

اثر کوتاه مدت نانوذره ترکیبی Fe_2NiO_4 بر شاخص‌های عملکردی کلیه موش‌های صحرایی

نگین آزاده^۱، دکتر زهرا هوشمندی*^۲، دکتر محبوبه سترکی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری، گروه زیست‌شناسی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران. ۲- استادیار، گروه زیست‌شناسی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران. ۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، واحد ایذه، دانشگاه آزاد اسلامی، ایذه، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: نانوذره اکسید آهن از جمله نانوذرات مهم در صنعت و پزشکی است که بر روی سم‌زدایی طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های محیط زیست مانند سموم و حلال‌های آلی کلر اثرگذار است. این مطالعه به منظور تعیین اثر کوتاه‌مدت نانوذره ترکیبی Fe_2NiO_4 بر شاخص‌های عملکردی کلیه موش‌های صحرایی انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه تجربی روی ۲۴ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار انجام شد. حیوانات در ۳ گروه ۸ تایی تقسیم شدند. گروه کنترل ۰/۵ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی به صورت درون صفاقی دریافت نمود. گروه‌های تجربی اول و دوم ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe_2NiO_4 را به ترتیب با غلظت‌های ۱۰۰ ppm و ۲۰۰ ppm به صورت درون صفاقی دریافت نمودند. تزریقات به مدت ۷ روز متوالی انجام شد. در روزهای دوم، هفتم و چهاردهم بعد از تیمار شاخص‌های بیوشیمیایی شامل اوره، اسیداوریک و کراتینین اندازه‌گیری و مقایسه گردید.

یافته‌ها: میزان اوره یک هفته و دو هفته پس از تیمار در گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش آماری معنی‌داری یافت ($P < 0/05$). میزان اسیداوریک هفته دوم در هر دو گروه تجربی افزایش یافت و این میزان در هفته اول برای گروه تجربی اول کاهش و برای گروه تجربی دوم افزایش یافت ($P < 0/05$). دو هفته پس از تیمار، میزان کراتینین گروه تجربی دوم در مقایسه با گروه تجربی اول و گروه کنترل کاهش یافت ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد کاربرد نانوذرات Fe_2NiO_4 در موارد بیولوژیک، اثر سمی بر شاخص‌های عملکردی کلیه موش‌های صحرایی ایجاد نمی‌کند.

کلید واژه‌ها: نانوذره Fe_2NiO_4 ، کلیه، اوره، اسیداوریک، کراتینین، موش صحرایی

* نویسنده مسؤول: دکتر زهرا هوشمندی، پست الکترونیکی zhoushmandi@yahoo.com

نشانی: سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، گروه زیست‌شناسی، تلفن (داخلی ۱۶) ۰۸۱-۳۴۴۹۴۰۰۰، نمابر ۳۴۴۹۴۰۲۶
وصول مقاله: ۱۳۹۴/۸/۱۶، اصلاح نهایی: ۱۳۹۵/۶/۹، پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۶/۲۷

مقدمه

کراتینین سبب اختلال در عملکرد کلیه‌ها می‌گردد. تنظیم اوره نیز توسط کلیه‌ها یک بخش حیاتی از متابولیسم بدن را تشکیل می‌دهد و از طرفی یکی از شاخص‌های مهم بررسی سمیت نانوذرات بر کلیه، ارزیابی اسید اوریک است (۲). این مطالعه به منظور تعیین اثر کوتاه‌مدت نانوذره ترکیبی Fe_2NiO_4 بر شاخص‌های عملکردی کلیه موش‌های صحرایی انجام شد.

روش بررسی

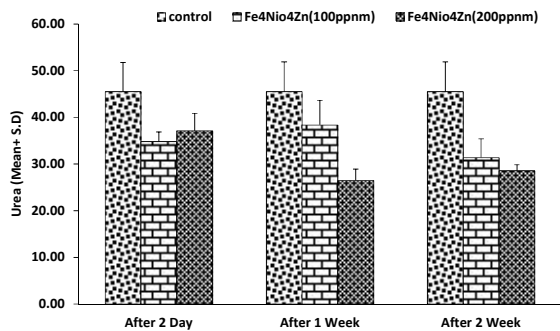
این مطالعه تجربی روی ۲۴ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با وزن تقریبی 234 ± 43 گرم خریداری شده از دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه طی سال ۱۳۹۳ انجام شد.

