

38. Файнбург, Г. З. Основные физико-химические факторы спелеотерапии в условиях калийного рудника / Г. З. Файнбург, Л. М. Папулов, А. С. Николаев // Пещеры: Итоги исследований: Межвуз. сб. науч. тр. — Пермь: Перм. гос. ун-т, 1994. — С. 170–174.

39. Показания и противопоказания в спелеотерапии больных дерматозами / С. В. Федорович [и др.] // Актуальные вопросы медицины труда аллергологии и иммунологии: сб. науч. тр.; под ред. С. В. Федоровича. — Мн., 2002. — С. 79–80.

40. Спелеотерапия в лечении дерматозов. Показания и противопоказания / С. В. Федорович [и др.] // Спелеотерапия в лечении хронических бронхолегочных заболеваний: сб. матер. Респ. науч.-практ. семинара; 27–28 сентября 2001 г., Солигорск / Под ред. Н. А. Скепьяна, С. М. Соколова. — Мн: УП «Технопринт», 2001. — С. 36–37.

41. Федорович, С. В. Спелеотерапия для больных аллергическими, профессиональными и кожными заболеваниями: метод.

рек-ции / ГУ «НИИ санитарии и гигиены», Белорусское научное об-во иммунологов и аллергологов, Респ. больница спелеолечения, Респ. дочерне-унитарное предприятие «Медсервис» МТЗ / С. В. Федорович [и др.]. — Мн., 2002. — 12 с.

42. Федосеев, Г. Б. Бронхиальная астма / Г. Б. Федосеев, Г. П. Хлопотова. — Л.: Медицина, 1988. — 272 с.

43. The Permian know-how for indoor air quality and climate - vital air room from sylvinite material / G. Z. Fainburg [et al.] // INDOOR AIR'96: Proc. 7th Internat. Conf. on Indoor Air Quality and Climate / Japan, Nagoya. — Nagoya, 1996. — Vol. 1 (Sunday-Monday). — P. 971–974.

44. Experience and development of speleotherapy in Russia / A. E. Krasnostein [et al.] // 10 Internationales Symposium für Speleotherapie (Bad Bleiberg 1992): Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift «Die Hohle»: Heft 48. Beiträge zu Speleotherapie und Höhlenklima, II. — Wien, 1994. — P. 64–67.

Поступила 28.12.2007

УДК 616.72-008.8:616.15

СМАЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ СЫВОРОТКИ КРОВИ

В. И. Николаев, Ж. В. Кадолич

Гомельский государственный медицинский университет

Ряд заменителей синовиальной жидкости на основе сыворотки крови протестирован по критерию смазочной способности с помощью трибометра маятникового типа. Обнаружено, что коэффициент трения пары, моделирующей металлополимерный эндопротез сустава, изменяется при смазке под воздействием магнитного поля. Закономерности такого изменения зависят от соотношения и характера действия модификаторов аутосыворотки. Отмечена практическая значимость трибологического анализа составов искусственной синовиальной жидкости для локальной терапии суставов.

Ключевые слова: коэффициент трения, сыворотка крови, магнитное поле, сустав, синовиальная жидкость, лекарственные средства.

LUBRICATING ABILITY OF SYNOVIAL FLUID SUBSTITUTES ON THE BASE OF BLOOD SERUM

V. I. Nikolaev, G. V. Kalodich

Gomel State Medical University

A row of synovial fluid substitutes on a base of blood serum was tested by lubricating ability criterion with a help of a friction gage of pendulum type. Detected that a coefficient of pair friction, modeling a metal-polymeric implant joint, was changing during lubrication under the influence of magnetic field. The regularities of such changes depend on the correlation and characters of autoserum modifiers action. It was marked a practical meaning of the tribological analysis compositions of artificial synovial fluid for local joint therapy.

Key words: coefficient friction, blood serum, magnetic field, joint, synovial fluid, remedies.

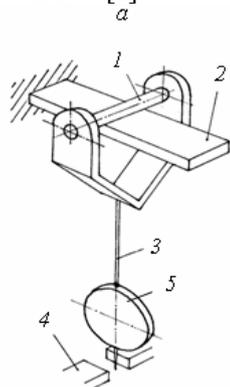
Введение

При лечении заболеваний суставов широко применяют метод локальной терапии. В полость сустава вводят лекарственные средства различного характера действия: кортикостероидные гормоны, цитостатические препараты, ингибиторы протеолитических ферментов, а также заменители синовиальной жидкости [1]. Использование последних с целью предотвращения патологических изменений в тканях сустава стало тенденцией современной артрологии. Разработаны и применяются различные заменители смазочной жидкости суставов, совмес-

тимые с синовиальной средой природной трибосистемы [2, 3]. Использование интраартикулярных инъекций сыворотки собственной крови пациента в качестве лекарственных средств, компенсирующих недостаток синовиальной жидкости в системе естественного сустава, является одним из современных подходов к решению задачи поддержания работоспособности хряща [4]. Основанием для такого решения является факт абсолютной биосовместимости аутосыворотки крови с суставом и близость ее биохимического состава к составу естественной синовиальной жидкости [5, 6].

