

Таблица 4 — Распределение студентов-медиков по энергетической ценности суточного рациона в зависимости от сезона года (%)

Пол	Период исследования	Меньше рекомендуемого	Рекомендуемое потребление	Больше рекомендуемого
Мужской	Летне-осенний	58,5	7,4*	34,1
	Зимне-весенний	54,8	19,0	26,2
Женский	Летне-осенний	58,3	29,2	12,5
	Зимне-весенний	58,2	23,9	17,9

\* Значения показателя достоверно ниже в группах сравнения в зависимости от пола ( $p < 0,01$ ).

### **Выводы**

Физиологическая потребность в пищевой энергии у студентов-медиков не соответствует ее фактическому потреблению. Суточная потребность юношей 1, 3, 5-го курсов в пищевой энергии составляет соответственно  $2818,0 \pm 22,1$ ,  $2829,8 \pm 38,1$ ,  $2756,9 \pm 25,8$  ккал/сутки, а девушек соответственно —  $2120,2 \pm 24,2$ , на 3-м курсе —  $2183,2 \pm 38,6$  ккал/сутки, на 5-м курсе —  $2108,3 \pm 39,1$  ккал/сутки. Студенты-медики по энергетическим затратам относятся ко второй группе интенсивности труда.

Энергетическая ценность среднесуточных рационов питания студентов-медиков ниже физиологических норм потребности в пищевой энергии. В целом, обеспеченность пищевой энергией юношей составляет 79,7–96,7 % от потребности в ней, а девушек — 82,7–86,3 %, что определяет необходимость оптимизации их питания.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Мартинчик, А. Н. Питание человека (основы нутрициологии) / А. Н. Мартинчик, И. В. Маев, А. Б. Петухов ; под ред. А. М. Мартинчика. — М.: ГОУ ВУНМЦ М-ва здравоохранения Рос. Федерации, 2002. — 576 с.
2. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. — М.: МедиаСфера, 2002. — 312 с.
3. Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь : Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы : утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь № 16 от 14.03.2011 года / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. — Минск, 2011. — 24 с.

УДК 615.468.6:615.372]:620.3:546.57

## **ТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ШОВНОГО МАТЕРИАЛА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА**

**Кабешев Б. О., Бонцевич Д. Н., Князюк А. С., Васильков А. Ю.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

**Государственное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

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

**г. Москва, РФ**

### **Введение**

Основным способом соединения тканей в ходе любого хирургического вмешательства, является сшивание. В ряде случаев, необходимо не только сопоставить ткани, но и оказать бактерицидное действие на присутствующие в тканях микроорганизмы. В связи, с чем актуальны антибактериальные свойства шовного материала. Общеизвестны антибактериальные свойства серебра. Сомнительно, что микроорганизмы способны вырабатывать резистентность к серебру, так как его ионы атакуют большое количество разнообразных объектов в клетке. Повышенное внимание к серебру сегодня обусловлено появлением множества штаммов бактерий, устойчивых к современным антибактериальным препаратам.

В современном научном мире быстро развивается такое направление, как нанотехнологии. Нанотехнологии — 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, позволяющими создавать на их основе новые материалы и устройства. Наночастицы серебра уже широко используются в текстильной промышленности, известно их применение в лакокрасочной продукции и даже в производстве хлеба. Доказано, что наночастицы серебра обладают выраженной антибактериальной активностью. В этой связи возник интерес в производстве шовного материала модифицированного наночастицами серебра.

Известно о токсических эффектах солей серебра в отношении печени, почек, крови. Однако в литературе существуют противоречивые данные о токсических свойствах веществ, в частности серебра, в наноразмерном состоянии. Учитывая возможную область применения шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, становится очевидной актуальность такого рода исследований.

### **Цель**

Изучение гемолитического эффекта в отношении эритроцитов человека и токсического воздействия в отношении половых клеток крупного рогатого скота шовного материала, модифицированного наночастицами серебра.

### **Методы**

Для исследования мы использовали капрон 3 метрического размера, условный номер 2/0, модифицированный наночастицами серебра. Суспензия наночастиц серебра получена путем металло-парового синтеза.

