

торные реакции, связанные с воздействием загрязнений атмосферного воздуха (ощущения раздражения, неприятного запаха и т. п.), или эффекты психологического дискомфорта, что также расценивается как параметр нарушения здоровья.

Уровни суммарного неканцерогенного риска хронического действия для крупных городов составили: Гомель — 78 на 1000 населения, Мозырь — 52 на 1000 населения, Светлогорск — 57 на 1000 населения и Жлобин — 37 на 1000 населения. Основной вклад в формирование данного показателя на большинстве территорий вносили оксид углерода, формальдегид, пыль, диоксид азота.

#### **Выводы**

Остается неизменной тенденция увеличения выбросов от передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха, в связи с ростом количества эксплуатируемых автотранспортных средств. Стабильно регистрируются превышения допустимых максимально-разовых концентраций формальдегида во всех районах города.

Таким образом, результаты оценки риска открывают новые возможности для прогнозирования неблагоприятных изменений в состоянии здоровья населения и являются предпосылкой к разработке и рекомендации и мер по управлению рисками.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Рекомендации по качеству воздуха в Европе. — М., 2004. — С. 3–9.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М., 2004. — С. 30–34.
3. Информационно-аналитический бюллетень «Здоровье населения и окружающая среда в г. Гомеле в 2009 году»// Гомель — 2010. — С. 42–45.
4. Европейский план действий по гигиене окружающей среды. ЕРБ ВОЗ//EUR/ICP/CEN 212 (A). — 1994. — 134 с.

**УДК: 617.581:616-77**

## **ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ОДНОПОЛЮСНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА**

**Чарнаштан Д. В., Николаев В. И., Ермаков С. Ф.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Государственное научное учреждение**

**«Институт механики металлополимерных систем**

**им. В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

#### **Введение**

Одним из осложнений, возникающим после однополюсного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием металлической головки эндопротеза, является развитие хондролита вертлужной впадины. В значительной степени это обусловлено тем, что в процессе эксплуатации эндопротеза трение в паре металл-хрящ сопровождается ранней потерей хрящом протеогликанов с последующими повреждениями поверхности трения вертлужной впадины и дегенеративными изменениями хряща. Использование металлических головок не позволяет реализовать в прооперированном суставе близкие к естественным биофизические механизмы смазки. В результате, развивающийся хондролит вертлужной впадины приводит пациента к повторной операции через 5–7 лет [1]. Установлено [2], что основная причина этих осложнений состоит в недостаточной возможности осуществления с помощью металлических эндопротезов биофизических условий и трибологических процессов функционирования естественных суставов.

Для профилактики хондролита вертлужной впадины предложена головка из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), имеющая на своей поверхности поры, что позволяет моделировать биофизические механизмы функционирования естественных

суставов [3]. Это, наряду с правильным планированием операции, повысит ресурс однополюсных эндопротезов, снизит вероятность ревизионных операций вследствие хондролита, что будет иметь не только медико-социальный, но и экономический эффект.

#### **Цель**

Выяснить трибологические свойства пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» и сравнить полученные данные с трибологическими свойствами пары трения «хрящ-хрящ».

#### **Методы**

Для исследования процессов трения в паре трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» нами были проведены триботехнические испытания на интегрально-счетном маятниковом трибометре в отделе «Жидкокристаллические материалы и лигнопластика» государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси».

Результаты испытаний оценивались по зависимости трения от времени и приложенной нагрузки, что отражалось в изменении амплитуды колебаний маятникового трибометра. Регистрация амплитуды колебаний производилась оптическим методом, основанным на изменении сечения светового луча клиновидной диафрагмой, установленной на маятнике в плоскости нормальной лучу, который направлен на фотоэлемент. Полученные данные автоматически регистрировались и преобразовывались ЭВМ в цифровые и графические данные. Исследуемая пара трения была испытана сухой и с использованием в качестве смазки сыворотки крови, дистиллированной воды и 0,9 % раствора хлорида натрия. Использование сыворотки крови было обусловлено тем, что ее биохимический состав близок к составу естественной синовиальной жидкости [4] и предположительно может использоваться в качестве замены синовиальной жидкости в послеоперационном периоде. Для получения сыворотки производился забор крови у пациентов, проходивших лечение в ГУЗ «Городская клиническая больница № 1». В эксперименте использовалась вертлужная впадина поросят весом 10–15 кг, испытания проводились под нагрузкой 4 кг, угол отклонения маятника составлял 15°.