Цель работы — изучение смазочной способности сыворотки крови, содержащей стекловидное тело и «Кеналог-40».

Выбор в качестве лекарственного средства стекловидного тела обоснован особенностями состава препарата [7], позволяющими реализовать в модельных составах трибологическую функцию синовиальной жидкости, обусловленную наличием специфического углевод-белкового соединения — гиалуроновой кислоты [8].



Использование «Кеналога» обусловлено эффективностью применения данного препарата для ликвидации признаков асептического воспаления в суставе у больных с остеоартрозом [1].

Материалы и методы исследования

Оценку смазочной способности исследуемых составов проводили с использованием хорошо зарекомендовавшего себя в экспериментальной работе трибометра маятникового типа (рисунок 1) [9, 10].

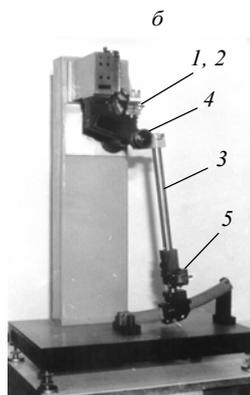


Рисунок 1 — Схема (а) и внешний вид (б) прибора маятникового типа ТСМ 120 для исследования трения в суставах: 1 — индентор; 2 — опора (образец); 3 — маятник; 4 — счетчик числа колебаний; 5 — сменные грузы

Пара трения трибометра состояла из опоры, выполненной из сертифицированного для ортопедии сверхвысокомолекулярного полиэтилена, и индентора из стали марки 12Х18Н9. Испытания проводили при массе маятника $m = 2,0$ кг и скорости скольжения $v = 1,0$ м/с.

Для моделирования биофизического поля естественного сустава в зоне трения исследуемой пары создавали магнитное поле, генери-

руемое соленоидом (количество витков $N = 600 \pm 2$, диаметр проволоки $d = 0,07$ мм, диаметр катушки $D = 21$ мм), установленным в опоре маятникового трибометра.

На рисунке 2 показана конструкция опорного узла маятникового трибометра. Зона трения образца представляет собой цилиндрическую канавку (рисунок 2а, поз. 4), в которую заливали исследуемую жидкость.

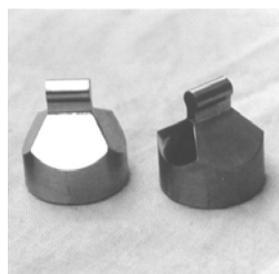
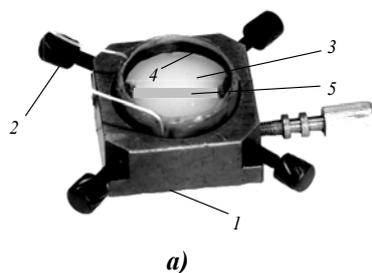


Рисунок 2 — Опорный узел (а) и индентор (б) маятникового трибометра: 1 — корпус; 2 — винт; 3 — полимерный образец; 4 — соленоид; 5 — канавка

Заготовку и консервирование сыворотки крови проводили по стандартной методике в соответствии с инструкцией МЗ РБ № 124-1102 от 13.06.2003 г. Фирмой-производителем «Кеналога-40» является «Bristol-Myers Squibb SpA» (Италия).

Исследуемые жидкости с помощью шприца помещали в канавку полимерного образца и

воздействовали на зону трения магнитным полем соленоида от 5 до 60 мин. С помощью источника питания постоянного тока, соединенного с соленоидом через мультиметр DT-830B, задавали силу тока $I = 0,06$ А и напряжение $U = 6$ В. Напряженности магнитного поля в опоре трибометра $H = 1,2$ кА/м соответствует диапазону

оптимальных напряженностей постоянных магнитных полей, применяемых для магнитотерапии суставов [11]. Для контроля задаваемых величин I и U использовали мультиметр DT-830 В. Датчики трибометра были соединены с цифровым измерительным комплексом, что позволило осуществить автоматическую запись параметров трения.

