

При измерении импеданса после нанесения на поверхность электрода клеточной взвеси в ФСБ наблюдается снижение показателей омического сопротивления (ReZ) по мере увеличения частоты (рис. 1А). При адсорбции родококков, обработанных антибиотиком этот показатель оказывается выше, чем для интактных клеток, а при росте частоты повышается. Значения мнимого сопротивления (ImZ) изменяются однонаправленно – показатель растет с увеличением частоты, как для интактной системы, так и при воздействии антибиотика (рис. 1Б).

Использованные частоты, согласно данным литературы [2], могут характеризовать изменения двойного электрического слоя, вызванные адсорбцией клеток. Наблюдаемые сдвиги показателей импеданса при воздействии гентамицина позволяют предполагать его влияние на адсорбционную способность клеток родококков. Полученные данные можно использовать для разработки импедансометрических сенсоров.

Выражаем благодарность лаборатории физики и химии материалов УдГУ и лично заведующему лабораторией д.т.н., профессору Е.В. Харанжевскому.

Список публикаций:

[1] Yang L., Bashir R. // *Biotechnology Advances*. 2008. Vol. 26. N 2. P. 135-150.

[2] Xu Y., Xie X., Duan Y., Wang L., Cheng Z., Cheng J. // *Biosensors and Bioelectronics*. 2016. Vol. 77. P. 824-836

[3] Черенков И.А., Харанжевский Е.В., Костенкова И.С. // *Медицинская техника*. 2019. № 6 (318). С. 33-35.

Оценка токсического действия наночастиц на основе железа

Евтина Анастасия Алексеевна

Томский государственный университет

Большаков Михаил Алексеевич

anastasiva10152@gmail.com

Различные наноразмерные частицы (НЧ) обладают рядом преимуществ в качестве фармацевтических систем доставки и как фактора улучшения средств диагностики [1]. Малый размер частиц, варьирующий от 1 до 1000 нм, обуславливает возникновение различных физических, химических, оптических и магнитных свойств [2]. Эти специфические характеристики наночастиц открывают новые и интересные возможности применения таких материалов в различных отраслях медицины, в частности в наномедицине, одной из задач которой является лечение онкологических заболеваний [3]. Однако в настоящее время существует проблема применения НЧ, заключающаяся в элиминации их из организма, возникновении различных токсических эффектов, связанных с поступлением НЧ в кровь и лимфу. Без выведения из организма металлические НЧ способны накапливаться в тканях с последующим их разрушением [4].

В последнее время большое внимание уделяется биологически значимому синтезу железосодержащих НЧ для применения в онкологической наномедицине. Это обусловлено их биологической совместимостью, а следовательно, их биоразлагаемостью, а также физико-химической стабильностью и относительно низкой токсичностью, что в совокупности снижает побочные эффекты различных терапий [5].

В данной работе проводилась оценка токсического действия НЧ на основе железа *in vivo* и *in vitro*. НЧ были получены в лаборатории инновационных технологий Томского политехнического университета (НИ ТПУ) методом электрического взрыва проводника, а затем помещались в реактор с рабочей атмосферой определенного состава для создания новых соединений железа – образец №5; образец № 115. В качестве клеточных линий использовали опухолевые клетки – рака шейки матки (HeLa – Российская коллекция клеточных культур позвоночных, ИНЦ РАН, Санкт-Петербург) и нормальные клетки – фибробласты крысы (3Т3 – Российская коллекция клеточных культур позвоночных, ИНЦ РАН, Санкт-Петербург). Пролиферативная активность клеток оценивалась в режиме реального времени с помощью системы многопараметрического анализа клеточных культур – RTCA iCELLigence (США).

По результатам проведенных экспериментов *in vitro* было показано, что при использовании низких концентраций реакция опухолевых клеток отсутствует (до 70 мкг/мл). Увеличение концентрации до 107 и 140 мкг/мл приводит к торможению роста клеток в среднем на 50-60% (рис.1).

