



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 616-091.8

НАНОСТРУКТУРНАЯ КАРТИНА ВОЛОСЯНОГО И КОЖНОГО ПОКРОВА ПРИ ОРОШЕНИИ НАНОЧАСТИЦАМИ ЖЕЛЕЗА

Л.А. ПАВЛОВА
Т.В. ПАВЛОВА
И.Ю. ГОНЧАРОВ
Д.А. КОЛЕСНИКОВ

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

e-mail: pavlova@bsu.edu.ru

Целью исследования является влияние раствора, содержащего наночастицы железа на волосяной и кожный покров крыс линии Wistar в следующих экспериментальных группах: непосредственное нанесение опытного раствора остро и хронической экспозиции, дистантное орошение. Показано аккумуляция наночастиц без изменения нормальной структуры тканей в исследуемых группах.

Ключевые слова: наночастицы железа, волосяной покров, биоптат кожи.

Исследование влияния наночастиц на живые ткани является основой как для их практического применения, так и вносит вклад в развитие фундаментальных представлений о влиянии новых материалов на биологические объекты [1, 2]. Использование в аэрозолях наночастиц металлического железа должно быть более безопасно и эффективно по сравнению с солями, так как нанодисперсии не раздражают (не окрашивают) слизистые оболочки и кожу, а также обладают пролонгированным действием. Учитывая повышенную активность наночастиц (в том числе из-за малого размера), их использование и риск при более низких концентрациях снижает «нагрузку» и риск вредного влияния на организм.

Однако, наряду с очевидными преимуществами, внедрение нанотехнологий может приводить к негативным последствиям для окружающей среды и здоровья человека [4, 7, 8]. Одним из предикторов влияния наночастиц на здоровье, является возможность проникновения в альвеолярные участки легких, вызывая различные, в том числе структурные изменения. Воздействие наночастиц на кожные покровы приводит к воспалению лимфатической системы [5]. Уже накоплен достаточный научный материал, вызывающий беспокойство по поводу вредного воздействия наночастиц на живые организмы [6, 9, 10]. Целью нашего исследования является определение последствий действия наночастиц железа на поверхностные ткани (кожа и волосы).

Материалы и методы. Эксперимент выполняли на 40 крысах-самцах линии "Вистар" (питомник Столбовое) массой 200-250 г, помещенных в комфортные температурные условия, световой день 12 часов. Проводилось орошение суспензией, содержащей наночастицы железа. Животные были разделены случайным образом на 4 группы:

- группа 1. Прямое орошение на коже и скальпе опытных крыс однократно;
- группа 2. Прямое орошение на коже и скальпе опытных крыс в течении месяца;
- группа 3. Животные, находящиеся на расстоянии 2 метров, от 1 и 2 опытных групп;
- группа 4. Контрольная группа.

Для растровой электронной микроскопии (РЭМ) биоптаты кожи и волосяного покрова помещали в фиксирующую смесь, а затем просматривали в растровом микроскопе FEI Quanta 600. Элементный анализ был сделан с использованием детектора для регистрации спектров характеристического рентгеновского излучения фирмы EDAX, детекторы интегрированы с растровым элек-

тронным микроскопом Quanta 600. Атомно-силовая микроскопия осуществлялась в зондовой лаборатории NtegraAuga.

Результаты исследования. Все животные опытной и контрольной групп сохранили жизнеспособность до конца исследования. За время проведения эксперимента животные не болели, двигательная активность была повышена.

В первой группе мы наблюдали картину множественных скоплений наночастиц железа на поверхности волос после однократного орошения суспензией, содержащей наночастицы железа. Структура волоса не изменена, наблюдается обычный рисунок распределения формы и количества волосяных чешуек (рис. 1).