Смазочную способность экспериментальных жидкостей оценивали по коэффициенту трения.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены результаты трибологических исследований смазочных составов заменителя синовиальной жидкости, компонентами которого являются сыворотка крови и стекловидное тело.

Таблица 1 — Результаты трибологических исследований

Состав смазочной среды, мас. %		Коэффициент трения, f_0
сыворотка крови	стекловидное тело	
100	—	0,067
—	100	0,065
75	25	0,063
50	50	0,054
25	75	0,060

Примечание. В таблице приведены средние значения коэффициента трения измерений.

Сравнительный анализ данных таблицы 1 показывает, что наименьший коэффициент трения демонстрирует композиция с соотношением структурных составляющих 1:1. Уменьшение значения коэффициента трения можно объяснить эффектом суммарного воздействия нескольких факторов: присутствием в составе смазочной композиции ауто сыворотки, которая является источником жидкокристаллических компонентов [6], и достижением оптимальной с позиции трибологии вязкости экспериментального состава [8]. Стекловидное тело выступает в качестве необходимой для повышения вязкости добавки к электролитной основе сыворотки и способствует формированию системы [12], обеспечивающей амортизационный эффект за счет образования пространственной молекулярной структуры комплексов гиалуроновой кислоты и про-

теинов, образующих трехмерные сетки с консистенцией геля.

Результаты исследования по влиянию магнитного поля на смазочную способность исследуемых жидкостей представлены графически на рисунке 3. Установлено, что сыворотка крови с содержанием стекловидного тела 25 мас. % практически не реагирует на поле соленоида, тогда как при 50 мас. % наблюдается не только резкое снижение коэффициента трения, но и повышение чувствительности состава к воздействию поля. Увеличение содержания стекловидного тела в экспериментальной композиции до 75 мас. % неоправдано с точки зрения практического применения состава по причине нарушения оптимального содержания гиалуроновой кислоты, характерного для натуральной синовиальной жидкости [6].

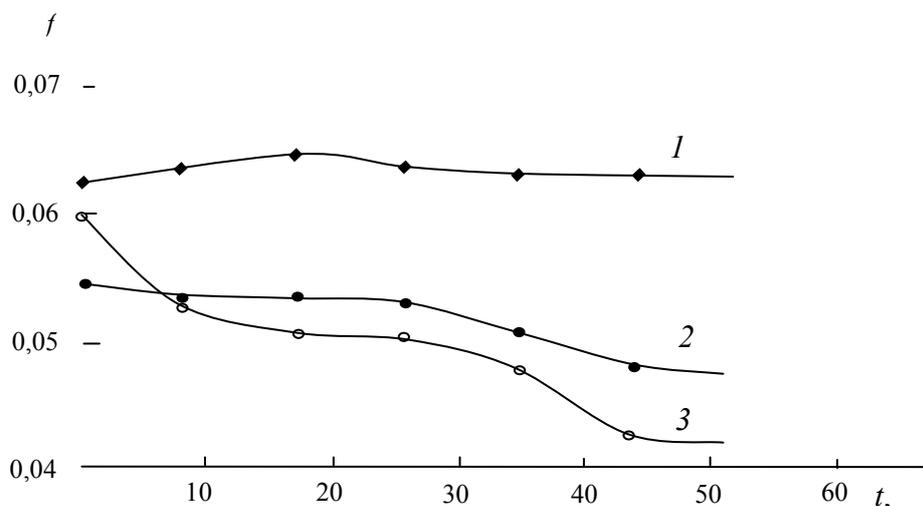


Рисунок 3 — Кинетическая зависимость коэффициента трения в модельной трибосистеме, подвергнутой воздействию магнитного поля при смазке смесью следующих составов, мас. %: 1 — 75 сыворотки и 25 стекловидного тела; 2 — по 50 сыворотки и стекловидного тела; 3 — 25 сыворотки и 75 стекловидного тела

Чувствительность исследуемых составов к воздействию магнитного поля можно объяснить следующим образом. Обработка смазочной прослойки в поле соленида способствует оптимальной с позиции трибологии ориентации слоев жидких кристаллов относительно направления трения. *In vivo* оптимальная трибологическая ориентация жидкокристаллических компонентов синовиальной среды суставов создается под действием биополя биологического узла трения. Следует отметить, что такие же закономерности зарегистрированы при смазывании опоры маятникового трибометра условно здоровой синовиальной жидкостью [13].