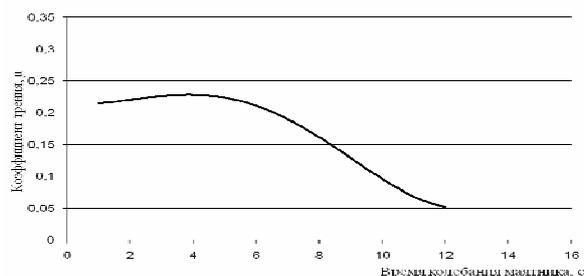
Панельные испытания проведены в испытательной лаборатории изделий ортопедо-травматологического назначения ФГУ ЦИТО им. Н. Н. Приорова, г. Москва (полномочия от Госстандарта России: аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ИМ21 от 25 марта 2003 г.). Использовались по пять образцов из обычного и модифицированного СВМПЭ. Они изготовлялись токарным способом в виде цилиндров диаметром 24 мм и высотой 7,9 мм. Вторым элементом пары трения выступали головки бедренных костей кроликов — 6 штук. Исследования проведены на вибротрибометре Optimol SRV (Германия-Швейцария) без применения и с применением жидких смазок (физиологический раствор и сыворотка крови) при температуре 21–23 °С. Частота колебаний 10 Герц, амплитуда колебаний 1,65 и 1,82 мм. Число колебаний под нагрузкой 1200 при этом характер движений индентора был синусоидальным.

#### **Результаты и обсуждение**

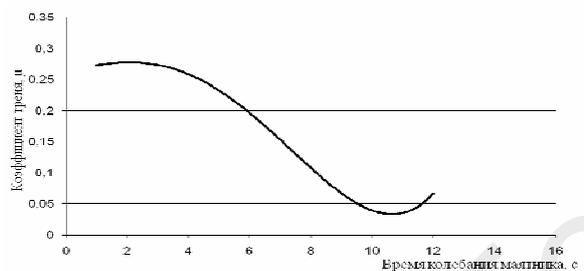
Данные эксперимента, проведенного на маятниковом трибометре показали:

— при испытании на сухое трение пары «модифицированный СВМПЭ-хрящ» было отмечено первоначальное кратковременное повышение коэффициента трения, после чего коэффициент трения снижался (рисунок 1). К концу цикла значение коэффициента трения приближалось к 0,05, что близко к значению коэффициента трения в естественном суставе (0,001–0,03). Также поведение кривой трения для пары «модифицированный СВМПЭ-хрящ» показало, что с увеличением количества циклов, коэффициент трения падает;

— кривая коэффициента трения, полученная при трении с дистиллированной водой напоминает полученную кривую при сухом трении (рисунок 2). В данном случае, начиная со значения 0,26, коэффициент трения при работе пары с дистиллированной водой понижался быстрее, чем при сухом трении и также достигает значений, близких к значениям коэффициента трения естественных суставов. В целом, как упоминалось выше, добавление дистиллированной воды практически не изменяет поведения кривой коэффициента трения.

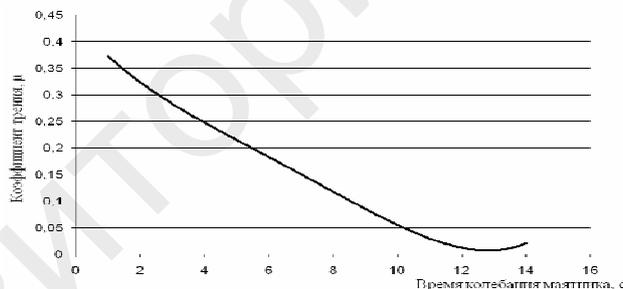


**Рисунок 1 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при сухом трении**



**Рисунок 2 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при трении с дистиллированной водой**

— при испытании с 0,9 %-ным раствором хлорида натрия было отмечено более высокое значения коэффициента трения в начале испытания ( $\mu = 0,39$ ) (рисунок 3). Однако затем отмечалось более быстрое уменьшение коэффициента трения, по сравнению с сухим трением и трением с дистиллированной водой. В результате коэффициент трения также достигал значений, близких к значениям естественного сустава. Время колебания маятника при этом было больше, чем в предыдущих испытаниях, что косвенно указывает на более низкое трение.



