

Исходя из предположения о приблизительно равной средней суммарной дозе внутреннего облучения населения Гомельской области (0,225 мЗв), сделан ориентировочный расчет возможного вклада лесной пищевой продукции в формирование внутренней дозы облучения населения. Как видно из данных таблицы 3, если принимать во внимание различное накопление радионуклидов грибами на территории разных лесхозов, он может варьировать от 5 % в Светлогорском до 82 % в Чечерском лесхозе.

Проведенные исследования позволили выявить также существенную временную изменчивость накопления радионуклидов, которая может обусловить значительное варьирование вклада лесной пищевой продукции в формирование внутренней дозы облучения и ее величину. Особое влияние при этом оказывают метеорологические факторы, однако их учет при расчете внутренней дозы очень сложен и на нынешнем этапе исследований вряд ли возможен.

Таким образом, для адекватной расчетной оценки дозы внутреннего облучения населения за счет лесной пищевой продукции необходимо принимать во внимание различия в накоплении радионуклида грибами в зависимости от типа леса и лесорастительных условий, следа радиоактивного загрязнения. Наиболее целесообразным видится расчет внутренней дозы дифференцированно для территорий разных лесхозов.

Заключение

В ходе проведенных на загрязненных радионуклидами территориях Гомельской области исследований установлены КП ^{137}Cs в наиболее распространенные виды грибов и ягоды черники, средние значения которых несколько ниже применяемого в настоящее время при расчете внутренней дозы облучения показателя ($16 \times 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$) и составляют $6\text{--}12 \times 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$ для разных видов грибов.

В то же время определено существенное достоверное варьирование показателей накопления ^{137}Cs лесной пищевой продукцией в зависимости от типа леса, ТЛУ, а также от следа радиоактивных загрязнений.

В зависимости от уровня накопления радионуклида в лесной пищевой продукции загрязненные радионуклидами лесхозы Гомель-

ского ГПЛХО были разбиты на группы, каждая из которых характеризуется определенным уровнем содержания радионуклидов в грибах и ягодах.

Расчет внутренней дозы облучения населения за счет употребления грибов показал, что она варьирует от 0,01 мЗв/год в Октябрьском и Светлогорском лесхозам до 0,12–0,18 мЗв/год в Лельчицком и Чечерском лесхозах, а возможный вклад грибов в формирование внутренней дозы может изменяться от 5 до 82 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The role of the forest products in the formation of internal exposure doses to the population of Russia after the Chernobyl accident / G.Y. Bruk [et al.] // Contaminated Forests, Nato Science Series. — Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 1999. — Vol. 58. — P. 343–352.
2. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: двадцатилетний опыт. Доклад экспертной группы «Экология» Чернобыльского форума / Международное Агентство по атомной энергии. — Вена, 2008. — 180 с.
3. *Kostiainen, E.* Radiation doses from ^{137}Cs in forest products in Finland / E. Kostiainen // From Measurements and Assessments to Regulation: International Conference on Environmental Radioactivity, Vienna, Austria, 23–27 April, 2007. — Vienna, 2007. — P. 161–163.
4. Present and future environmental impact of the Chernobyl accident // Study monitored by an International Advisory Committee under the project management of the Institut de Protection et de surete nucleaire (IPSN), France. — International Atomic Energy Agency, August, 2001. — 128 p.
5. Influence of various factors on individual radiation exposure from the Chernobyl disaster / P. Zamostian [et al.] // Environmental Health: A Global Access Science Source. — 2002. — Vol. 1. — P. 1–8.
6. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation // ICRP Publication 74. Ann. ICRP. — 1996. — № 26 (3–4). — P. 220/
7. FAOSTAT [Электронный ресурс] / Food and agriculture organization of the United Nations. — Режим доступа: <http://faostat.fao.org/de-fault.aspx?alias=faostatclassic>, свободный. — Загл. с экрана.
8. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения (в редакции постановления Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 10 апреля 2009 г. № 11). — Введ 15.01.2001. — Минск: Комитет лесного хозяйства при Совете Министров Республики Беларусь, 2002. — 99 с.
9. Методика радиационного контроля пищевой продукции леса. — Минск: ГУ «Беллесрад», 2005. — 17 с.
10. *Жученко, Ю. М.* Оценка адекватности метода расчета средней дозы внутреннего облучения по данным прямых измерений содержания ^{137}Cs в организме / Ю. М. Жученко, А. М. Скрябин, Ю. А. Бельский // Проблемы здоровья и экологии. — Гомель, 2010. — № 4 (26). — С. 114–118.
11. *Дворник, А. М.* Оценка вклада дикорастущих грибов в дозу внутреннего облучения населения, проживающего в условиях радиоактивного загрязнения / А. М. Дворник, Л. А. Евтухова, Д. Н. Дроздов // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАНБ. Вып. 68. Ч Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2008. — С. 392–401.

