

Как видно из таблицы 3, меньше, чем у половины детей отмечалось нормальное вегетативное обеспечение деятельности. Из патологических вариантов преобладал тахикардический.

#### **Выводы**

1. У большинства юных спортсменов отмечался нормальный исходный вегетативный тонус.

2. Доминирующим типом вегетативной реактивности явился гиперсимпатикотонический, что отражает избыточное реагирование синусового узла на физическую нагрузку.

3. Большинство детей-спортсменов имели тахикардическое регуляторное нарушение вегетативного обеспечения, что свидетельствует о высокой напряженности вегетативной регуляции.

4. Дети с патологическими вариантами вегетативного обеспечения требуют более пристального внимания, уменьшения физической нагрузки, более тщательного подхода к выбору спортивной секции.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Беляева, Л. М.* Сердечно-сосудистые заболевания у детей и подростков / Л. М. Беляева, Е. К. Хрусталева. — 2-е изд. — Минск: Выш. шк., 2003. — 365 с.
2. *Заболевания вегетативной нервной системы* / под ред. А. М. Вейна. — М.: Медицина, 1991. — 624 с.
3. *Баевский, Р. М.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. — М.: Медицина, 1997. — 236 с.

**УДК 615.468.6+615.281.9-034.2**

### **АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ШОВНОГО МАТЕРИАЛА МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА**

**Кабешев Б. О., Шевченко Н. И., Бонцевич Д. Н., Надыров Э. А.,  
Князюк А. С., Васильков А. Ю.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Государственное учреждение**

**«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

**Учреждение образования**

**«Московский государственный университет им. Ломоносова»**

**г. Москва, Российская Федерация**

#### **Введение**

Актуальность работ, посвященных изучению и улучшению свойств хирургического шовного материала несомненна. Несмотря на современное развитие медицинской науки и техники, соединение органов и тканей в процессе хирургического вмешательства, в большинстве случаев, достигается путем сшивания. Еще Н. И. Пирогов в своем классическом труде «Начала военно-полевой хирургии» первым обозначил свойства, которыми должен обладать «идеальный» шовный материал: «тот материал для шва самый лучший, который: а) причиняет наименьшее раздражение в прокольном канале; б) имеет гладкую, ровную (не шершавую) поверхность; в) не впитывает в себя жидкостей из ранки, не разбухает, не переходит в брожение, не делается источником заражения; г) при достаточной плотности и тягучести, тонок, гибок, не объемист и не склеивается со стенками прокола. Вот идеал шва» [1]. В просвете развития медицинской промышленности большинство обозначенных Н. И. Пироговым свойств в отношении шовного материала было воплощено в жизнь. Однако, вследствие интенсивного развития хирургических отраслей: сердечной, сосудистой, гепатобилиарной, панкреатической хирургии, хи-

рургии желудочно-кишечного тракта, нейрохирургии, урологии, травматологии, камбустиологии, онкологии, пластической хирургии, микрохирургии, требования к свойствам шовного материала стали более дифференцированными. Актуальными стали исследования в получении шовного материала с антиагрегантными, антикоагулянтными, противоопухолевыми свойствами, биоинертными свойствами. Большое количество работ посвящено получению и изучению шовного материала с антибактериальными свойствами. От свойств шовного материала значительно зависит возможность развития инфекционных осложнений в послеоперационном периоде, что нашло отражение в работе отечественных ученых.

Так при изучении кишечного шва выяснилось, что микроорганизмы из просвета кишки, проникая в ткани зоны шва через открытые края, лигатурные и раневые щели, вызывают воспалительный процесс в ушитых тканях и инфицирование брюшной полости. Шов становится биологически негерметичным. В зоне шва развиваются воспалительно-некротические изменения, от степени выраженности которых зависят: 1) механическая прочность шва; 2) рубцовые изменения в зоне соустья и нарушение его функции в отдаленном периоде; 3) спаечный процесс в брюшной полости; 4) наличие и степень перитонита. Факторами, влияющими на качество кишечного шва, названы: 1) особенности микрофлоры; 2) состояние кровотока; 3) травма кишечной стенки (особенности иглы и пилящий эффект нитей); 4) наличие лигатур проходящих через просвет кишки; 5) вид шовного материала; 6) фитильность лигатур. Очевидно, большинство вышеуказанных факторов зависит прямо или косвенно от вида используемого хирургического шовного материала [2]. На рынке медицинской продукции шовный материал с антибактериальным эффектом представлен скудно. Антибактериальные свойства существующего шовного материала обусловлены наличием антибактериального препарата, чаще гентамицина (нити никант, капрогент), вещества с определенным спектром действия, побочным эффектом и противопоказаниями к применению. В этой связи давно известные антибактериальные свойства серебра выглядят более предпочтительными.