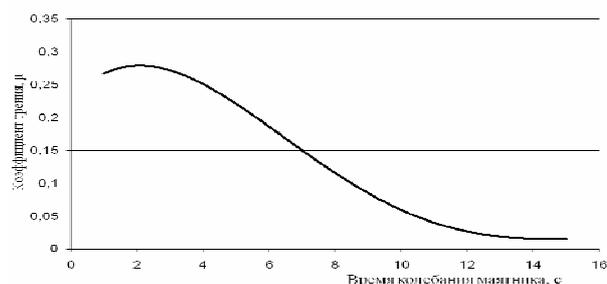
**Рисунок 3 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при трении с 0,9 % хлоридом натрия**

— сходные данные были получены и при испытании пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» с сывороткой крови (рисунок 4). Начиная колебаться с коэффициентом трения  $\mu = 0,26$ , кривая трения снижается до уровня  $\mu = 0,01$ . При этом характер снижения кривой плавнее, а время колебания маятника больше, чем в приведенных выше испытаниях. Это указывает на более низкое трение, чем при трении с дистиллированной водой, 0,9 % раствором хлорида натрия и при сухом трении.

Испытаний на вибротрибометре показали:

— добавление сыворотки крови существенно снижает коэффициент трения в паре «модифицированный СВМПЭ-хрящ». В тоже время добавление сыворотки крови в качестве смазки в пары трения обычный «СВМПЭ-хрящ» и «металл-хрящ» приводит к увеличению коэффициента трения (таблица 1).

— визуальный осмотр образцов после испытания показал, что хрящевая поверхность осталась практически неизменной, а поверхность модифицированного СВМПЭ имела безизносное углубление, повторяющее форму поверхности хряща.



**Рисунок 4 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения модифицированный СВМПЭ-хрящ при трении с сывороткой крови**

**Таблица 1 — Результаты испытаний по определению износостойкости и коэффициента трения модифицированного СВМПЭ**

Сочетание материалов (пара трения)	Время испытания, с	Нагрузка на индентор, Н	Число колебаний	Коэффициент трения		
				сухое трение	0,9 % NaCl	сыворотка крови
«СВМПЭ-хрящ»	120	10	1200	0,109	0,39	0,4
	120	25	1200	0,144	0,21	0,212
	120	50	1200	0,105	0,127	0,135
«Модифицированный СВМПЭ-хрящ»	120	10	1200	0,725	0,465	0,515
	120	25	1200	0,280	0,230	0,210
	120	50	1200	0,145	0,18	0,119
Сплав «Со-Мо-Сг-хрящ»	120	10	1200	0,110	—	0,150
	120	25	1200	0,100	—	0,120
	120	50	1200	0,107	—	0,110

### **Выводы**

Коэффициент трения пары «модифицированный СВМПЭ-хрящ» несколько выше, чем в паре «хрящ-хрящ», а износостойкость сопоставима по работоспособности с парой трения «хрящ-хрящ». Установлено, что добавление в зону трения сыворотки крови или 0,9 %-ного раствора хлорида натрия снижает коэффициент трения в паре «модифицированный СВМПЭ-хрящ», при этом сыворотка крови более предпочтительна как в силу трибологических свойств, так и в силу биосовместимости. Поэтому, следует предусмотреть возможность введения во время операции по эндопротезированию тазобедренного сустава смазывающего вещества в виде сыворотки крови пациента. Позднее синовиальная оболочка, вероятно, будет способна сама восстанавливать и производить синовиальную жидкость.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Petti, W. Bipolar hip arthroplasty / W. Petti; ed. W. Petty // Total Joint Replacement. — Philadelphia : Saunders Co., 1991. — P. 349–354.
2. Design considerations in cushion form bearings for artificial hip joints / D. Dowson [et al.]. // Proc. Instn. Mech. Engrs. H. — 1991. — Vol. 205. — № 2. — P. 59–68.
3. Пинчук, Л. С. Эндопротезирование суставов: технические и медико-биологические аспекты / Л. С. Пинчук, В. И. Николаев, Е. А. Цветкова. — Гомель : ИММС НАНБ, 2003. — 308 с.
4. Цветкова, Е. А. Физические свойства синовиальной жидкости как смазочной среды суставов / Е. А. Цветкова // Биофизика. — 2005. — Т. 50. — № 2. — С. 341–347.

**УДК 613.71:796-057.875]:378.661**

## **АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ОСНОВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ГГМУ**

**Чевелев А. В., Новик Г. В.**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»,  
г. Гомель, Республика Беларусь**

### **Введение**

Двигательная подготовка в физическом воспитании при оздоровительно-развивающем подходе как педагогический процесс направлен на организованную мышечную деятельность,