گرفتن مسیرهای جذب به وقوع می‌پیوندند. اطلاعات زیادی در جذب نقره وجود دارد. یک مطالعه از کارگرانی که در معرض ترکیبات نقره بودند نشان می‌دهد که جذب از طریق گردش خون به دستگاه گوارش، ریه‌ها و یا جذب از راه پوست بیشترین حالت دارد اما ادرار و مدفوع باعث دفع ترکیبات نقرای می‌شود. حداکثر ظرفیت حمل خون انسان برای نقره شناخته شده نیست اما انتظار می‌رود که حمل مربوط به آلبومین و میزان غلظت ماکرو گلوبولین باشد. چندین مسیر اصلی برای جذب نانو ذرات نقره وجود دارد. این مسیرها شامل آلودگی مواد غذایی، برخورد با گرد و غبار فلزات نقره، آب آشامیدنی (استفاده از فیلترهای مس در تصفیه آب)، استفاده از نیترات نقره یا درمان‌های کلوییدی نقره در دهان و عفونت‌های دستگاه گوارش، استفاده از نقره کلوئیدی به عنوان مکمل‌های غذایی یا داروهای جایگزین، استات نقره در درمان اعتیاد، استفاده از نقره در دندانپزشکی و مصرف تصادفی نیترات نقره یا دیگر ترکیبات نقره‌ای بی‌رنگ می‌باشد.

جذب از طریق غشاء و دستگاه گوارش جذب فعال نمی‌باشد. ۱۰ درصد از نقره مصرف شده توسط انسان‌ها از طریق گردش خون جذب می‌شود. اما می‌توان انتظار داشت با توجه به سن، وضعیت سلامت و تغذیه و ترکیبات رژیم غذایی این مقدار تغییر قابل توجه پیدا کند. اکثر محصولات حاوی ترکیبات نقره برای مقاصد آنتی‌بیوتیک در تماس با بدن انسان بکار می‌روند اما مطالعات تجربی و بالینی نشان می‌دهند که جذب نقره از طریق پوست بسیار ناچیز می‌باشد(۸،۷). انتظار می‌رود جذب بیشتر از طریق استنشاق یا از طریق مواد غذایی آلوده و آب آشامیدنی رخ دهد(۹). افزایش استفاده از نقره فلزی در الیاف نساجی این انتظار را زیاد می‌کند که جذب از راه پوست نقره خون افزایش یابد و برخی از تجمعات نقره در پوست باعث رسوب گردد. بیشتر تحقیقات بالینی در این زمینه نشان می‌دهد که هنگام پانسمان یک زخم ۸۵ میلی‌گرم در $۱۰۰cm^{-1}$ به پوست بیمار تماس می‌یابد. کمتر از ۴ درصد کل نقره آزاد از طریق پوست جذب می‌گردد(۱۰). نقره جذب شده به بدن به آسانی به پروتئین‌های درون سلولی به ویژه آلبومین و ماکروگلوبولین متصل می‌شود. مطالعات