Начало XXI в. охарактеризовалось развитием такой отрасли науки как нанотехнология. Нанотехнология — это общий термин, применимый к исследованиям и инженерным разработкам, проводимым в наномасштабе, другими словами, на атомарном или молекулярном уровне. Повышенный интерес к наночастицам обусловлен их уникальными свойствами, такими как высокая механическая прочность, устойчивость к химическим воздействиям, поверхностная активность, обусловленными особенностями их структуры, позволяющими создавать на их основе новые материалы и устройства. Следует отметить, что наблюдается отличие как физических, так и химических свойств наночастиц веществ по сравнению с теми же веществами в растворенном (ионизированном) или каком-нибудь другом виде. В отношении наночастиц серебра уже существует множество работ, демонстрирующих их выраженные антибактериальные свойства. В этой связи возник практический интерес в получении шовного материала, модифицированного наночастицами серебра [3, 4, 5]. В современной литературе не представлены данные об использовании наночастиц серебра для придания антибактериальных свойств шовного материала. Нет данных об антибактериальном эффекте хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, о степени фиксации наночастиц на поверхности шовного материала и их возможной миграции с поверхности нити в условиях, приближенных к внутренней среде организма.

#### ***Цель исследования***

Изучение антибактериальных свойств шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра, а также условная оценка степени миграции наночастиц серебра с поверхности нити в условиях, приближенных к внутренней среде организма.

### **Материал и методы исследования**

В качестве основы использованы крученые капроновые нити 3 метрического размера. В качестве универсального антибактериального компонента выбраны наночастицы серебра. Суспензия наночастиц серебра получена путем металло-парового синтеза. Распределение размеров частиц серебра носит бимодальный характер и характеризуется средним размером 4 и 30 нм. Покрытия наносили «растворным» методом, избыток органозоля удаляли, а нити сушили в течение часа при температуре 80 ... 100 °С. Антибактериальную активность проверяли в отношении следующих музейных штаммов микроорганизмов: ATCC (American Type Culture Collection) 25923 *St. aureus*, ATCC 25922 *E. coli*, ATCC 27853 *Ps. aeruginosa*. При помощи денситометра Bio Mérieux (Франция) готовили суспензию микроорганизмов плотностью 0,5 по Мак-Фарланду  $1,5 \times 10^6$  КОЕ/мл. 0,5 м образца исследуемой нити помещали в 5 мл исходной суспензии микроорганизмов. Инкубация происходила в термостате в течение 4, 6, и 8 часов при температуре 37 °С и непрерывном встряхивании. После чего 0,1 мл суспензии помещалось на плотную питательную среду Мюллер-Хинтон, продолжительность инкубации 18 часов в термостате при температуре 37 °С. Затем производился подсчет КОЕ. Контролем явилась суспензия микроорганизмов без образцов исследуемого шовного материала.

Понятен интерес о стабильности и степени выраженности антибактериального эффекта нитей, модифицированных наночастицами серебра, в условиях организма - операционной раны. В этой связи нами дополнительно было проведено исследование модифицированных нитей полиамида, прошедших экспозицию в изотоническом растворе NaCl, в термостате при температуре 40 °С в течение 3 и 7 суток.