موش‌ها به منظور آماده‌سازی برای آزمایش به مدت دو هفته در لانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج نگهداری شدند. نکات اخلاقی کار بر روی حیوانات رعایت گردید. حیوانات در

نانوذره اکسید آهن از جمله نانوذرات مهم در صنعت و پزشکی است که خواص مغناطیسی و کاتالیتی بسیار قوی دارد. این نانوذره بر روی سم‌زدایی طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های محیط زیست مانند سموم و حلال‌های آلی کلر بسیار اثرگذار است (۱). نانوذرات نیکل دارای خاصیت مغناطیسی بالا، نقطه ذوب و جوش پایین و مساحت سطح بالا هستند. این نانوذرات در زمینه‌های مختلفی کاربرد دارند. متاسفانه اثر تماس محیطی با این ترکیبات بر سلامتی انسان کاملاً بررسی نشده و یا ناچیز بوده است. نانوذرات نیکل در القاء آسیب‌های کبدی و طحال و نیز التهاب ریه‌ها و ایجاد سمیت در قلب موثر است (۲).

میزان کراتینین خون به سرعت عملکرد گلوامرول‌های کلیه بستگی دارد که خود بیانگر کارایی کلیه‌ها است. میزان بیش از حد

گروه‌های تجربی اول و دوم در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/0001$) (نمودار یک).

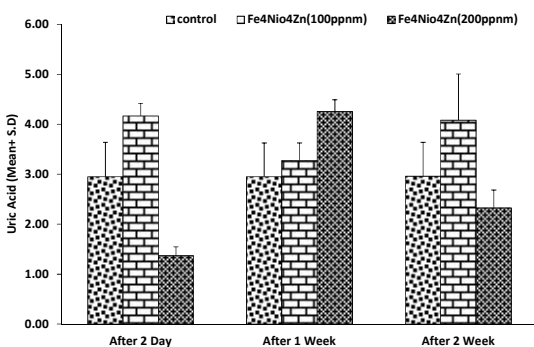


نمودار ۱: میانگین تغییرات اوره در گروه‌های کنترل، تجربی یک (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۱۰۰ ppm) و تجربی دو (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۲۰۰ ppm) طی روزهای دوم، هفتم و چهاردهم

در روز دوم مداخله، بیشترین مقدار اسیداوریک اندازه‌گیری شده مربوط به گروه تجربی اول و کمترین مقدار مربوط به گروه تجربی دوم بود ($P < 0/046$).

در روز هفتم مداخله، بیشترین مقدار اسیداوریک مورد سنجش به گروه تجربی دوم و کمترین مقدار به گروه تجربی اول تعلق داشت ($P < 0/01$). همچنین بین میزان اسیداوریک گروه‌های تجربی اول و دوم در مقایسه با گروه کنترل اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$).

در روز چهاردهم مداخله، مقدار اسیداوریک اندازه‌گیری شده در گروه تجربی اول به‌طور معنی‌داری از گروه کنترل بالاتر بود ($P < 0/0001$) و کمترین مقدار اسیداوریک مربوط به گروه تجربی دوم بود و در مقایسه با گروه کنترل تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (نمودار ۲).



نمودار ۲: میانگین تغییرات اسیداوریک در گروه‌های کنترل، تجربی یک (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۱۰۰ ppm) و تجربی دو (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۲۰۰ ppm) طی روزهای دوم، هفتم و چهاردهم

شرایط مناسب آزمایشگاهی (درجه حرارت 22 ± 2 درجه سانتی‌گراد، چرخه ۱۲ ساعته روشنایی - تاریکی و دسترسی آزادانه به آب و غذا) نگهداری شدند.