تجربی نشان داده‌اند که نقره به طور فعال از نیترات نقره جذب بدن می‌شود. مسیر صفراوی مسیر اصلی برای دفع نقره زائد می‌باشد که به عنوان راهنما مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱۱،۱۲). در غلظت‌های بالاتر نقره الگوی دفع بسیار نامنظم خواهد بود(۱۳). مطالعات بالینی نشان می‌دهد که بافت عصبی هیچ جذب نقره‌ای ندارد. پوست، چشم، مغز، کبد، طحال، کلیه و مغز استخوان بافت‌های هدف اصلی برای رسوب نقره هستند(۱۴،۱۵). با توجه به این که پوست یکی از مراکز اصلی و مهم جذب کلیه نانو ذرات و به خصوص نانو ذرات نقره می‌باشد و با توجه به کاربرد این نانو ذره در صنایع مختلف در کشور ما، در این پروژه به بررسی تأثیرات تماسی این نانو ذره بر میزان تغییرات هموگلوبین خون و متوسط حجم گلوبولی در رت‌های نر پرداخته است. در صورت به دست آوردن دوزهای زیانبار، استفاده از این نانو ذره در کلیه صنایع مزبور برای انسان باید با احتیاط صورت گیرد. بررسی‌ها نشان داده است که نانو ذرات در اندازه های مختلف، خصوصیات و فعالیت‌های جدید و متفاوت از خود نشان می‌دهند. این ویژگی‌ها باعث شده است که امروزه سرعت استفاده از نانو مواد بسیار سریع گسترش پیدا کند به طوری که در تمام ابعاد زندگی همچون سیستم‌های الکتریکی، مبارزه با میکروب‌ها، تشخیص و درمان بیماری‌ها کاربرد آن شناخته شود(۲). با توجه به لزوم مطالعه دقیق بر تأثیر شکل نانو ذرات نقره بر فاکتورهای خونی در این پروژه، از نانودرات کروی با میانگین قطر ۴ نانومتر و از نسل دوم نانو ذرات که با سیترات احیاء شده‌اند برای بررسی تأثیر بر میزان تغییرات HGB و MCH در موش‌های صحرایی نر استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه که به صورت تجربی بر روی ۴۰ سر موش صحرایی نر بالغ از نژاد Wistar انجام پذیرفت. به منظور تکرار پذیری آزمایش این حیوانات در پنج گروه هشت تایی قرار گرفتند. این حیوانات از انستیتو پاستور تهران خریداری شدند و به منظور آماده‌سازی برای آزمایش به مدت یک ماه در اطاق حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان نگهداری شدند. حیوانات در شرایط درجه حرارت مناسب آزمایشگاهی (درجه حرارت ۲ ± ۲۲ درجه سانتی‌گراد) و نور کافی اتاق (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. حیوانات آزمایشگاهی با میانگین وزنی ۲۵ ± ۲۲۵ گرم بودند و به پنج گروه هشت تایی تقسیم شدند. این گروه‌ها شامل گروه اول کنترل، که به میزان ۱ سی سی سرم فیزیولوژی دریافت کردند تا تأثیر شوک حاصل از تماس در گروه‌های تیمار و کنترل یکسان گردد. به گروه دوم ۱ سی سی از نانو ذرت نقره با غلظت ppm ۵۰، به گروه سوم، ۱ سی سی از نانو ذرت نقره با غلظت ۱۰۰ppm به گروه چهارم، ۱ سی سی از نانو ذرت نقره با غلظت ۲۰۰ppm و به گروه پنجم، ۱ سی سی از نانو ذرت نقره با غلظت ppm ۴۰۰ تماس پوستی داده شد. به منظور انجام دادن روش تماس پوستی (Skin touching) ابتدا سطح پشت کمر موش‌ها با ماشین ریش تراش در اندازه‌های ۳×۳ تراشیده شد و با استفاده از سواپ میزان ۵۰ میکرو لیتر از نانو ذرات با غلظت مشخص به پوست کمر حیوانات تماس داده شد.این تماس‌ها به مدت ۵ روز متوالی تکرار شدند. روز ۱۲ بعد از تیمار، خونگیری از موش‌ها انجام شد. خونگیری از سینوس داخلی گوشه پلک چشم حیوانات با کمک لوله مویینه انجام می‌شود. میزان MCH و HGB خون توسط دستگاه cell counter اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت MCH و HGB در موش‌های گروه‌های تیمار شده با نانو ذرات نقره و گروه کنترل با همدیگر مقایسه گردید. در ضمن نانو ذرات نقره کروی با میانگین قطر ۴ نانومتر و به شکل کروی از شرکت نانو نسب پارس خریداری شد. تهیه نانو سیلور با روش شیمیایی و با استفاده از احیای نیرات نقره و سپس پایداری آن‌ها با سیترات انجام پذیرفته است که شرکت مزبور با دستگاه تفرق اشعه ایکس (X-RD) خصوصیات

شناسنامه ای این ذرات را تأیید کرد. این نانو ذرات نقره به روش سری رقت سری رقت (Serial delution) به میزان ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ppm رقیق شدند(۱۷،۱۶). در ضمن کلیه مراحل آزمایشگاهی مطابق با اصول استاندارد رفتار با حیوانات انجام شد.