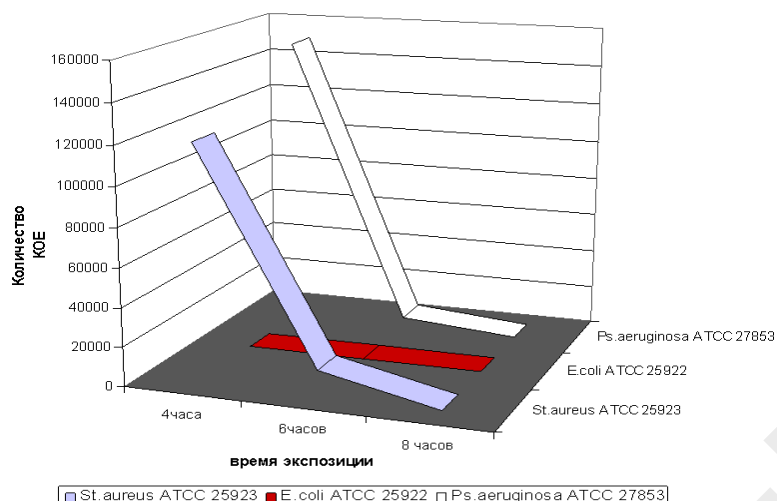
Антибактериальную активность определяли по выше приведенной методике в отношении ATCC 25922 *E. coli* с плотностью микроорганизмов  $1,8 \times 10^8$  КОЕ/мл и экспозицией на плотной питательной среде в течение 24 часов.

### **Результаты и обсуждение**

В результате проведенного исследования было выявлено антибактериальное влияние шовного материала, модифицированного наночастицами серебра в отношении всех видов микроорганизмов использованных в опыте. В большей степени это влияние было выражено в отношении *E. coli* ATCC 25922, где уже после 4-х часовой экспозиции исследуемого материала процент редукции КОЕ составил 99,9992 %. Более устойчивыми к воздействию наночастиц серебра в течение 4-х часовой экспозиции оказались штаммы *St. aureus* ATCC 25923 и *Ps. aeruginosa* ATCC 27853. Дальнейший ход исследований показал, что после 6-ти и 8-ми часовой экспозиции шовного материала процент редукции КОЕ продолжал увеличиваться. Статистически разница в проценте редукции КОЕ между 6-ти и 8-ми часовой экспозицией недостоверна в отношении всех исследуемых видов микроорганизмов и составила от 99,133 до 100 %. В случае с *E. coli* ATCC 25922 процент редукции КОЕ статистически недостоверен, между 4-х, 6-ти и 8-ми часовой экспозицией. Данные исследования представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 — Количество и процент редукции КОЕ после 4-х, 6-ти и 8-ми часовой экспозиции шовного материала в жидкой питательной среде в отношении исследуемых микроорганизмов

Вид микроорганизма	Количество КОЕ					
	4 ч	% редукции	6 ч	% редукции	8 ч	% редукции
<i>St. aureus</i> ATCC 25923	$1,2 \times 10^5$	92	$1,3 \times 10^4$	99,133	240	99,984
<i>E. coli</i> ATCC 25922	12	99,9992	0	100	0	100
<i>Ps. aeruginosa</i> ATCC 27853	$1,5 \times 10^5$	90	$5 \times 10^3$	99,666	0	100



**Рисунок 1 — Количество КОЕ после 4-х, 6-ти и 8-ми часовой экспозиции шовного материала в жидкой питательной среде в отношении исследуемых микроорганизмов**

При проведении исследования, позволяющего условно оценить степень миграции наночастиц серебра с поверхности нити в условиях, приближенных к внутренней среде организма, было выявлено изменение антибактериальной активности в зависимости от сроков экспозиции нити. Так, через 3 суток экспозиции модифицированной нити в изотоническом растворе NaCl в термостате при температуре 40 °C процент редукции КОЕ после 24-х часовой экспозиции на плотной питательной среде составил 99 %. Нить перенесшая экспозицию в течение 7 суток, имела 90 % редукции КОЕ E. coli ATCC 25922 (таблица 2). Данное исследование в определенной мере позволяет условно оценить степень миграции наночастиц серебра с поверхности нити в условиях, приближенных к внутренней среде организма.

Таблица 2 — Количество и процент редукции КОЕ после 24-х часовой экспозиции на плотной питательной среде суспензии E. coli ATCC 25922, контактировавшей с модифицированным шовным материалом, выдержанным в изотоническом растворе NaCl в термостате при температуре 40 °C 3 и 7 суток

Экспозиция нити в 0,9 % NaCl, сутки	Количество КОЕ	
	24 ч	% редукции
3	$1,8 \times 10^6$	99 %
7	$1,8 \times 10^7$	90 %

### **Выводы**

1. Шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, обладает антибактериальной активностью в отношении исследуемых штаммов ATCC 25923 St. aureus, ATCC 25922 E. coli, ATCC 27853 Ps. aeruginosa.