Поступила 06.05.2013

УДК 616.72-008.8:678.742.2

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СИНОВИАЛЬНУЮ СРЕДУ СУСТАВА (экспериментальное исследование)

Д. В. Чарнаштан, В. И. Николаев, Э. А. Надыров

Гомельский государственный медицинский университет

Цель: оценить трибологические свойства пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» и изучить тканевые реакции синовиального сустава в присутствии сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с микропористым слоем.

Материалы и методы. Проводились триботехнические испытания на интегрально-счетном маятниковом трибометре и панельные испытания на вибротрибометре образцов СВМПЭ с микропористым слоем и гиалинового хряща.

Для изучения тканевых реакций синовиальной среды сустава образцы модифицированного СВМПЭ имплантировали в коленные суставы лабораторных животных. В сроки 5, 14, 35 дней после имплантации морфометрическим методом оценивали состояние синовиальной оболочки и хряща.

Результаты. Наименьший коэффициент трения был получен при испытании пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» с сывороткой крови. Добавление сыворотки крови в качестве смазки в пары трения «обычный СВМПЭ-хрящ» и «металл-хрящ» приводит к увеличению коэффициента трения.

Исходя из данных гистологического исследования к 35-м суткам наблюдения каких-либо патологических изменений в синовиальных оболочках и суставном хряще не определялось.

Заключение. Исследование показало, что коэффициент трения пары «модифицированный СВМПЭ-хрящ» несколько выше, чем в паре «хрящ-хрящ» при сопоставимой износостойкости.

В ответ на имплантацию модифицированного СВМПЭ развились экссудативно-альтеративные реакции, однако к 35-м суткам наблюдения каких-либо патологических изменений определить не удалось.

Ключевые слова: сверхвысокомолекулярный полиэтилен, пара трения, коэффициент трения.

INFLUENCE OF MODIFIED ULTRAHIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE ON SYNOVIAL ENVIRONMENT OF JOINTS IN VIVO (experimental study).

D. V. Charnashtan, V. I. Nikolayev, E. A. Nadyrov

Gomel State Medical University

Objective: evaluate the tribological properties of friction pair «modified UHMWPE-cartilage» and study the reactions of joint synovial tissue in the presence of UHMWPE with a microporous layer.

Materials and methods. Tribological tests were carried out on an integrated-counting reciprocating tribometer and panel tests on the vibrotribometer of UHMWPE samples with a microporous layer and hyaline cartilage.

To study the reactions of synovial tissue of the joint environ, we implanted modified UHMWPE samples into the knee joints of laboratory animals. 5, 14, 35 days after the implantation the condition of the synovial membrane and cartilage was assessed by morphometric method.

Results. The smallest coefficient of friction was obtained in testing of friction pair «modified UHMWPE-cartilage» with blood serum. Adding blood serum as a lubricant in the friction pair «normal cartilage-UHMWPE» and «metal cartilage» leads to an increased friction coefficient.

Based on the data of the histological examination, monitoring did not define any pathological changes in the synovial membranes and articular cartilage by day 35.

Conclusion. The study showed that the friction coefficient of the pair «modified UHMWPE-cartilage» was slightly higher than that in the pair of «cartilage-cartilage» in comparable wear resistance.

As a result of the implantation of the modified UHMWPE exudative-alterative reactions developed, but by the 35-th day of the monitoring no pathological changes were detected.

Key words: ultra high molecular weight polyethylene, a pair of friction, coefficient of friction.

Введение

Главной проблемой при однополюсном эндопротезировании тазобедренного сустава является развитие хондролита вертлужной впадины в послеоперационном периоде. Развитие этого осложнения в большинстве случаев обусловлено изготовлением головок однополюсных эндопротезов из металла. Трение в паре «металл-хрящ» сопровождается ранней потерей хрящом протеогликанов с последующими повреждениями поверхности трения вертлужной впадины и дегенеративными изменениями хряща [1, 2]. Установлено, что основная причина этих осложнений состоит в недостаточной возможности осуществления с помощью металлических эндопротезов биофизических условий и трибологических процессов функционирования естественных суставов [3].