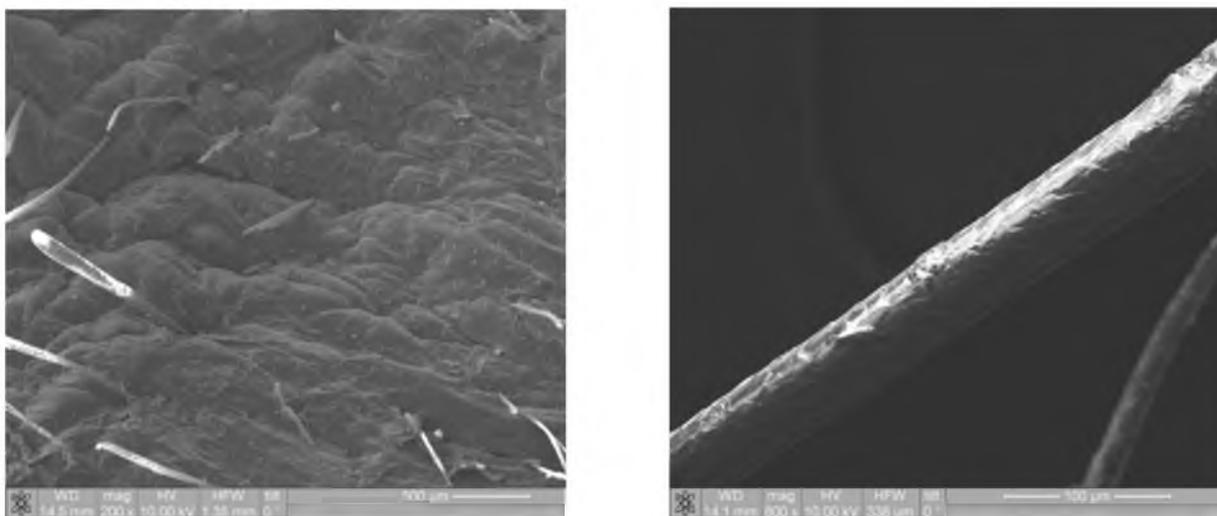


Рис. 1. Группа 1. Накопление скоплений железа на поверхности волос и кожи биопсии после однократного орошения суспензией, содержащий железо. РЭМ $\times 800$

Морфологически отмечалось значительное (до 80 % образцов) однородное распределение частиц на поверхности волос. Наиболее интересные данные при этом получены при изучении методом атомно-силовой микроскопии. При исследованиях зондовой электронной микроскопии для нанобиоконструктов наблюдается четко характерная форма и размеры скоплений. Распределение частиц в размерах казалось очень узким: для частиц с размерами в интервале 6-20 миллимикрон. Подобная ситуация отслежена в 80 % случаев (рис. 2).

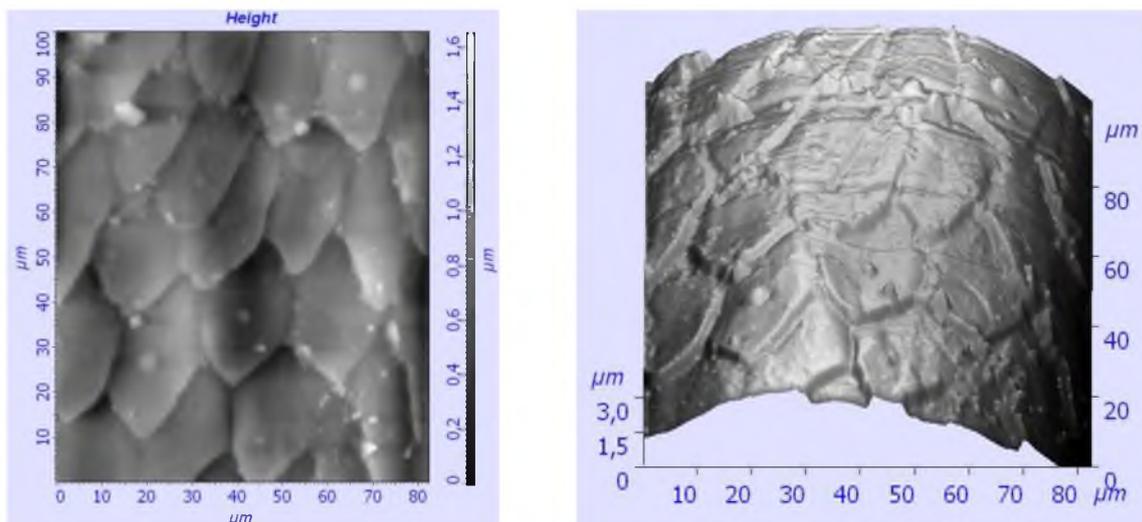


Рис. 2. Распределение наночастиц железа на волосах крыс 1 группы. Экспозиция однократная. Средние размеры скоплений частиц составляли 16 миллимикрон – $+0,01$ РЭМ

При исследовании образцов 2-й и 3-й опытных групп выявлено накопление наночастиц железа во всех образцах. Достоверных различий во 2-й и 3-й группах не выявлено. Нормальная структура волос не изменена (рис. 3).

