

НАНОЧАСТИЦЫ ЗОЛОТА: СИНТЕЗ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ

Довнар Р.И., Рукша П.А., Савило Ю.В.

Гродненский государственный медицинский университет

Актуальность. В 1959 году в своей знаменитой лекции Ричард Фейман, американский физик, в будущем Нобелевский лауреат, заявил применительно к миру наноразмерных объектов: «Там внизу ещё много места». Этими словами и было положено начало новому направлению в науке – нанотехнологии. Особенностью наночастиц является наличие у них отличающихся от цельного вещества, из которого они изготовлены, уникальных физических, химических, биологических свойств. К примеру, наночастицы золота обладают специфическими оптическими, химическими, термическими, электрохимическими, каталитическими, сонохимическими, биологическими свойствами в сравнении с цельным металлом. Наличие уникальных свойств объясняет всё большее применение наночастиц золота в различных областях человеческой деятельности: в качестве биомаркеров различных патологий, биосенсоров определения наличия вирусов и бактерий, в качестве «термических скальпелей» – из-за их способности повреждать раковые клетки при внешнем воздействии лазером и многих других [1]. В связи с вышеизложенным, наночастицы золота являются многообещающим классом веществ как в качестве средств диагностики, так и лечения, и сферы их применения всё больше расширяются.

Доступность и широкое, подчас необоснованное и бесконтрольное применение антибиотиков привело к тому, что в настоящее время среди патогенных высеваются не просто антибиотикоустойчивые штаммы, а микроорганизмы обладающие полиантибиотикорезистентностью, лечение которых приводит к огромным финансовым потерям [2]. В качестве средств борьбы с такими микробами следует рассматривать только вещества другого класса, обладающие иным механизмом действия. Наночастицы металлов, в том числе и наночастицы золота рассматриваются в качестве возможных альтернатив.

Цель. Оценить антибактериальное действие наночастиц золота, полученных металло-паровым методом.

Методы исследования. Применяемые в исследовании наночастицы золота были получены методом металло-парового синтеза. Последний заключался в испарении золота (99,99%) с вольфрамового прутка в условиях вакуума с последующим охлаждением и получением органозоля данного металла. Полученным коллоидным раствором золота пропитывали бинт медицинский марлевый, который находился в вакуумированной колбе. Избыток органозоля удаляли, а материал сушили в вакууме 10^{-1} мм рт. ст.

Антимикробное действие наночастиц золота изучалось на штаммах грамположительных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus*. Микроорганизмы были получены из гнойных ран больных отделений хирургического профиля г. Гродно.

Культуру микроорганизма, выделенную в микробиологической лаборатории, засеивали на скошенный мясопептонный агар. После культивирования в течение 24 часов осуществляли смыв стерильным 0,85 % раствором NaCl (5 мл) и разведение до нужной концентрации этим же раствором путём последовательного засева на чашки Петри с агаром разных концентраций микроорганизма. Искомая концентрация микроорганизмов соответствовала формированию после засева мерной пипеткой 0,1 мл суспензии микроорганизма и помещения чашки Петри в термостат на 24 часа порядка 100 колониеобразующих единиц (КОЕ). В работе применяли следующие концентрации: $0,5 \cdot 10^{-5}$ для *Staphylococcus haemolyticus* и $0,5 \cdot 10^{-6}$ для *Staphylococcus aureus*.

В последующем производился засев 100 мкл полученной взвеси микроорганизмов на чашки Петри с мясопептонным агаром и помещение на них по 2 полоски бинта марлевого медицинского, размерами 1,5*4 см. В контрольной группе использовали стандартный бинт медицинский марлевый, в опытной – бинт медицинский марлевый, содержащий наночастицы золота. Чашки Петри помещали в термостат при температуре 37,0 °С на 24 часа. Через сутки осуществляли подсчёт колониеобразующих единиц в обе стороны от края бинта на расстоянии, равном диаметру одной колонии ad oculus и с использованием бинокулярной лупы.

В работе использовали мясопептонный агар «Pronadisa» производства Laboratorios Conda, S.A., который готовили и стерилизовали согласно инструкции фирмы-производителя.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования противомикробных свойств бинта марлевого медицинского, содержащего наночастицы золота, представлены в таблице 2, в виде Me ($V_{0,25}; V_{0,75}$), где Me – медиана, $V_{0,25}$ – нижний квартиль, $V_{0,75}$ верхний квартиль.

Таблица 1 – Количество колониеобразующих единиц исследуемых микроорганизмов по краю бинта на расстоянии в обе стороны от края равном диаметру одной колонии (Me ($V_{0,25}; V_{0,75}$)) и p - уровень статистической значимости между группами контроля и марлей с наночастицами золота

Штамм микроорганизма	Контроль (обычный бинт)	Бинт, содержащий наночастицы золота	p
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	11,0 (7,5; 14,5)	3,5 (2,0; 4,5)	0,002
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,0 (6,0; 8,0)	5,0 (4,0; 6,0)	0,01

Процентное уменьшение для *Staphylococcus haemolyticus* составило 67%, для *Staphylococcus aureus* 29%.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что наночастицы золота, полученные методом металло-парового синтеза, обладают антибактериальным действием по отношению к двум грамположительным штаммам микроорганизмов: *Staphylococcus haemolyticus* и *Staphylococcus aureus*. При этом сила антибактериального действия наночастиц золота по отношению к *Staphylococcus haemolyticus* в 2,3 раза больше, чем по отношению к *Staphylococcus aureus*. Разная сила действия по отношению к штаммам одного рода говорит о том, что механизм антибактериального действия наночастиц золота не ограничивается воздействием только на клеточную стенку, а имеет более сложную структуру.

Выводы

- 1) Наночастицы золота обладают антибактериальным действием по отношению к *Staphylococcus haemolyticus* и *Staphylococcus aureus*.
- 2) Данные наночастицы являются многообещающим классом веществ в медицине.
- 3) Механизм антибактериального действия наночастиц золота нуждается в дополнительном изучении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Siddiqi, K. S. Recent advances in plant-mediated engineered gold nanoparticles and their application in biological system / K. S. Siddiqi // Journal of trace elements in medicine and biology. – 2017. – Vol. 40. – P. 10–23.
2. Sandegren, L. Low sub-minimal inhibitory concentrations of antibiotics generate new types of resistance / L. Sandegren // Sustainable chemistry and pharmacy. – 2019. – Vol. 11. – P. 46–48.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ЗДРАВООХРАНЕНИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Довнар Р.И.

Гродненский государственный медицинский университет

Актуальность. Особенностью сферы здравоохранения Республики Беларусь является его общедоступность и бесплатность. Данный принцип реализуется путём государственного финансирования медицины. В то же время мировая практика показывает, что частный сектор, в сравнении с государственным, имеет более эффективное управление, характеризуется, как правило, большей культурой обслуживания и более рациональным распределением вложенных средств [1]. Широкое развитие частной медицины обеспечивает приток дополнительных инвестиций в сферу здравоохранения, повышает уровень оказания медицинской помощи путём внедрения современных лабораторных и инструментальных