
АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

И.В. Бабушкина

Отдел лабораторной и функциональной диагностики
ФГУ «СарНИИТО» Минздравсоцразвития РФ
ул. Чернышевского, 148, Саратов, Россия, 410002

**Е.Г. Чеботарева, В.Б. Бородулин,
М. Саккала**

Кафедра биохимии
ГОУ ВПО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздравсоцразвития РФ
ул. Астраханская, 83, Саратов, Россия, 410012

Е.В. Бородулина

Лечебный факультет
ГОУ ВПО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздравсоцразвития РФ
ул. Б. Казачья, 112, Саратов, Россия, 410012

Установлено выраженное антибактериальное действие наночастиц меди дисперсностью 75нм на полиантибиотикорезистентные штаммы *St. aureus*, выделенные от больных с гнойными осложнениями травматолого-ортопедического стационара.

Ключевые слова: наночастицы, медь, *Staphylococcus aureus*.

Одним из ведущих возбудителей послеоперационных и посттравматических гнойных раневых осложнений в травматологии и ортопедии является *Staphylococcus aureus*. В связи с частым возникновением множественной антибиотикоустойчивости штаммов *Staphylococcus aureus* необходим поиск новых высокоэффективных антибактериальных препаратов [1]. Наночастицы меди проявляют ярко выраженную биологическую активность, в том числе бактериостатическое и бактерицидное действия. Препараты меди, введенные в организм животных в виде наночастиц, обладают пролонгированным действием и меньшей токсичностью по сравнению с солями. Наночастицы меди при введении в организм стимулируют механизмы регуляции микроэлементного состава и активность антиоксидантных ферментов [2, 3]. Наночастицы металлов являются перспективным претендентом на создание нового класса антибактериальных препаратов.

Проведено исследование физико-химических параметров ассоциатов наночастиц меди, полученных плазмохимическим способом. Для определения размеров ассоциатов наночастиц использовали оптические методы, включая атомно-силовую микроскопию, спектрофотометрию и флюорометрию. Размеры наночастиц меди были около 75 нм, а размеры ассоциатов наночастиц варьировали от 481 до 1037 нм. На поверхности ассоциатов наночастиц обнаружена оксидная пленка без примеси органических молекул.

Исследования проводились на 30 штаммах *St. aureus*, выделенных от больных с гнойными осложнениями, находящимися на лечении в травматолого-ортопеди-

ческом стационаре СарНИИТО и обладающих резистентностью к пяти и более профильным антибиотикам. Готовили взвесь нанопорошков в 0,9%-м растворе NaCl в концентрациях 0,001—1 мг/мл, к ним добавляли по 100 мкл суспензии (300 000 КОЕ/мл) микроорганизмов. Затем производили высеv на твердые питательные среды, через 24 часа производили подсчет колоний. Проведена статистическая обработка материала с подсчетом средних значений (M), их среднеквадратичных ошибок (m) и уровня достоверности (p).

Результаты подсчета количества колоний, выросших на твердых питательных средах, после воздействия различных концентраций наночастиц меди в течение 30—180 мин., а также результаты подсчета в контрольной группе, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Антибактериальное действие различных концентраций наночастиц меди на клинические штаммы *St. aureus*

Время, мин.	Количество колоний на твердых питательных средах, $M \pm m$			
	Контр. группа, $n = 320$	Опытные группы, $n = 30$		
		1	2	3
		0,001 мг/мл	0,01 мг/мл	0,1 мг/мл
30	567,6 ± 45,8	110,4 ± 15,5***	76,5 ± 10,8***	12,1 ± 8,7***
60	674,9 ± 76,1	168,9 ± 29,7***	4,1 ± 5,9***	5,8 ± 2,6***
120	476,7 ± 57,3	34,7 ± 17,5***	Нет роста	Нет роста
180	516,2 ± 41,6	Нет роста	Нет роста	Нет роста

Примечание: *** $p < 0,001$.

Концентрация 1 мг/мл даже при кратковременном воздействии в течение 30 мин. вызывает 100% гибель бактериальных клеток. Воздействие концентрации 0,1 мг/мл в течение 30 мин. вызывает значительное уменьшение числа колоний, выросших на мясо-пептонном агаре, — на 94% ($p < 0,001$). Концентрации 0,001 мг/мл и 0,01 мг/мл способствуют снижению количества колоний на твердой питательной среде на 87 и 91% соответственно при экспозиции, равной 30 мин. ($p < 0,001$). Дальнейшее увеличение времени инкубации приводит к отсутствию роста на твердых питательных средах при использовании всех концентраций нанопорошков меди.

Таким образом, установлена высокая антибактериальная активность наночастиц меди в отношении полиантибиотикорезистентных клинических штаммов золотистого стафилококка. Наночастицы, в отличие от антибиотиков, не вызывают селекции резистентных штаммов, что позволяет в дальнейшем рекомендовать их для лечения гнойно-воспалительных осложнений, вызванных стафилококком.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белобородов В.Б. Актуальные аспекты антимикробной терапии хирургических инфекций // Инфекции в хирургии. — 2003. — № 1. — С. 28—30.
- [2] Богословская О.А., Астротина А.Б., Байтукалов Т.А. и др. Влияние наночастиц меди и железа на рост микробных клеток // Научно-практическая конференция «Новая технологическая платформа биомедицинских исследований». — Ростов-на-Дону, 2006. — С. 72—73.

- [3] *Арсентьева И.П., Зотова Е.С., Фолманис Г.Э. и др. Аттестация и применение наночастиц металлов в качестве биологически активных препаратов // Нанотехника. Спец. выпуск «Нанотехнологии-медицине». — 2007. — № 2 (10). — С. 72—77.*

ANTIBACTERIAL EFFECTS OF COPPER NANOPARTICLES ON CLINICAL STRAINS

I.V. Babushkina

Laboratory and Functional Diagnostics Department
FGU “SarNIITO Rosmedtechnologiy”
Chernyishevskogo Str., 148, Saratov, Russia, 410002

**E.G. Chebotareva V.B., Borodulin,
M. Sakkala**

Biological Chemistry Department
GOU VPO “SGMU Roszdrava”
Bolshaya Kazachya Str., 112, Saratov, Russia, 410012

E.V. Borodulina

Medical Department
GOU VPO “SGMU Roszdrava”
Bolshaya Kazachya Str., 112, Saratov, Russia, 410012

Manifested antibacterial action of copper nanoparticles on polyantibioticoresistant clinical strains of bacteria in the concentrations 0,001—1 mg/ml and in different temporary expositions has been determined. High antibacterial activity of copper nanoparticles has been revealed.

Key words: nanoparticles, copper, bacteria.