В качестве альтернативы было предложено изготавливать головки эндопротезов из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). В настоящее время это один из материалов, широко применяемых при эндопротезировании тазобедренного сустава. Однако использование данного материала не решает проблему полностью, так как и в этом случае неизбежно возникает трение без смазки, губительное для эндопротеза сустава [1]. При этом происходит изнашивание полимерной детали путём образования подповерхностных трещин и интенсивного выкрашивания частиц СВМПЭ с поверхности трения [4]. В отличие от вышеописанного, в естественном суставе трение хрящевых поверхностей происходит через смазочный слой синовиальной жидкости (СЖ), которая при увеличении нагрузки дополнительно поступает в зону

трения, выдавливаясь из пор суставного хряща. Подобное несоответствие трибологических свойств СВМПЭ условиям трения в суставе также приводит к развитию хондролита вертлужной впадины в случае однополюсного эндопротезирования тазобедренного сустава.

С целью улучшения трибологических свойств СВМПЭ было предложено модифицировать его микропорами, которые будут имитировать структуру естественного хряща, что должно улучшить условия трения в суставе и уменьшить частоту возникновения хондролита вертлужной впадины по сравнению с металлическими головками однополюсных эндопротезов тазобедренного сустава. При статической нагрузке на модифицированный СВМПЭ синовиальная жидкость выдавливается из микропор полимерного слоя и разделяет поверхности трения в искусственном суставе [1], тем самым выполняя роль смазки между трущимися поверхностями по механизму смазки выпотеванием и бустерной смазки [5]. При вращательно-скользящих движениях происходит локальная деформация микропористого слоя и выдавливание СЖ в зону контакта искусственного хряща и контртела. При разгрузке сустава СЖ возвращается в микропоры полимерного слоя. Описанные механизмы должны защищать поверхность трения эндопротеза от повреждения и образования частиц износа.

Однако возникает вопрос, действительно ли трибологические свойства предлагаемого материала приближены к трибологическим свойствам естественного хряща и не обладает ли он токсическим действием на ткани сустава в отличие от хорошо изученного немодифицированного СВМПЭ. Чтобы выяснить это, нами было проведено данное исследование.

Материалы и 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 лигнопластики» государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси».

Результаты испытаний оценивались по зависимости трения от времени и приложенной нагрузки, что отражалось в изменении амплитуды колебаний маятникового трибометра. 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 [6] и предположительно может использоваться в качестве ее замены в послеоперационном периоде. Для получения сыворотки производился забор крови у пациентов, проходивших лечение в Государственном учреждении здравоохранения «Гомельская городская клиническая больница № 1». В эксперименте использовалась вертлужная впадина поросят весом 10–15 кг, испытания проводились под нагрузкой 4 килограмма, угол отклонения маятника составлял 15°.

Панельные испытания проведены в испытательной лаборатории изделий ортопедо-травматологического назначения Федерального государственного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова», г. Москва (полномочия от Госстандарта России: Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ИМ21 от 25 марта 2003 года). Использовалось по пять образцов из обычного и модифицированного СВМПЭ. Они изготавливались 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 мм и 1,82 мм. Число колебаний под нагрузкой — 1200.

Для исследования возможного токсического действия модифицированного СВМПЭ нами была произведена имплантация модифицированного СВМПЭ в коленные суставы лабораторных крыс с последующим забором суставов и их гистологическим исследованием. Для этого использовались 18 белых лабораторных крыс (самки) в возрасте 19–21 недель с начальной массой тела $133,06 \pm 1,95$ грамма. Животным была произведена имплантация модифицированного СВМПЭ в левый коленный сустав. С целью контроля в правый коленный сустав тем же животным имплантировался базовый СВМПЭ. Методика операции заключалась в послойном вскрытии коленного сустава боковым разрезом с соблюдением соответствующих правил асептики и антисептики, помещении между мышцами бедренной и большеберцовой костей исследуемого материала в виде пластины размером $0,5 \times 1,5 \times 0,05$ мм с последующим послойным закрытием операционной раны местными тканями. Животные были разделены на 3 группы в зависимости от срока наблюдения: 1-я группа — 5 дней, 2-я группа — 14 дней, 3-я группа — 35 дней. По достижении указанных сроков производился забой крыс, забор материала и его гистологическое исследование.