ده گرم Fe₂NiO₄ از شرکت یاسا طب که به صورت تجاری از کمپانی sigma این نانوذره را تهیه می‌کند؛ با مشخصات اندازه ذرات (APS) کمتر از ۵۰ nm، عناصر فلزی بیش از ۹۸ درصد، فرمول خطی Fe₂NiO₄، شکل نانو پودر، شماره CAS ۳-۳۳۵-۲۳۵، وزن مولکولی ۲۳۴/۳۸، چگالی ۵/۳۶ gr/ml در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره خریداری شد. صحت نانوذره و ابعاد آن توسط دانشکده مهندسی مواد دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد تایید شد.

برای تعیین غلظت نانوذره Fe₂NiO₄ دو محلول با غلظت‌های ۱۰۰ ppm و ۲۰۰ ppm تهیه گردید. مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم نانوذره در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر و مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نانوذره در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. به‌طوری‌که غلظت محلول‌های حاصله به ترتیب ۱۰۰ nm و ۲۰۰ nm به دست آمد. سپس مقدار نانوذره لازم برای تزریق به یک موش صحرایی ۱۵۰ گرمی در غلظت ۱۰۰ mg/kg معادل ۱/۵ میلی‌لیتر و در غلظت ۲۰۰ mg/kg معادل ۳ میلی‌لیتر حاصل شد. در نهایت مقدار لازم از دو محلول تهیه شده متناسب با وزن موش‌های صحرایی با سرنگ انسولین به صورت داخل صفاقی تزریق شد.

حیوانات به صورت تصادفی در سه گروه هشت تایی به شرح زیر تقسیم شدند.

گروه کنترل: دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی به صورت درون صفاقی طی هفت روز متوالی.

گروه تجربی اول: دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۱۰۰ ppm به صورت درون صفاقی طی هفت روز متوالی.

گروه تجربی دوم: دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe₂NiO₄ با غلظت ۲۰۰ ppm به صورت درون صفاقی طی هفت روز متوالی.

در روزهای دوم، هفتم و چهاردهم بعد از تیمار، خونگیری انجام شد. خونگیری از گوشه پلک چشم حیوانات به کمک لوله موئینه انجام گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه (۳۰۰۰ PRM) سانتریفیوژ و سرم جداسازی گردید. شاخص‌های عملکردی کلیه شامل اوره (BUN)، اسیداوریک و کراتینین با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی و دستگاه اتوآنالایزر (هیتاچی مدل ۹۰۲ ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و مقایسه گردید.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-19 و آزمون آماری ANOVA در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

میزان اوره روز هفتم در گروه تجربی دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($P < 0/01$). این میزان در روز چهاردهم در

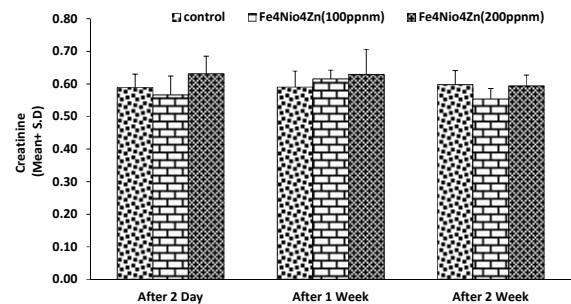
در مطالعه Poland و همکاران نانواپراهای نیکل با اندازه‌های ۲۰۰ نانومتر و طول بیش از ۲۰ Im به صورت درون صفاقی و نیز آسپیراسیون بر روی موش ارزیابی شد. این نانوذرات موجب التهاب بسیار در حفره صفاق موش‌ها و نیز ریه‌ها در یک الگوی وابسته به دوز گردید (۸).