2. В большей степени антибактериальная активность исследуемого шовного материала была выявлена в отношении ATCC 25922 E. coli после 4-х часовой экспозиции.

3. После 6-ти и 8-ми часовой экспозиции констатируется статистически одинаковая антибактериальная активность в отношении всех исследуемых штаммов ATCC 25923 St. aureus, ATCC 25922 E. coli, ATCC 27853 Ps. aeruginosa.

4. Полиамид, модифицированный наночастицами серебра, после экспозиции в 0,9 % NaCl при температуре 40 °C 3 и 7 суток, в значительной степени обладает антибактериальным эффектом.

5. Условно степень миграции наночастиц с поверхности нити можно оценить как незначительно влияющую на степень антибактериальной активности модифицированной нити.

6. Проведенные исследования демонстрируют высокую антибактериальную активность нового шовного материала, модифицированного наночастицами серебра. В условиях, приближенных к внутренней среде организма, выявлено незначительное уменьшение антибактериальной активности модифицированной нити.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буянов, В. М. Хирургический шов / В. М. Буянов, В. Н. Егиев, О. А. Удотов. — М.: График Групп, 2000. — 93 с.
2. Шотт, А. В. Кишечный шов / А. В. Шотт, А. А. Запорожец, В. Ю. Клинецвич. — Минск: Беларусь, 1983. — 160 с.
3. Sonochemical coating of silver nanoparticles on textile fabrics (nylon, polyester and cotton) and their antibacterial activity / H. Perelstein [et al.] // Nanotechnology. — 2008. — Vol. 19. — P. 1–6.
4. Chopra, I. The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern? / I. Chopra // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. — 2007. — Vol. 59. — P. 587–590.
5. Antibacterial Characterization of Silver Nanoparticles against E.Coli ATCC-15224 / M. Raffi [et al.] // J. Mater. Sci. Technol. — 2008. — Vol. 24, № 2. — P. 192–196.

УДК 616.468.6:620.3]579

### **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ К ШОВНОМУ МАТЕРИАЛУ, МОДИФИЦИРОВАННОМУ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ**

**Кабешев Б. О., Шевченко Н. И., Бонцевич Д. Н., Надыров Э. А.,  
Князюк А. С., Васильков А. Ю.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Государственное учреждение**

**«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

**Учреждение образования**

**«Московский государственный университет им. Ломоносова»**

**г. Москва, Российская Федерация**

#### **Введение**

Общеизвестен тот факт, что микроорганизмы, являясь самостоятельной формой жизни, могут вызывать у человека заболевания, усиливать течение патологических процессов в организме и вызывать те или иные осложнения. В том числе осложнения в послеоперационном периоде, требующие иногда повторных оперативных вмешательств и длительного, трудоемкого и, как правило, дорогостоящего лечения. Наиболее значимой в борьбе с микроорганизмами является антиинфекционная химиотерапия. Антиинфекционные химиопрепараты являются одной из наиболее многочисленных и динамично развивающихся групп лекарств, так как в связи с ростом резистентности микрофлоры их арсенал постоянно расширяется и обновляется. Изменение профиля резистентности клинически значимых микроорганизмов предопределяет последующее изменение подходов к лечению многих инфекционных заболеваний. Современные антиинфекционные химиопрепараты, как правило, характеризуются высокой себестоимостью, ценой, имеют определенный спектр действия, побочные эффекты, аллергические реакции, показания и противопоказания к использованию.

В этой связи определенный интерес представляют антибактериальные свойства благородных металлов — серебра, золота. Изучение целительного действия серебра началось со второй половины XIX в. после открытия в 70-х гг. немецким гинекологом Карлом Креде мощного антигонобленорейного эффекта у 1 % раствора азотнокислого серебра. В последующем, в связи с открытием антибиотиков и сульфаниламидов интерес к препаратам серебра несколько снизился. Но, в последнее время противомикробные свойства серебра вновь стали привлекать к себе внимание. Широкий спектр проти-