روش آماری

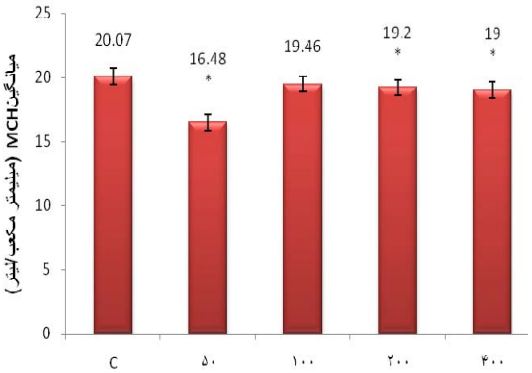
با استفاده از نرم افزار SIGMASTAT™ (Jandel Software, San Raphael, CA) بر روی نتایج، کارهای آماری لازم انجام پذیرفت. به منظور مقایسه میانگین MCH و HGB در گروه کنترل با تک تک گروه‌های تیمار شده در هر غلظت از نانو سیلور بعد از اعمال تیمارها از آزمون ANOVA استفاده شد. حد معنی‌دار بودن تفاوت بین نمونه‌ها ۱ درصد و ۵ درصد در نظر گرفته شد. با توجه به این نکته که قبل از اعمال تیمار میزان MCH و HGB در بین رت‌ها اختلاف معنی‌داری ندارد، طرح استفاده شده در این تحقیق طرح کاملاً تصادفی بود. تعداد تکرار نمونه‌ها ۸ رأس رت نر در نظر گرفته شد. در ضمن، برای سنجش آماری داده‌ها و رسم نمودارها، از برنامه نرم‌افزاری SPSS15 استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج بررسی میانگین MCH در این گروه نشان می‌دهد که تعداد MCH در گروه کنترل در روز ۱۲ پس از تیمار معادل ۱/۴۴ ± ۳۳/۴۲ می‌باشد (جدول شماره ۱). در این گروه در روز ۱۲ پس از تیمار در دوزهای ۵۰، ۲۰۰،۱۰۰ و ۴۰۰ ppm میزان MCH به ترتیب برابر۳۲/۷۳، ۳۳/۴۵، ۳۲/۸۶ و ۳۳/۵۲ می‌باشد. مقایسه گروه‌های تیمار و کنترل نشان می‌دهد که به‌جز در دوز ۱۰۰ که تفاوت بی‌معنی است در دیگر گروه‌ها تفاوت معنی دار می‌باشد (نمودار شماره ۱). نتایج بررسی میانگین HGB در این گروه نشان می‌دهد که تعداد HGB در گروه کنترل در روز ۱۲ پس از تیمار معادل ۱/۰۱ ± ۱۳/۱۷ می‌باشد (جدول شماره ۲). در این گروه در روز ۱۲ پس از تیمار در دوزهای ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ppm تعداد HGB به ترتیب برابر ۱۳/۵۷، ۱۳/۳۲، ۱۳/۷۳ و ۱۳/۵۵ می‌باشد. مقایسه گروه‌های تیمار و کنترل نشان از عدم تفاوت معنی دار در این گروه می‌باشد. نمودار شماره ۲ نشان دهنده میزان HGB خون رت‌ها در گروه کنترل و گروه‌های تیمار شده با نانو ذرات نقره می‌باشد (نمودار شماره ۲ و۳).

جدول شماره ۱: نتایج به دست آمده از تحلیل ANOVA متوسط هموگلوبین سلول (MCH) گروه کنترل با گروه های تیمار

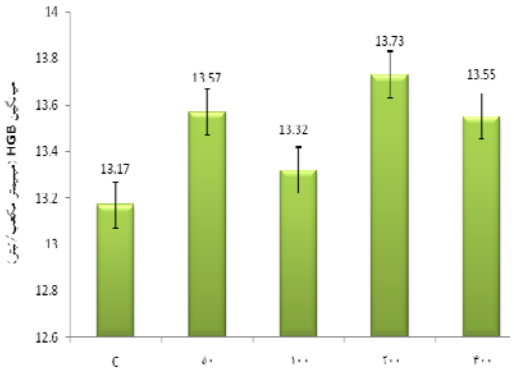
	تعداد حیوانات	انحراف معیار ± میانگین	سطح معنی داری
کنترل	۸	۲۰/۰۷ ± ۰/۸۵۴	
۵۰	۸	۱۶/۴۸ ± ۴/۴۸	۰/۰۴۳
۱۰۰	۸	۱۹/۴۶ ± ۰/۵۸۲	۰/۱۱۶
۲۰۰	۸	۱۹/۲۰ ± ۰/۵۰۷	۰/۰۲۶
۴۰۰	۸	۱۹/۰۰ ± ۰/۹۴۲	۰/۰۳۲
جمع	۴۰	۱۸/۸۴ ۱/۴۷	