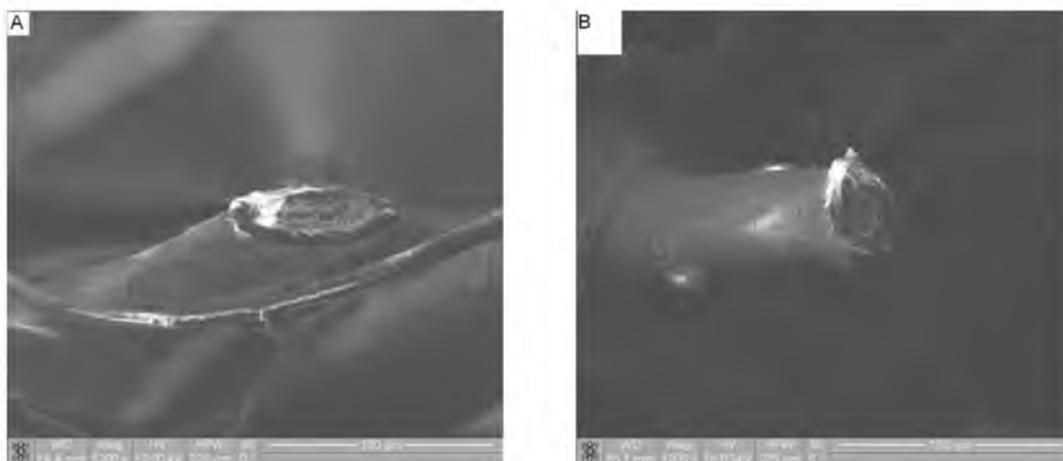


Рис. 3. Образцы волос 2-й и 3-й опытных групп: А. Структура волос животного 2 группы В. Структура волос животного 3 группы. РЭМ ×1200

Проведено статистическое сравнение структуры микроэлемента на поверхности волос (рис. 4 А) и на его основании (рис. 4 В). Сравнительный математический анализ показал однородность спектра микроэлемента в его качественных и количественных особенностях.

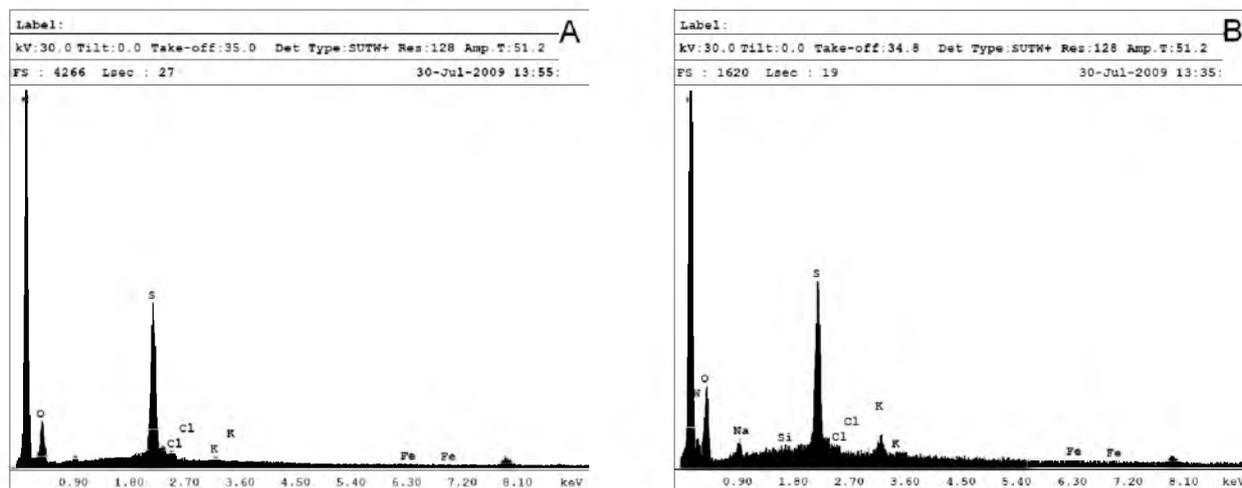


Рис. 4. Спектр характеризует распределение микроэлементного состава на биоптатах волос животных, получивших орошение суспензией, содержащей наночастицы железа в течение месяца
А – на поверхности волоса; В – на сокращении основании волоса

Проведен сравнительный анализ структуры микроэлементов а в опытных группах (рис. 5).

Таким образом, в опытных группах при накоплении наночастиц Fe отмечено отсутствие изменения нормальной структуры волос. При этом совершенно очевидным является накопление исследуемой субстанции на поверхности.

