

## ОБОСНОВАННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВ МЕСТНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАН У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

*\*Довнар Р.И., \*\*Васильков А.Ю., \*Довнар И.С.*

*\*УО «Гродненский государственный медицинский университет»,*

*\*\*Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН*

*Гродно, Беларусь,*

*Москва, Россия*

*dr\_ruslan@mail.ru*

*В работе, основываясь на результатах проведённых исследований, авторами обоснована возможность применения наночастиц серебра в качестве средств местного лечения ран у пациентов с гнойно-некротическими поражениями при сахарном диабете. Показано, что наночастицы серебра эффективно действуют на полиантибиотикорезистентную грамотрицательную флору.*

**Ключевые слова:** *наночастицы серебра; сахарный диабет; полиантибиотикорезистентность; грамотрицательные микроорганизмы.*

## JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF SILVER NANOPARTICLES AS A LOCAL TREATMENT OF WOUNDS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

*\*Dovnar R.I., \*\*Vasil'kov A.Yu., \*Dovnar I.S.*

*Grodno State Medical University,*

*A.N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of Russian Academy  
of Sciences*

*Grodno, Belarus*

*Moscow, Russia*

*In this work, based on the results of the research, the authors substantiated the possibility of using silver nanoparticles as a means of local treatment of wounds in patients with purulent-necrotic lesions in diabetes mellitus. It was shown that silver nanoparticles effectively act on polyantibiotic-resistant gram-negative flora.*

**Key words:** *silver nanoparticles; diabetes; polyantibiotic resistance; gram-negative microorganisms.*

**Актуальность.** Сахарный диабет является одним из четырёх наиболее значимых неинфекционных заболеваний в мире, внимание к которым уделяют практически все мировые лидеры. По данным Всемирной организации здравоохранения, если в 1980 году данным заболеванием страдали 108 миллионов человек, что составляло 4,7 % взрослого населения Земли, то в 2014 году – 422 миллиона или 8,5 % населения [1]. По предварительным подсчётам к 2035 году данной патологией будут страдать 592 миллиона человек [2]. При этом в последние годы наблюдается более значительный рост данного заболевания у людей развивающихся стран и государств с низким уровнем ВВП, в сравнении с богатыми странами.

К сожалению, хирурги сталкиваются с гнойно-некротическими поражениями мягких тканей, чаще всего стоп, у пациентов с длительным

диабетическим анамнезом, что значительно затрудняет лечение. Одним из успешных принципов терапии гнойно-некротических поражений стоп при сахарном диабете является этиологически обоснованное назначение средств местного лечения ран, обладающих антибактериальным действием. Учитывая длительность лечения у таких пациентов нередко высеваются полиантибиотикорезистентные микробные штаммы. Успехи в области нанотехнологии позволяют создавать наночастицы металлов, размерами сопоставимыми с диаметром вируса, обладающих антибактериальным действием. Такие наночастицы представляют собой эффективное альтернативное средство местного лечения ран у таких пациентов.

**Цель работы** обосновать применение наночастиц серебра при лечении гнойно-некротических поражений у пациентов с сахарным диабетом.

**Материалы и методы.** Первоначально в данной работе был произведён ретроспективный анализ историй болезней пациентов с гнойно-некротическими поражениями мягких тканей, находившихся на стационарном лечении во II хирургическом отделении УЗ «Городская клиническая больница №4 г. Гродно» за пятилетний период. В качестве субъекта исследования были выбраны результаты микробиологических посевов раневого отделяемого. Полученные данные были проанализированы.

У всех пациентов идентификация, типирование и определение антибиотикограммы микробов осуществлялись в микробиологической лаборатории на автоматическом анализаторе. Для выполнения дальнейших исследований было выбрано два наиболее часто высеваемых штамма грамотрицательных микроорганизмов. У последних была определена чувствительность по отношению к наночастицам серебра. Наночастицы в свою очередь были синтезированы методом металлопарового синтеза в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт элементоорганических соединений имени А.Н.Несмеянова Российской академии наук (Российская Федерация). Перед выполнением эксперимента формировался золь наночастиц с использованием метода ультразвуковой кавитации.

Количественно антибактериальное действие наночастиц серебра оценивалось определением минимальной ингибирующей концентрации. Последняя определялась с использованием метода разведений в питательном бульоне в 96-луночных стерильных планшетах с крышкой в пятикратной повторности. Рост микробов при определении минимальной ингибирующей концентрации контролировался спектрофотометрически.

**Результаты.** Проведенный анализ результатов микробиологических посевов показал, что при гнойно-некротических поражениях мягких тканей у пациентов с сахарным диабетом преобладают монокультуры бактерий, среди грамотрицательной группы которых лидируют *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa*. В подавляющем большинстве случаев высеваемые микроорганизмы характеризовались полиантибактериальной резистентностью, достигающей в отдельных случаях 70 %.

Проведенные исследования антибактериальной чувствительности выделенных от пациентов полиантибиотикорезистентных штаммов *Klebsiella*

*pneumonia* и *Pseudomonas aeruginosa* с наночастицами серебра показали наличие у последних выраженного антибактериального эффекта. Статистическая обработка полученных микробиологических данных позволила вычислить количественные показатели антибактериального действия наночастиц металла. Так минимальная ингибирующая концентрация наночастиц серебра по отношению к *Klebsiella pneumonia* составила 31,25 мкг/мл, а по отношению к штамму *Pseudomonas aeruginosa* – 15,63 мкг/мл.

**Выводы:** 1) Среди грамотрицательных микроорганизмов у пациентов с гнойно-некротическими поражениями мягких тканей на фоне сахарного диабета лидирующими высеваемыми бактериями являются *Klebsiella pneumonia* и *Pseudomonas aeruginosa*.

2) При высеивании полиантибиотикорезистентных форм грамотрицательных микробов у пациентов с сахарным диабетом обоснованным является использование наночастиц металлов, в частности серебра.

3) Минимальная ингибирующая концентрация наночастиц серебра по отношению к синегнойной палочке составляет 15,63 мкг/мл, а по отношению к *Klebsiella pneumonia* – 31,25 мкг/мл.

**Финансирование.** Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект М20Р-086) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект 20-53-00030 Бел-а).

### Список литературы

1. Global report on diabetes [Electronic resource] // World Health Organization. – 2021. – Mode of access: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf). – Date of access: 24.05.2021.

2. A narrative review of diabetes intervention studies to explore diabetes care opportunities for pharmacists / S. Ayadurai [et al.] // Journal of diabetes research. – 2016. – Vol. 2016. P. 5897452.