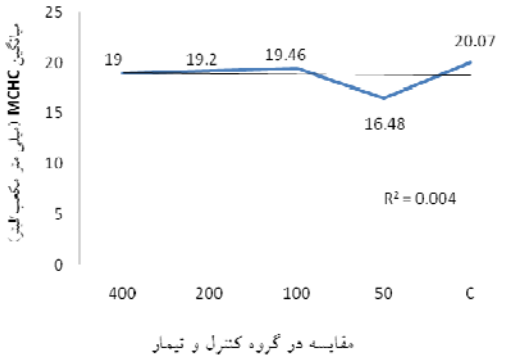
نمودار شماره ۱: مقایسه میانگین MCH گروه‌های کنترل و گروه‌های تیمار

جدول شماره ۲: نتایج به دست آمده از تحلیل ANOVA هموگلوبین (HGB) گروه کنترل با گروه های تیمار

	تعداد حیوانات	انحراف معیار ± میانگین	سطح معنی داری
کنترل	۸	۱۳/۱۷ ± ۱/۰۱	
۵۰	۸	۱۳/۵۷ ± ۰/۸۸۲	۰/۴۱۵
۱۰۰	۸	۱۳/۳۲ ± ۱/۴۵	۰/۸۱۵
۲۰۰	۸	۱۳/۷۳ ± ۱/۵۲	۰/۴۰۱
۴۰۰	۸	۱۳/۵۵ ± ۱/۶۷	۰/۵۹۷
جمع	۴۰	۱۳/۴۶ ± ۱/۳۰	



نمودار شماره ۲: مقایسه میانگین HGB در گروه‌های کنترل و گروه‌های تیمار.

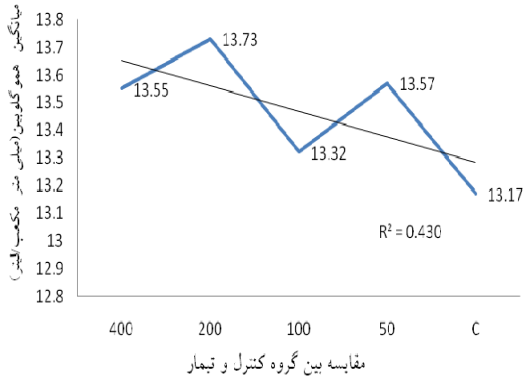


نمودار شماره ۳: مقایسه میانگین تعداد HGB در گروه های کنترل و تیمار در روز ۱۲ بعد از تیمار با نانو ذرات نقره در غلظت‌های ppm ۵۰،۱۰۰،۲۰۰،۴۰۰

اختلاف بین میانگین MCH در گروه کنترل و گروه‌های تیمار در p≤۰/۰۵ معنادار می‌باشد بجز در دوز ۱۰۰ که تفاوت بی‌معناست. اختلاف بین میانگین HGB در گروه کنترل و گروه‌های تیمار در p <۰/۰۵ معنی دار نمی‌باشد.

بحث

در مطالعه حاضر، ارزیابی اثرات میزان نانو ذرات نقره در HGB و MCH در موش‌های صحرایی نر پرداخته شده است. این تأثیرات از غلظت‌های پایین مثل ۵۰ppm در روز ۱۲ بعد از تماس پوستی شروع شده است (نمودار شماره ۱و۳)، نتایج به دست آمده از این پروژه نشان می‌دهد که تأثیرات نانو ذرات نقره بر میزان MCH و HGB به صورت وابسته به دوز نبوده است. مؤثرترین دوز برای تغییر MCH غلظت 200ppm نانو ذرات نقره بوده است (p=0026). در حالی که در مورد HGB تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تیمار و کنترل دیده نشد (نمودار شماره ۲و۴).