Вытяжку из шовного материала готовили в соответствии с методической и нормативной документацией для конкретной группы материалов путем экспозиции исследуемого образца модифицированной нити в изотоническом растворе натрия хлорида в течение 3 и 10 дней при постоянной температуре.

Для исследования токсического воздействия вытяжек в отношении эритроцитов человека использовали методику определения гемолитического действия полимерных материалов «in vitro». Готовили взвесь эритроцитов. Для этого эритроцитарную массу центрифугировали, надосадочную жидкость отделяли, к осадку добавляли изотонический раствор, содержимое взбалтывали и центрифугировали в том же режиме. Отмывание клеток повторяли дважды, при этом надосадочная жидкость не должна иметь признаков гемолиза. Следующим этапом явилось изготовление контрольной пробы и пробы со 100 % гемолизом. Контрольная проба и проба со 100 % гемолизом готовятся для каждого образца эритроцитарной взвеси.

Опытные пробы представляли собой смесь вытяжки и взвеси эритроцитов. Затем контрольные, опытные и пробы со 100 % гемолизом ставили в термостат, после чего центрифугировали. Надосадочная жидкость отделялась и проводилось исследование оптической плотности на фотоэлектроколориметре. Расчет процента гемолиза производили по формуле 1:

$$\% \text{ гемолиза} = \frac{E_{on} - E_k}{E_{100}} * 100 \quad (1)$$

где  $E_{on}$  — оптическая плотность опытной пробы;

$E_k$  — оптическая плотность контрольной пробы;

$E_{100}$  — оптическая плотность пробы со 100 % гемолизом.

Испытуемое изделие признается свободным от гемолитически действующих веществ, если процент гемолиза во всех опытных пробах не превышает 2.

Следующим этапом исследования явилось определение токсического воздействия вытяжек из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, в отношении половых клеток крупного рогатого скота. Принцип методики заключается в визуализации под микроскопом двигательной активности сперматозоидов быка, подвергшихся воздействию вытяжек до полного прекращения их прямолинейно-поступательного движения. Главным критерием оценки функционального состояния сперматозоидов принимается длительность их движения. Оценка подвижности производится микроскопированием капли из опытных и контрольной проб каждые 10–15 минут. Время подвижности определяли как среднее между двумя измерениями, первое из которых регистрирует наличие хотя бы одной-двух поступательно-подвижных клеток, а второе - полное прекращение поступательного движения. Степень токсичности, испытываемого раствора определяли по формуле 2:

$$T = \frac{\text{опыт.}}{\text{контр.}} * 100, \quad (2)$$

где T — степень токсичности;

*опыт.* — время подвижности сперматозоидов в испытываемом растворе;

*контр.* — время подвижности сперматозоидов в контрольном растворе.

Данные методики относятся к экспресс-методам определения токсичности материалов и изделий медицинского назначения. Данные исследований обрабатывали с использованием программного обеспечения для статистической обработки данных «Statistica» 6.0 с использованием t-test Стьюдента. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$  и высокодостоверными — при  $p < 0,01$ . P — показатель достоверности, вероятность ошибочно отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий.

### **Результаты и обсуждение**

Методика определения гемолитического действия полимерных материалов «in vitro» была воспроизведена в отношении 2-х образцов вытяжек из модифицированного шовного материала, полученных на 3-и и 10-е сутки экспозиции, и эритроцитов крови человека. Были приготовлены по 3 опытных пробы, 1 — контрольная и 1 проба — со 100 % гемолизом для каждого образца вытяжки из шовного материала с наночастицами серебра. В ходе проведенных исследований оказалось, что оптическая плотность контрольной и опытных проб была практически одинакова в обоих образцах вытяжки. Следовательно, процент гемолиза, согласно формуле, стремился к нулю. Результаты теста сведены в таблицу 1, где пробы № 1 — пробы с трехсуточной вытяжкой, а пробы № 2 — пробы с вытяжкой после 10 суток экспозиции модифицированного шовного материала.