یک ویژگی نانوذرات اکسید آهن آن است که می‌توانند جریان خون را در یک فاصله زمانی کمتر از یک دقیقه ترک کنند و در طول این زمان سبب درصد تجمع بسیار بالایی در اندام‌های مختلف گردند. نانوذرات اکسید آهن منجر به القاء تشکیل رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل می‌شوند که عملکردهای سلولی و همچنین فرایند تکثیر را مختل می‌کند (۹). نانوذرات می‌توانند از غشاء سلولی عبور کرده و به راحتی از سد خونی - مغزی و سد خونی - بیضه عبور کنند و از طریق تولید رادیکال‌های آزاد پاسخ‌های بیولوژیکی جدی تولید کنند (۱۰). مطالعات کمی در مورد اثر این نانوذرات بر کلیه صورت گرفته است. البته مشخص شده نانوذرات ساخته شده از طریق روش‌های مهندسی (از قبیل نانوهای کتراست یددار) منجر به آسیب حاد کلیوی می‌شوند که این سمیت کلیوی قابل ارجاع به اثر تجویزی این کتراست‌ها است (۱۱). ذرات اکسید آهن توسط سلول‌های ایمنی سیستم رتیکولاندوتلیال موجود در کبد، طحال، لنف و مغز استخوان فاگوسیت و یا اندوسیت می‌شوند (۱۲). این نتایج نشان می‌دهد سلول‌های کوپفر و سلول‌های اندوتلیال سینوزوئیدهای کبدی دارای عملکرد فیلترینگ هستند که از هپاتوسیت‌ها حمایت می‌کنند.

در مطالعه قبلی ما که اثر نانوذرات Fe_2NiO_4 بر آنزیم‌های کبدی ارزیابی شد؛ میزان آنزیم‌های کبدی در تیمار با این نانوذرات کاهش یافت. حذف اثر جانبی نانوذرات Fe_2NiO_4 احتمالاً به این دلیل است که نانوذرات تزریق شده، توسط کبد جذب شده و به تدریج از بدن دفع می‌گردند (۱۳). در مطالعه Iversen و همکاران تجمع نانوذرات فوق پارامغناطیسی اکسید آهن بر عملکرد کلیه در موش‌های سالم اثری نداشت (۱۴). در مطالعه قبلی دیگری اثر نانوذره TiO_2 بر روی عملکرد و بافت کلیه نشان داد که سطح کراتینین گروه تیمار با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری در هفته اول تفاوت دارد. همچنین میانگین سطح اوره و اسیداوریک در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری اختلاف نداشت. همچنین آنالیز بافت‌شناسی کلیه نشان داد که نانوذره TiO_2 نه تنها روی سطح شاخص‌های عملکردی کلیه موثر است؛ بلکه به تخریب بافت کلیه نیز منجر می‌گردد (۱۵).

در مطالعه قبلی ما اثر Fe_2NiO_4Zn روی سطح اوره، اسید اوریک و میزان کراتینین موش‌ها ارزیابی شد. میزان اوره و تیمارهای حاوی نانوذره نسبت به کنترل کاهش نشان داد. میزان اسیداوریک در تیمارهای حاوی نانوذره افزایش معنی‌داری نشان داد و میزان کراتینین فقط در بالاترین دوز نانوذره کاهش معنی‌دار

بیشترین میزان کراتینین روز دوم مداخله و کمترین میزان آن به ترتیب در گروه‌های تجربی دوم و اول مشاهده شد ($P < 0/008$). در روز چهاردهم مداخله، کمترین مقدار کراتینین در گروه تجربی دوم و بیشترین مقدار در گروه تجربی اول مشاهده شد ($P < 0/05$). همچنین تفاوت بین میزان کراتینین گروه کنترل و گروه تجربی دوم از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/04$).



نمودار ۳: میانگین تغییرات کراتینین در گروه‌های کنترل، تجربی یک (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe_2NiO_4 با غلظت ۱۰۰ ppm) و تجربی دو (دریافت کننده ۰/۵ میلی‌لیتر نانوذره Fe_2NiO_4 با غلظت ۲۰۰ ppm) طی روزهای دوم، هفتم و چهاردهم

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه میزان اوره یک و دو هفته پس از تیمار در گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش آماری معنی‌داری یافت. میزان اسیداوریک هفته دوم در هر دو گروه تجربی افزایش یافت و این میزان در هفته اول برای گروه تجربی اول کاهش و برای گروه تجربی دوم افزایش یافت. دو هفته پس از تیمار، میزان کراتینین گروه تجربی دوم در مقایسه با گروه تجربی اول و گروه کنترل کاهش یافت.