نمودار شماره ۴: مقایسه میانگین تعداد MCH در گروه های کنترل و تیمار در روز ۱۲ بعد از تیمار با نانو ذرات نقره در غلظت‌های ppm ۵۰،۱۰۰،۲۰۰،۴۰۰

Choi و Hu در سال ۲۰۰۹ طی مطالعاتی اثبات کردند که AgNPs در دوزهای ۵۰۰ تا ۸۰۰ ppm نسبت به کلرید نقره یا یون‌های نقره سمیت بیشتری بر روی سلول‌های خونی دارد(۱۸). دوزهای مصرفی در تماس پوستی احتمالاً باعث تفاوت در نتیجه به دست آمده با تحقیقات Choi و Hu می‌باشد. نتایج به دست آمده از این پروژه نشان می‌دهد که نانو ذرات نقره بر میزان MCH به جز در غلظت ۱۰۰ppm موثر می‌باشد در حالی که بر HGB بی‌تأثیر خواهد بود. مکانیسم احتمالی در این مورد لیز احتمالی گلبول‌های قرمز در اثر آزاد شدن رادیکال‌های آزاد از نانو ذرات نقره و ایجاد استرس اکسیداتیو و القای آپوپتوز (Apoptosis) در گلبول‌های قرمز می‌باشد. در این شرایط تأثیر نانو ذرات فقط بر میزان MCH بوده است، در صورتی که ۱۲ روز تأثیر عمده‌ای بر میزان هموگلوبین‌های خونی نداشته است.

احتمالاً با مصرف دوزهای پایین‌تر از نانو ذرات نقره بتوان از آن‌ها جهت درمان بیماری‌ها استفاده کرد. در سال ۲۰۰۸ Navrro و همکارانش اعلام کردند که سمیت زیست محیطی AgNPs می‌تواند به عوامل متعددی از جمله شکل، اندازه و مهم‌تر از همه به مکانیسم این مواد وابسته باشد. با تغییر هر کدام از این فاکتورها میزان سمیت تغییر قابل توجهی پیدا خواهد کرد(۲۰). شکل و قطر نانو ذره استفاده شده در این تحقیق می‌تواند عامل موثری در نتایج به دست آمده باشد. در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ Soto و همکارانش بعد از انجام آزمایشات گسترده اعلام کردند که برخی نانو مواد (به ویژه AgNPs) و داروهایی که از آن‌ها ساخته می‌شوند چه به صورت خوراکی و چه به صورت تماس پوستی می‌توانند یک تهدید مهم برای سلامت جوامع انسانی باشند. استفاده دراز مدت از این مواد بدون در نظر گرفتن عواقب آن می‌توان زندگی موجودات زنده روی کره زمین را تهدید کند(۲۱). مدت زمان کوتاه استفاده شده از نانو ذرات نقره در این پروژه می‌تواند علت عدم تأثیر بر غلظت هموگلوبین در روش تماس پوستی باشد. استفاده از رت به عنوان مدل‌های حیوانی و نحوه‌های مختلف تیمار و نانو ذرات با شکل، اندازه و ترکیبات مختلف، افق‌های نوینی به تحقیقات آینده جهت بررسی کاربردهای نانوتکنولوژی در فیزیولوژی را نمایان می‌کند. تحقیقات اخیر، نشان داده است که نانو ذرات در اندازه‌ها و اشکال مختلف، خصوصیات و فعالیت‌های جدید و متفاوت از خود نشان می‌دهند(۱۹،۲۱). این ویژگی، بررسی دقیق مکانیسم فیزیولوژیک نانو ذرات نقره را با توجه به کاربرد وسیعشان در کشور آشکار می‌سازد.

در پایان می‌توان نتیجه گرفت که در این مطالعه، غلظت‌های مختلفی از نانو ذرات نقره جهت پیدا نمودن غلظتی از نانو که بیشترین اثر مخرب را بر HGB و MCH داشته باشد آزمایش و بررسی گردید. در نهایت مشخص گردید که نانو ذرات نقره با اندازه ۴ نانومتر و شکل کروی بر میزان HGB خون تأثیری نداشته در حالی که در دوز ۲۰۰ppm بر میزان MCH بیشترین اثر تخریبی را داشته و باعث کاهش در میزان این فاکتور گردیده است.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان به علت حمایت از این تحقیق تشکر می‌نمایند.