Гистологическое исследование срезов образцов тканей проводилось с использованием автоматизированной системы, включающей светоптический микроскоп «Micros», цифровую видеокамеру «Pishega PVC 120», и прикладной морфометрической программы «Scion Image», версия Beta 4.02 (Scion Corporation, U.S.A.). Материал фиксировался в 10 % растворе нейтрального формалина, декальцинировался, обезжизивался, проводился через промежуточные среды с последующей заливкой в парафин. Срезы с парафиновых блоков толщиной 5–6 мкм окрашивались гематоксилином и эозином [7].

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 он снижался (рисунок 1). К концу цикла значение коэффициента трения приближалось к 0,05, что близко к значению коэффициента трения в естественном суставе (0,0010–0,03). Также поведение кривой трения для пары «модифицированный СВМПЭ-хрящ» показало, что с увеличением количества циклов коэффициент трения падает.

— кривая коэффициента трения, полученная нами при трении с дистиллированной водой, напоминает полученную кривую при сухом трении (рисунок 2). В данном случае начи-

наясь 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.

— при испытании с 0,9% раствором хлорида натрия нами было отмечено более высокое значение 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.

— 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 плавней, а время колебания маятника больше, чем в приведённых выше испытаниях. Это указывает на более низкое трение, чем при трении с дистиллированной водой, 0,9 % раствором хлорида натрия и при сухом трении.

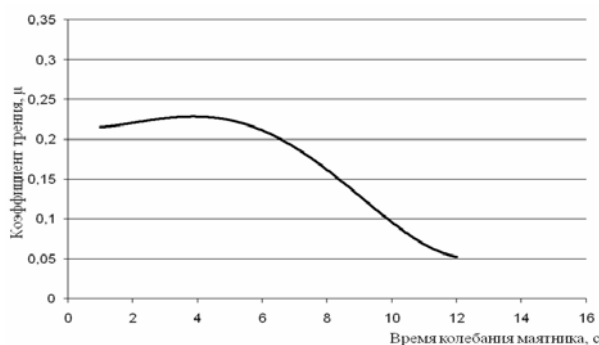


Рисунок 1 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при сухом трении

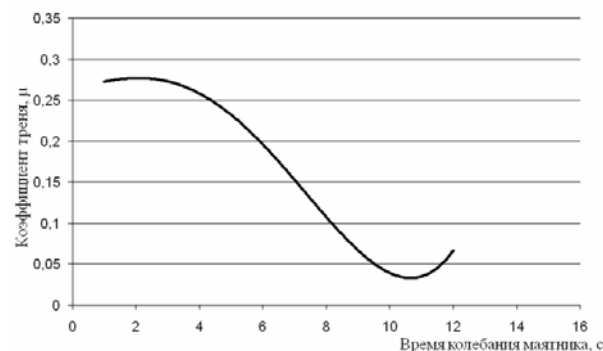


Рисунок 2 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при трении с дистиллированной водой

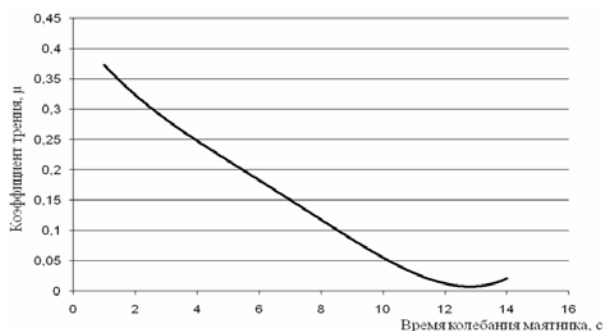


Рисунок 3 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при трении с 0,9 % хлоридом натрия

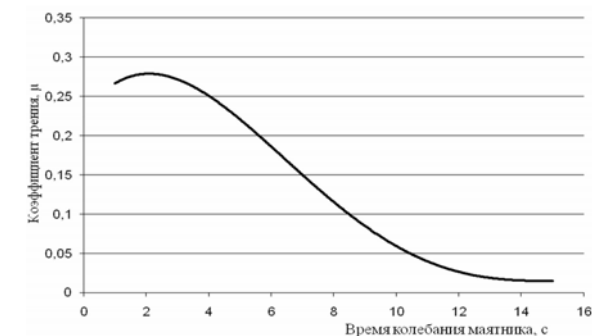


Рисунок 4 — Кривая изменения коэффициента трения для пары трения «модифицированный СВМПЭ-хрящ» при трении с сывороткой крови

Испытания на вибротрибометре показали:
— добавление сыворотки крови существенно снижает коэффициент трения в паре «модифицированный СВМПЭ-хрящ». В то же 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 без-

износное углубление, повторяющее форму поверхности хряща.