نانوذرات جذب شده از طریق اتصال به پروتئین‌های پلاسما می‌توانند وارد سلول‌ها شده و به بافت‌هایی نظیر ریه، معده، مغز، کبد، کلیه، قلب و بیضه‌ها نفوذ نمایند (۳). اگر این ذرات سمی باشند؛ مکانیسم‌های آسیب‌رسان از طریق رادیکال‌های آزاد اکسیژن، منجر به آسیب بافت‌ها می‌شوند. نانوذرات مغناطیسی یکی از نانوذرات مفیدی هستند که می‌توانند در سیستم تحویل دارو، تحویل ژن و یافتن بافت هدف مورد استفاده قرار گیرند. نکته قابل توجه آن است که نانوذرات مغناطیسی بایستی مولکول‌های سازگار زیستی باشند و به صورت زیستی هم تجزیه شوند (۴). نفوذپذیری پوست به نانوذرات نیکل موجب آلرژی و آسیب طولانی مدت و یا التهاب ریه‌ها شده است (۵). نانوذرات تزریقی (پس از یک بار تزریق) توسط کبد و طحال در مقادیر بالا جذب می‌شوند و در اندام‌هایی مانند ریه‌ها، قلب، کلیه و مغز با مقادیر کمتری جذب می‌شوند (۶). اکسیدنیکل یکی از ترکیبات نیکل است که انحلال‌پذیری کمی داشته و در ریه‌ها حضور زیستی بالایی دارد (۷).

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه (شماره ۴۵۶۷۸) خانم نگین آزاده برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیولوژی جانوری از دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان بود. بدین وسیله از کارکنان آزمایشگاه دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج سپاسگزاری می‌نمایم.

یافت. نتایج نشان دهند اثر نانوذره ترکیبی Fe_4NiO_4Zn بر عملکرد کلیه بود (۱۶).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد کاربرد نانوذرات Fe_2NiO_4 در موارد بیولوژیک، اثر سمی پایدار و طولانی مدت بر بدن جانداران ایجاد نمی‌کند و احتمالاً سیستم رتیلولاندوتلیال موجود در بدن قادر به دفع یا تجزیه آنها است.

References

- Zhang WX. Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview. *Journal of Nanoparticle Research*. 2003; 5:323-32. doi:10.1023/A:1025520116015
- Magaye RR, Yue X, Zou B, Shi H, Yu H, Liu K, et al. Acute toxicity of nickel nanoparticles in rats after intravenous injection. *Int J Nanomedicine*. 2014 Mar; 9: 1393-402. doi: 10.2147/IJN.S56212
- Vaidyanathan R, Kalishwaralal K, Gopalram S, Gurunathan S. Nanosilver--the burgeoning therapeutic molecule and its green synthesis. *Biotechnol Adv*. 2009 Nov-Dec; 27(6): 924-37. doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.08.001
- Abdelhalim MA, Jarrar BM. Histological alterations in the liver of rats induced by different gold nanoparticle sizes, doses and exposure duration. *J Nanobiotechnology*. 2012 Jan; 10: 5. doi: 10.1186/1477-3155-10-5
- Jacob SE, Moennich JN, McKean BA, Zirwas MJ, Taylor JS. Nickel allergy in the United States: a public health issue in need of a "nickel directive". *J Am Acad Dermatol*. 2009 Jun; 60(6): 1067-9. doi: 10.1016/j.jaad.2008.11.893
- Hillyer JF, Albrecht RM. Gastrointestinal persorption and tissue distribution of differently sized colloidal gold nanoparticles. *J Pharm Sci*. 2001 Dec; 90(12): 1927-36.
- National Toxicology Program. NTP Toxicology and Carcinogenesis Studies of Nickel Oxide (CAS No. 1313-99-1) in F344 Rats and B6C3F1 Mice (Inhalation Studies). *Natl Toxicol Program Tech Rep Ser*. 1996 Jul; 451: 1-381.
- Poland CA, Byrne F, Cho WS, Prina-Mello A, Murphy FA, Davies GL, et al. Length-dependent pathogenic effects of nickel nanowires in the lungs and the peritoneal cavity. *Nanotoxicology*. 2012 Dec; 6: 899-911. doi: 10.3109/17435390.2011.626535
- Bulte JW, Brooks RA, Moskowitz BM, Bryant LH Jr, Frank JA. Relaxometry and magnetometry of the MR contrast agent