Таблица 1 — Оптическая плотность и процент гемолиза 10 %-ной взвеси эритроцитов человека при взаимодействии с образцами вытяжек из шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра

Проба	Оптическая плотность	Процент гемолиза
Со 100 % гемолизом № 1	0,975	100
Контрольная № 1	0,021	—
Опытная № 1.1	0,03	0,92
Опытная № 1.2	0,022	0,1
Опытная № 1.3	0,029	0,8
Со 100 % гемолизом № 2	0,95	100
Контрольная № 2	0,024	—
Опытная № 2.1	0,027	0,3
Опытная № 2.2	0,031	0,7
Опытная № 2.3	0,029	0,5

Процент гемолиза опытных проб во всех образцах составил менее 2, что позволяет сделать заключение об отсутствии гемолитического действия 3-х и 10-ти суточных вытяжек из шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра, в отношении эритроцитов человека.

Следующим этапом нашей работы явилось исследование токсического воздействия 3-х и 10-ти суточных вытяжек из шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра в отношении половых клеток крупного рогатого скота. В результате проведенных исследований было выявлено значительное увеличение времени подвижности сперматозоидов крупного рогатого скота в опытных пробах как с 3-х так и с 10-ти суточной вытяжкой, по сравнению с контрольными. Для каждой вытяжки были приготовлены по 10 контрольных и опытных проб. Исходя из методики исследования, среднее время подвижности сперматозоидов в опытных и контрольных пробах, а также степень токсичности были идентичны в каждом из десяти повторений как для 3-х, так и для 10-ти суточных вытяжек (таблица 2).

Таблица 2 — Время подвижности сперматозоидов опытных и контрольных проб, степень токсичности 3-х и 10-ти суточных вытяжек шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра

3-х суточная вытяжка			10-ти суточная вытяжка		
t опыт., мин.	t контр., мин.	T, степень токсичности	t опыт., мин.	t контр., мин.	T, степень токсичности
55	32,5	169,23	45	32,5	138,46

Статистическая обработка с использованием t-test Стьюдента при  $p < 0,01$  показала достоверность различий степени токсичности вытяжек. 3-х суточная вытяжка обладает менее выраженной токсичностью, по сравнению с 10-ти суточной. Кроме того, достоверны различия время подвижности сперматозоидов опытных и контрольных проб. И, хотя, методика относится к экспресс-методам и не доказывает отсутствие токсического эффекта в отношении тканей человека, результаты исследований позволяют сделать такое предположение и мотивируют на проведение современных дорогостоящих испытаний в отношении культур клеток и тканей организма человека.

### **Заключение**

Таким образом, вытяжки из шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра, полученного методом металло-парового синтеза, не обладают гемолитическим действием в отношении эритроцитов человека, а также оказывают токсического в отношении половых клеток крупного рогатого скота. Об этом свидетельствует достоверное увеличение времени подвижности сперматозоидов быка в опытных пробах, по сравнению с контрольными, как в случае с 3-х суточной, так и с 10-ти дневной вытяжкой. При этом, в случае с 3-х суточной вытяжкой продолжительность подвижности сперматозоидов быка оказалась достоверно выше, чем в случае с 10-ти дневной вытяжкой: 55 и 45 минут соответственно.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Буянов, В. М. Хирургический шов / В. М. Буянов, В. Н. Егиев, О. А. Удотов. — График Групп, 2000. — 93 с.
2. Патент на изобретение № 2178029, состав для придания антимикробных свойств текстильным материалам / В. Ю. Мишаков [и др.] // Бюл. № 1 от 10.01.2002.
3. Глушкова, А. В. Нанотехнологии и нанотоксикология — взгляд на проблему / А. В. Глушкова, А. С. Радилов, В. Р. Рембовский // Токсикологический вестник. — 2007. — № 6. — С. 4–8.
4. Курляндский, Б. А. О нанотехнологии и связанных с нею токсикологических проблемах / Б. А. Курляндский // Токсикологический вестник. — 2007. — № 6. — С. 2–3.
5. Chen, X. Mini review. Nanosilver: A nanoparticle in medical application / X. Chen, H. J. Schluesener // Toxicology Letters. — 2008. — Vol. 176. — P. 1–12.