Аналогичные эксперименты были проведены при использовании в качестве добавки к аутосыворотке «Кеналога-40». Введение в канавку трибометра только стероидного препарата ухудшает трение [14]. Расслаивание суспензии уже в момент извлечения лекарственного средства из ампулы не позволяет обеспечить постоянного соотношения фаз в малых объемах препарата, помещенного в зону трения. Соотношение компонентов 1:3 композиции «сыворотка-Кеналог» является оптимальным. Исследуемый состав позволяет исключить факт мгновенного фазового расслаивания смазочной среды в зоне контакта и улучшает трение. Значение коэффициента трения снижается до 0,084, в то время как при смазке опоры «Кеналогом» коэффициент трения равен 0,106.

Соединение «Кеналога» с сывороткой крови также позволяет обогатить модельную смесь полярными компонентами и придает исследуемому заменителю синовиальной жидкости квазиполяризованные свойства. Наличие квази-электретных свойств позволяет повысить чувствительность лекарственных средств к магнитному полю [15]. Воздействие в течение 60 мин магнитного поля на сыворотку крови с содержанием 25 мас. % «Кеналога» сопровождается уменьшением значения коэффициента трения до 0,071, что свидетельствует о возможности одновременного сочетания двух лечебных факторов — противовоспалительного и трибологического — для усиления терапевтического эффекта от инъекции данного заменителя синовиальной жидкости в больной сустав.

Заключение

Заменитель синовиальной жидкости на основе аутосыворотки в сочетании со стекловид-

ным телом обладает абсолютной биосовместимостью с организмом пациента, высокой смазочной способностью и чувствительностью к воздействию магнитного поля, моделирующего биофизическое поле естественного сустава. Инъекции такого заменителя при оптимальном соотношении структурных составляющих могут быть применены в клинической практике как средство, заменяющее и улучшающее свойства и функции естественной смазочной среды суставов. Использование в качестве модификатора сыворотки крови лекарственного средства противовоспалительного действия позволяет расширить показания для интраартикулярного введения кортикостероидных препаратов при остеоартрозе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мешков, А. П. Диагностика и лечение болезней суставов / А. П. Мешков. — Н. Новгород: НГМА, 2000. — 72 с.
2. Вырва, О. Е. Искусственная синовиальная жидкость в лечении патологии коленного сустава / О. Е. Вырва // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2000. — № 2. — С. 146–150.
3. Локальная терапия гонартроза аутосывороткой кроки пациента / В. И. Николаев [и др.] // Вестні НАН Беларусі. Сер. мед. навук. — 2006. — № 4. — С. 50–58.
4. Патент 9146 РБ. Искусственная синовиальная жидкость / Ю. М. Чернякова [и др.]. — МПК А61К 35/16. Опубл. 2007.
5. Цветкова, Е. А. Физические свойства синовиальной жидкости как смазочной среды суставов / Е. А. Цветкова // Биофизика. — 2005. — Т. 50, № 2. — С. 341–347.
6. Павлова, В. Н. Синовиальная среда сустава / В. Н. Павлова. — М.: Медицина, 1980. — 296 с.
7. Машковский, М. Д. Лекарственные средства: В 2 т. / М. Д. Машковский. — М.: Медицина, 1985. — Т. 2. — С. 138–139.
8. Купчинов, Б. И. Биотрибология синовиальных суставов / Б. И. Купчинов, С. Ф. Ермаков, Е. Д. Белоенко. — Мн.: Веды, 1997. — 272 с.
9. Пинчук, Л. С. Материал трения со структурой, имитирующей хрящ / Л. С. Пинчук, Е. А. Цветкова, В. И. Николаев // Трение и износ. — 1995. — Т. 16, № 3. — С. 505–510.
10. Пинчук, Л. С. Эндпротезирование суставов: технические и медико-биологические аспекты / Л. С. Пинчук, В. И. Николаев, Е. А. Цветкова. — Гомель: ИММС НАНБ, 2003. — 308 с.
11. Демецкий, А. М. Медицинская магнитология и нанотехнологии / А. М. Демецкий [и др.]. — СПб.: АССПИН, 2004. — 239 с.
12. Chikama, H. The role of the protein and the hyaluronic acid in the synovial fluid joint lubrication / H. Chikama // J. Jpn. Orthop. Ass. — 1985. — Vol. 59, № 5. — P. 707
13. Исследование структурных изменений синовиальной жидкости с помощью метода электретно-термического анализа / Л. С. Пинчук [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. — 2005, № 3. — С. 57–61.
14. Трибологический мониторинг препаратов, используемых для лечения заболеваний суставов / Л. С. Пинчук [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2006. — Т. 141, № 3. — С. 278–282.
15. Трибологический и электретно-термический анализ лекарственных препаратов для локальной терапии суставов / Ю. М. Чернякова [и др.] // Журнал технической физики. — 2005. — Т. 75. — Вып. 5. — С. 119–123.