В ходе эксперимента с лабораторными животными мы выяснили, что в ответ на имплантацию развивались типовые патологические процессы, которые проявлялись экссудативно-альтеративными реакциями, прежде всего, синовиальной оболочки коленного сустава на ранних сроках наблюдения (5-е сутки) (рисунки 5–6). Стромальные элементы синовиальной оболочки были инфильтрированы нейтрофильными лейкоцитами и единичными макрофагами.

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

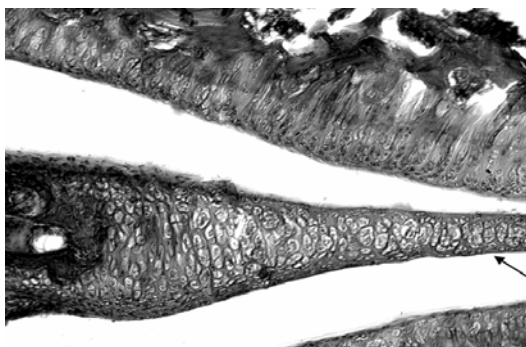


Рисунок 5 — Синовиальная ткань сустава крыс, которым имплантировали модифицированный СВМПЭ, на 5-е сутки наблюдения:

Суставные поверхности сочленяющихся костей были покрыты гиалиновым хрящом без признаков повреждения. Толщина суставного хряща в различных его отделах была практически одинаковой, мениски дифференцировались в суставной щели и были представлены узкой полоской хрящевой ткани (указано стрелкой). Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 50$.



Рисунок 6 – Синовиальная ткань сустава крыс, которым имплантировали обычный СВМПЭ, на 5-е сутки наблюдения:

Стромальные элементы синовиальной оболочки были инфильтрированы нейтрофильными лейкоцитами и единичными макрофагами (указано стрелкой). Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 50$.

В отдельных участках, прилежащих к имплантату, отмечались мелкие отложения фибрина. Поверхность синовиальной оболочки была покрыта эпителиальными синовиальными клетками, в отдельных участках оболочки определялась их реактивная гиперплазия в виде увеличения количества слоев клеток. Суставные поверхности сочленяющихся костей были покрыты гиалиновым хрящом без признаков повреждения. Толщина суставного хряща в различных его отделах была практически одинаковой. В более глубоких слоях определялась грубоволокнистая костная ткань, формирующая костные ячейки. Мениски дифференцировались в суставной щели и были представлены узкой полоской хрящевой ткани.

Морфологическая структура компонентов сустава у животных, которым имплантировался модифицированный СВМПЭ, не отличалась от таковой при имплантации немодифицированного СВМПЭ.

На 14-е сутки наблюдалась слабовыраженная продуктивная реакция в синовии. Следует отметить, что в данном периоде наблюдения в воспалительном инфильтрате примерно в равном количестве определялись макрофаги, лимфоциты и нейтрофилы. При этом воспалительная реакция локализовалась в участках, расположенных вблизи операционной раны и нахождения шовного материала (рисунок 7). В участках синовиальной оболочки, в локализации перехода в ткань мениска формировались небольшие по размеру очаги грануляционной ткани (рисунок 8).



Рисунок 7 — Синовиальная ткань сустава крыс, которым имплантировали обычный СВМПЭ, на 14-е сутки наблюдения
Остатки шовного материала (указано стрелкой). По периферии слабовыраженная воспалительная реакция. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 50$.

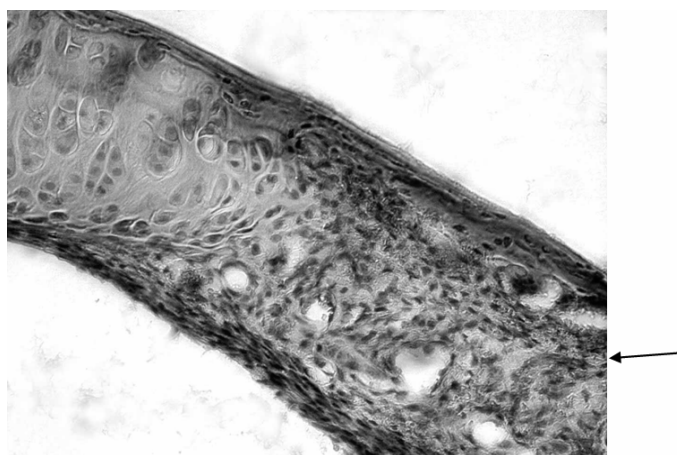


Рисунок 8 — Синовиальная ткань сустава крыс, которым имплантировали модифицированный СВМПЭ, на 14-е сутки наблюдения:
Формирование грануляционной ткани в мениске (указано стрелкой).
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 100$

Синовиальная выстилка была представлена на одним слоем уплощенных клеток, в которых определялись мелкие очаги реактивной гиперплазии. Суставные поверхности, прилежащие к имплантату, имели обычное строе-

ние гиалинового хряща. Характер морфологических изменений в сравниваемых группах наблюдения был однотипным.