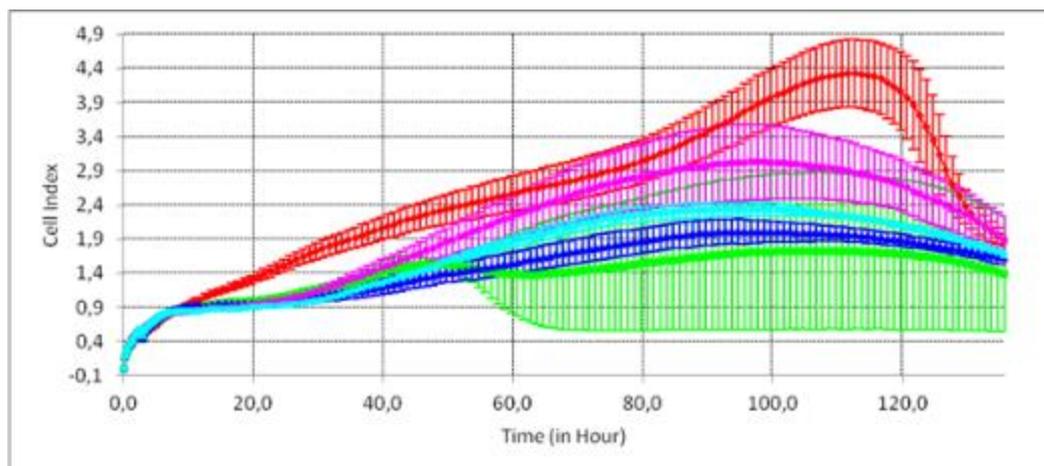


рис.1. Клеточный индекс в клетках HeLa после добавления наночастиц № 5 и 115

Примечание: красная линия – группа контроля; зеленая – наночастицы №5, 107 мкг/мл; синяя – наночастицы №5, 140 мкг/мл; розовая – наночастицы № 115, 107 мкг/мл; голубая - наночастицы № 115, 140 мкг/мл.

Для оценки токсического действия НЧ *in vivo* были проведены эксперименты на мышах линии С57ВL/6. Раствор НЧ вводился внутривенно и внутримышечно в максимальных концентрациях (750 мг/кг) 10-кратно, каждые вторые сутки. За весь период наблюдения не было отмечено случаев гибели экспериментальных животных, кроме того, у мышей данных групп отсутствовали признаки интоксикации железом. После окраски гистологических образцов на гемосидерин по Перлсу в опытных группах не было обнаружено накопления железа в исследуемых органах по прошествии 60 суток от последней инъекции.

Оценка токсичности производилась по подсчету окрашенных точек в программном обеспечении ImageJ, затем производилась статистическая обработка данных (рис.2), по результатам которой было показано выраженное снижение исследуемого показателя.

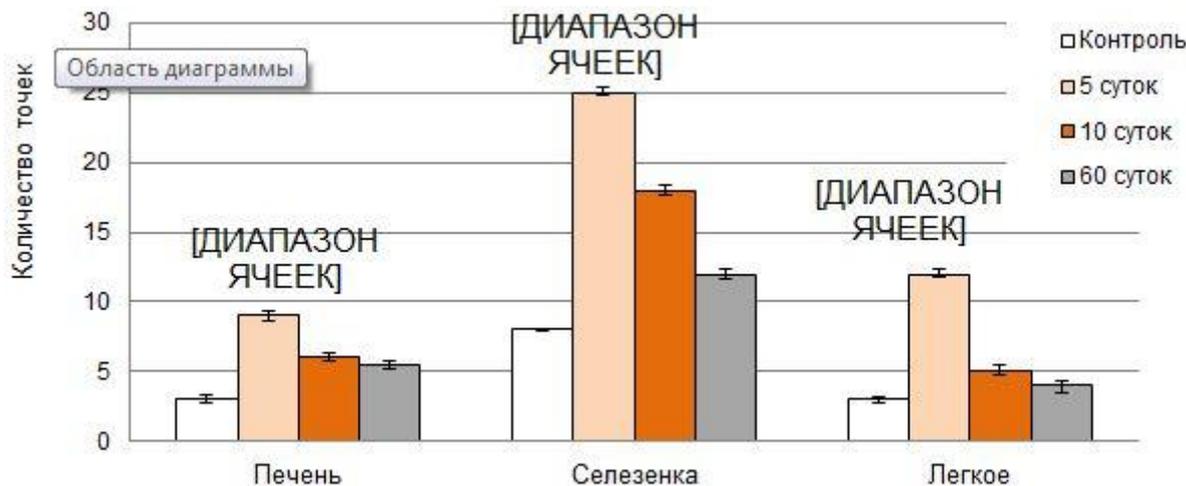


рис.2. Усредненное количество вкраплений на всей поверхности изображения.

Примечание: * – статистически значимые различия при $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой

Таким образом, данные НЧ не оказывают токсического эффекта в использованных экспериментальных моделях *in vivo*. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования НЧ на основе железа в биомедицинских целях, а также требуют большего количества исследований.

Список публикаций:

- [1] Khan I., Saeed K., Khan I. Nanoparticles: Properties, applications and toxicities // *Arabian Journal of Chemistry*. 2017. Vol. 12. № 7. pp. 908-931.
- [2] Laurent S., Forge D., Port M. & etc Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications // *Chemical Reviews*. 2010. Vol. 110. №4. pp. 2574-2574.
- [3] Su K. P., Liu Z. W., Zeng D. C. & etc Structure and size-dependent properties of NdFeB nanoparticles and textured nano-flakes prepared from nanocrystalline ribbons // *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2013. Vol. 46. № 24. pp.1-5.
- [4] Михайлов Г. А., Васильева О. С. Технология будущего: использование магнитных наночастиц в онкологии // *Бюллетень СО РАМН*. 2008. 131. №3. С. 18-22.