References

1. Kumar A, P rasad R. Biofilms. Journal of Medical E Ducation and Research. 2006; 8(1): 14-7.
2. Kojic EM, Darouiche RO. Candida infections of medical devices. Clinical microbiology reviews. 2004; 17(2): 255-67.
3. Drake, P.L. Hazelwood, K.J2005.Exposure-Related Health Effects of Silver and Silver Compounds: a Review; Ann. Occup. Hyg, 49, 575-585.
4. A. B. G. Lansdown, 2006. “Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use,” Current Problems in Dermatology,vol. 33, pp. 17–34.
5. G. D. Di Vincenzo, C. J. Giordano, and L. S. Schriever, 1985.“Biologic monitoring of workers exposed to silver,” International Archives of Occupational and Environmental Health, vol. 56, no. 3, pp. 207–215.
6. Khaydarov, R.R.; Khaydarov, R.A.; Estrin, Y.; Evgrafova, S.; Scheper, T.; Endres, C.; Cho, S.Y. In Nanomaterials, 2009: Risks and BenefitsLinkov, Springer Sciences: Faro, Portugal; pp 287-297.

7. A. B. G. Lansdown, 1995. “Physiological and toxicological changes in the skin resulting from the action and interaction of metal ions,” Critical Reviews in Toxicology, vol. 25, no. 5, pp. 397–462.
8. J. J. Host´ynek, R. S. Hinz, C. R. Lorence, M. Price, and R.H.Guy, 1993. “Metals and the skin,” Critical Reviews in Toxicology, vol.23, no. 2, pp. 171–235.
9. S. S. Bleehen, D. J. Gould, C. I. Harrington, T. E. Durrant, D.N. Slater, and J. C. Underwood, 1981. “Occupational argyria; light and electron microsopic studies and X-ray microanalysis,”British Journal of Dermatology, vol. 104, no. 1, pp. 19-26.
10. O. Nørgaard, 1954. “Investigations with radioactive 111Ag into resorption of silver through human skin,” Acta Dermato-Venereologica, vol. 34, pp. 415–419.
11. A. T.Wan, R. A. J. Conyers, C. J. Coombs, and J. P.Masterton, 1991. “Determination of silver in blood, urine, and tissues ofvolunteers and burn patients,” Clinical Chemistry, vol. 37, no.10, pp. 1683–1687,
12. C. J. Coombs, A. T. Wan, J. P. Masterton, R. A. J. Conyers, J. Pedersen, and Y. T. Chia, 1992. “Do burn patients have a silver lining?” Burns, vol. 18, no. 3, pp.179-184,
13. N. Williams and I. Gardner, 1995. “Absence of symptoms in silver refiners with raised blood silver levels,” Occupational Medicine, vol. 45, no. 4, pp. 205–208,
14. Lansdown ABG. Critical observations on the neurotoxicity of silver,” Critical Reviews in Toxicology, 2007.vol. 37, no. 3, pp.237–250.
15. W. Zheng, M. Aschner, and J.-F. Ghersi-Egea, 2003. “Brain barrier systems:new frontier in metal neurotoxicological research, ”Toxicology a Applied Pharmacology, vol. 192, no. 1, pp.1-11.
16. Susan W.P.; Williw, G.M. and Maaike Van, J. Nanosilver- a review of avelable data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment. Nanotoxicology. 2009; 3(2); 109–138.
17. Naghsh N, Valian S, Madani, H. Investigation of Beta cells specific apoptosis on the plasma free fatty acids level,” Iranian Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2005; 1(1): 15-16.
18. Choi, O.K. Hu, Z.Q. 2009. Nitrification Inhibition by Silver Nanoparticles.Water Sci. Technol 59, 1699-1702.
19. Oberdorster G, Oberdorster E, Oberdorster J. 2005. Nanotoxicology: an Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles; Environ. Health Perspect, 113, 823-839.
20. Navarro E, Piccapietra F, Wagner B, Marconi F, Kaegi R, Odzak, N.; Sigg, L.; Behra, R. 2008. Toxicity of Silver Nanoparticles to Chlamydomonas Reinhardtii; Environ. Sci. Technol., 42, 8959-8964.
21. Soto I O, Noguez C, Barrera R G. 2003. Optical properties of metal nanoparticles with arbitrary shapes. J Phys Chem. 107:6269-6275.