- MION-46L. *Magn Reson Med*. 1999 Aug; 42(2): 379-84.
- Yousefi Babadi V, Amraei E, Salehh H, Sadeghi L, Najafi L, Fazilati M. Evaluation of Iron oxidenanoparticles effects on tissue and enzymes of thyroid in rats. *Int Res J Biological Sci*. 2013; 2(7): 67-69.
- Bruce RJ, Djamali A, Shinki K, Michel SJ, Fine JP, Pozniak MA. Background fluctuation of kidney function versus contrast-induced nephrotoxicity. *AJR Am J Roentgenol*. 2009 Mar; 192(3): 711-8. doi: 10.2214/AJR.08.1413
- Rety F, Clement O, Siauue N, Cuenod CA, Carnot F, Sich M, et al. MR Lymphography using Iron oxide nanoparticles in rats: pharmacokinetics in the lymphatic system after intravenous injection. *J Magn Reason Imaging*. 2000; 12(5): 734-39.
- Doudi M, Setorki M. Effect of Nanoparticles Fe_4NiO_4Zn on Liver Enzymes-White Blood Cell and Hematocrit in Wistar Rat. *Journal of Biological Sciences*. 2014; 14(7): 480-84. doi: 10.3923/jbs.2014.480.484
- Iversen NK, Frische S, Thomsen K, Laustsen C, Pedersen M, Hansen PB, et al. Superparamagnetic iron oxide polyacrylic acid coated $-Fe_2O_3$ nanoparticles do not affect kidney function but cause acute effect on the cardiovascular function in healthy mice. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2013 Jan; 266(2): 276-88. doi: 10.1016/j.taap.2012.10.014
- Doudi M, Setorki M. [Effects of dioxide-Titanium nanoparticles on function and tissue of kidney]. *Uremia Medical Journal*. 2014; 25(8): 684-92. [Article in Persian]
- Azadeh N, Hooshmandi Z, Setorki M. [Effect of Fe_4NiO_4Zn nanoparticles on serum urea-uric acid and creatinine in male rat]. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*. 2015; 37(3): 6-11. [Article in Persian]

Original Paper

Short term effect of Fe₂NiO₄ nanoparticles on kidney function indices in rat

Azadeh N (M.Sc)¹, Hoshmandi Z (Ph.D)^{*2}, Setorki M (Ph.D)³

¹M.Sc in Animal Physiology, Department of Biology, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

²Assistant Professor, Department of Biology, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

³Assistant Professor, Department of Biology, Izeh Branch, Islamic Azad University, Izeh, Iran.

Abstract

Background and Objective: Iron oxide nanoparticles, including nanoparticles is important in industry and medicine. Nanoparticles affect on detoxification of environmental pollutants such as Pesticides and chlorinated organic solvents. This study was done to evaluate the short term effect of Fe₂NiO₄ composite nanoparticle on kidney function indices in wistar rats.

Methods: In this experimental study, Twenty four Wistar rat were randomly allocated into three groups, including: control, treated groups 1 and 2. Animals in control, treated groups 1 and 2 were received 0.5cc of saline, 0.5cc of solution containing 100, 200 ppm Fe₂NiO₄ for 7 days, respectively. Uric acid, ceratinine and urea (BUN) were measured at day 2, 7 and 14.

Results: BUN level in treated groups 1 and 2 significantly reduced in comparison with control group at day 7, 14 after intervention (P<0.05). Uric acid level in treated groups 1 and 2 significantly increased at day 7 and 14. 2 week after intervention, the mean creatinine levels in treated group 2 group significantly reduced in compare to the in treated group 1 and controls (P<0.05).

Conclusion: It seems that the application of Fe₂NiO₄ nanoparticles in biological system has no toxic effect on the kidney function indices.

Keywords: Nanoparticle, Fe₂NiO₄, Kidney, Urea, Uric acid, Creatinine, Rat

* Corresponding Author: Hoshmandi Z (Ph.D), E-mail: zhoshmandi@yahoo.com

Received 7 Nov 2015

Revised 30 Aug 2016

Accepted 17 Sep 2016