К 35-м суткам наблюдения каких-либо патологических или реактивных изменений в си-

новиальных оболочках и суставном хряще определить не удалось (рисунок 9). В местах контакта с имплантатом определялись мелкие слабовыраженные очаги фиброза. Синовиальная выстилка по своему строению не отличалась от таковой в норме. Суставные поверхности имели строение обычного суставного хряща, снаружи были покрыты уплощенным слоем кле-

ток, под которым в гомогенизированном межклеточном веществе располагались изогенные группы клеток, мениски имели обычное строение. У животных, имплантат которых был представлен модифицированным СВМПЭ, клеточно-тканевые реакции полностью соответствовали таковым, как и при использовании немодифицированного СВМПЭ.

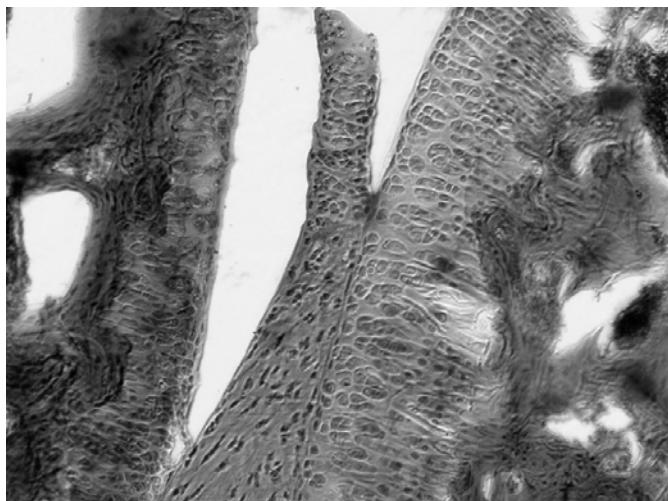


Рисунок 9 — Синовиальная ткань сустава крыс, которым имплантировали модифицированный СВМПЭ, на 35-е сутки наблюдения: Суставной хрящ. Поверхности снаружи были покрыты уплощенным слоем клеток, под которым в межклеточном веществе располагаются изогенные группы клеток, мениск обычного строения. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 100$

Заключение

Проведенные испытания показали, что 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 % 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.

Проведенное экспериментальное исследование по изучению тканевых реакций синовиальной среды коленного сустава на имплантацию СВМПЭ и его модифицированного варианта показало, что в ответ на имплантацию развивались типовые патологические процессы, которые проявлялись экссудативно-альтеративными реакциями, прежде всего, синовиальной оболочки коленного сустава на ранних

сроках наблюдения (5-е сутки) и слабовыраженной продуктивной реакцией в синовии на 14-е сутки наблюдения. К 35-м суткам наблюдения каких-либо патологических или реактивных изменений в синовиальных оболочках и суставном хряще определить не удалось. Таким образом, использование модифицированного СВМПЭ не вызывало каких-либо патологических реакций в компонентах синовиальной среды коленного сустава при сравнении с его немодифицированным вариантом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Bipolar hip arthroplasty / W. Petti // Total Joint Replacement / W. Petty [et al.]. — Philadelphia: Saunders Co., 1991. — P. 349–354.
3. 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.
4. Cooper J. R. Macroscopic and microscopic wear mechanism in ultrahigh molecular weight polyethylene / J. R. Cooper, D. Dowson, J. Fisher // Wear. — 1993. — Vol. 162–163, № 6. — P. 378–384.
5. Лин, Ф. Ф. Новая модель суставного хряща человека / Ф. Ф. Лин // Проблемы трения и смазки. — 1974. — № 3. — С. 164–170.
6. Цветкова, Е. А. Физические свойства синовиальной жидкости как смазочной среды суставов / Е. А. Цветкова // Биофизика. — 2005. — Т. 50, № 2. — С. 341–347.
7. Сапожников, А. Г. Гистологическая и микроскопическая техника: руководство / А. Г. Сапожников, А. Е. Доросевич. — Смоленск: САУ, 2000. — 476 с.

Поступила 27.05.2013