Литература

1. Ребров, В.Г. Витамины и микроэлементы/В.Г. Ребров, О.А. Громова // М., «Алев-В», 2003, С. 330-335.
2. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине/А.В. Скальный, И.А. Рудаков //М.: «Мир», 2004, С. 167-168.
3. Aitken, R.J. Creely, K.S. Tran, C.L. Nanoparticles: An occupational hygiene review, Research Report 274, 2004, accessed on 13 November 2008.
4. Dunford, R. "Chemical Oxidation and DNA Damage Catalysed by Inorganic Sunscreen Ingredients"/ R. Dunford, A Saliano, L. Lezhen, N. Serpone, S. Horikoshi, H. Hidaka and J Knowland, //FEBS Letters 1997, 418 (1-2):P. 87-90.
5. Ostiguy, C. Nanoparticles: actual knowlwe about occupational health and safety risks and prevention measures/C. Ostiguy, G. Lapointe, L. Menard, Y. Cloutier, M. Trotter, M. Boutin, M. Antoun, C. Normand//2006, accessed on 13 November 2008.
6. Tsuji, J.T. Research strategies for safety evolution of nanomaterials, Part 4: Risk assessment of nanoparticles, Toxicol Sci/J.T. Tsuji, A.D. Maynard, P.C. Howard, J.T. Jarnes, C.W. Lam, D. Warheit, A.B. Santamaria// 89,2006, P. 42-50.



7. Wolfgang Luther Industrial application of nanomaterials – chances and risks – Future Technologies No.54, Dusseldorf, August 2004, 119 p.
8. European risk Observatory. Literature Review. – European Agency for Safety and Health at Work, N2, 2009, 91 p.
9. Schneider, T Evaluation and control of occupational health risks from nanoparticles/T. Schneider// 2007, accessed on 13 November 2008.

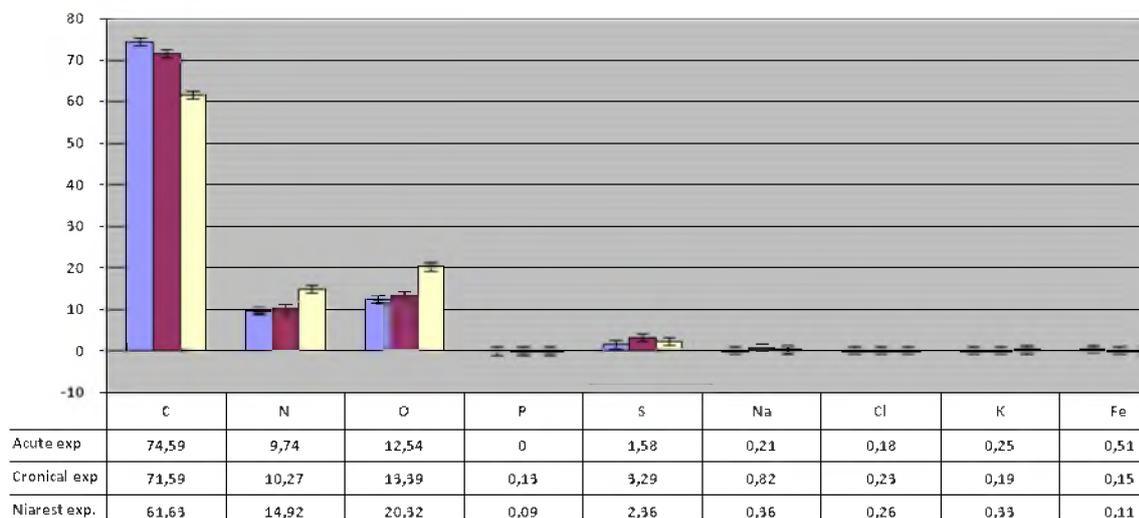


Рис. 5. Динамический микроэлементный анализ групп: 1 (животных, подвергшихся прямому орошению на коже и скальпе опытных крыс однократно), 2.(прямое орошение на коже и скальпе опытных крыс в течении месяца), 3(животные, находящиеся на расстоянии 2 метров, от 1 и 2 опытных групп) волосяного покрова, а также негрубые изменения микроэлементного состава, что предполагает структурные, функциональные и фенотипические изменения в долгосрочной перспективе влияния наночастиц железа

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ. Авторы выражают благодарность Марианне Мацке (Бременский университет) за любезную помощь в предоставлении суспензии наночастиц.

EFFECTS OF AIRWAY EXPOSURE OF IRON NANOPARTICLES ON CUTANEUS IN RATS

L. A. PAVLOVA
T.V. PAVLOVA
I.Yu. GONCHAROV
D.A. KOLESNICOV

*Belgorod National
 Research University*

e-mail:pavlova@bsu.edu.ru

The aim of study is investigation of structural changes in cutaneus when Fe nanoparticles contactly and distantly used. Young adult male Wistar rats were divided in the casual way on 3 groups: direct drawing of a solution on skin and a scalp of rats in acute and chronical exposition and distant irrigation. Thus, accumulation of Fe nanoparticles without change of normal structure of tissue is noted in studied groups.

Keywords: Fe nanoparticles, cutaneus, hair.