

ся, по видимому, тем, что костно-суставными формами туберкулеза заболевают люди от 51 до 61 года в 46,2%.

Осложнения основного туберкулёзного процесса у больных встречались в 45% случаях. При изучении осложнений костно-суставного туберкулёза было выявлено, что в 36% это были натечные абсцессы, в 9% компрессия спинного мозга, у 55% пациентов осложнения отсутствовали.

В 45% случаях больные получили оперативное лечение, а 55% пациентов получили лечение по стандартным режимам химиотерапии без хирургического вмешательства, в эту же группу вошли больные имеющие противопоказания к хирургическому лечению, а также пациенты, отказавшиеся от операции по различным причинам.

У каждого пациента время начало положительной динамики туберкулёзного процесса индивидуально и зависит от множества факторов (возраста, своевременно поставленного диагноза, степени тяжести заболевания, имеющихся осложнений, наличия сопутствующих заболеваний, приверженности больного к лечению и переносимостью противотуберкулёзных препаратов) и составило от 2 до 12 месяцев. Положительная динамика выявлена через 2 месяца у 25% больных, через 8 месяцев у 29%, через 12 месяцев у 13%. В 71% случаях больные были признаны инвалидами 2 группы вследствие туберкулёзного процесса.

Таким образом, особенностями течения туберкулёза костей и суставов являются: возраст больных в 46,2%, болеют люди в возрасте от 51 до 61 года, частая локализация поражения – позвоночник, туберкулёзный спондилит встречается в 52% случаях, в 27% поражается поясничная отдел позвоночника. Лечение костно-суставного туберкулёза осуществлялось хирургическим путём в 45% случаях на фоне проводимой туберкулостатической терапии. Несмотря на проводимое лечение, инвалидность развивается у 71% больных.

#### Рекомендации

1. Повышение настороженности врачей общей лечебной сети к больным в возрасте от 51 до 61 года, проводить профилактические осмотры 2 раза в год на туберкулез.

2. Повышение квалификации врачей общей лечебной сети: проведение ежегодных семинаров по диагностике костно-суставного туберкулеза, разбор случаев запущенных форм костно-суставного туберкулеза, приводящих к глубокой инвалидизации больных.

#### Список литературы

1. Внелегочный туберкулез: руководство для врачей / под ред. профессора А.В. Васильева. – СПб., 2000.
2. Кошечкин В.А., Иванов З.А. Туберкулез: Tuberculosis: учебное пособие. – М.: Издательская группа ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 276 с.
3. Павлов Л.А., Тордуин С.С., Слепцов М.В. Внедрение новых методов диагностики и лечения больных туберкулёзным кокситом в ГБУ РС(Я) НППЦ «Фтизиатрия» // Якутский медицинский журнал. – 2013. – №1(41). – С. 89-91.
4. Яковлева Л.П., Кондратьева М.Н. Статистический сборник эпидемиологических показателей по туберкулезу РС (Я) / МЗ РС (Я) ГУ НППЦ Фтизиатрия. – Якутск, 2013.

#### РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ОТРАБОТКИ МАНУАЛЬНЫХ НАВЫКОВ В ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Сазонова В.Д., Шамрай Е.А.

*Саратовский государственный медицинский университет  
имени В.И. Разумовского, Саратов, Россия  
Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,  
e-mail: Nikoletta.93@mail.ru*

Одним из главных компонентов системы подготовки студентов лечебных факультетов и врачей-хи-

рургов высокого класса является разработка тренажерных средств и методики их применения, обеспечивающих диагностику, контроль и развитие необходимых сторон подготовленности занимающихся. В настоящее время разработано множество приложений различных медицинских тренажеров, позволяющих имитировать хирургические операции с высокой степенью достоверности, при этом области применения тренажерных технологий постоянно расширяются [3].

В современных тренажерах и программах обучения студентов закладываются принципы развития практических навыков с одновременной теоретической подготовкой. Следует отметить, что реализация такого подхода стала возможна в связи с прогрессивным развитием электронно-вычислительной техники, систем визуализации и 3D-моделирования органов [2].

Метод моделирования имеет ряд преимуществ перед обучением непосредственно в процессе клинической практики:

- можно создавать ситуации с заданными параметрами и ставить перед обучающимся структурированные, поэтапно выполняемые задачи;
- при совершении ошибок отсутствует опасность для пациента и для персонала;
- возможны полное «погружение» обучаемого в выполнение задания, осмысление собственных действий [1].

За последние годы на рынке медицинской техники появилось достаточное количество тренажеров зарубежного производства, цены на подобные симуляторы довольно высоки.

С 2012 г. на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии СГМУ ведется работа по созданию деталей эндоскопического тренажера, который можно использовать для обучения и отработки малоинвазивных манипуляций врачами-хирургами. Тренажер представляет собой модель брюшной полости с внутренними органами, которые предполагается многократно использовать и заменять в процессе освоения мануальных навыков.

Первый этап работы состоял в поиске материалов для создания искусственного кожного покрова, близкого по тактильным характеристикам к человеческой коже, также была поставлена цель: найти форму, которая бы повторяла изгибы человеческого тела и могла бы использоваться в качестве фантома, имитирующего брюшную полость.

При поиске материалов для создания искусственной кожи были выбраны силиконовые составы различных классификаций и композитных характеристик, затем была проведена серия экспериментов по проверке и сравнению упруго прочностных характеристик искусственной кожи и нативных кожных покровов (трупного материала).

Для оценки упруго-прочностных характеристик биологического материала нами были использованы образцы кожи толщиной 1 мм, шириной 1,5 см и длиной 5 см., которые выполняли роль контроля для сравнения с искусственными аналогами.

С целью имитации кожных покровов нами использована силиконовая резина марки «МОЛД 2100ПА». Упруго-прочностные характеристики силиконовой резины «МОЛД 2100 ПА» представлены в таблице 1.

Экспериментальное растяжение контрольных и опытных образцов производили на разрывной машине в лаборатории по изучению механических свойств материалов.

Таблица 1  
Характеристика силиконовой резины  
«МОЛД 2100ПА»

Характеристика	Номинальное значение
Время отверждения, ч	24
Условная прочность при растяжении до разрыва, МПа	1,8 – 2,2
Относительное удлинение при разрыве, %	80
Вязкость, СТ	25000
Твердость по Шору	30
Линейная усадка, %	0,6 – 0,8
Термостойкость при продолжительном нагреве, °С	200

Разрывная машина состоит из зажимов, в которых фиксируется исследуемый объект и тензометрического датчика, состоящего из пружины и масштабной линейки, которая регистрирует нагрузку в зависимости от степени удлинения образца (рис. 1).

На начальной стадии растяжения зависимость между нагрузкой и удлинением линейная и подчиняется закону Гука, при этом образец испытывает упругую деформацию (рис. 2).

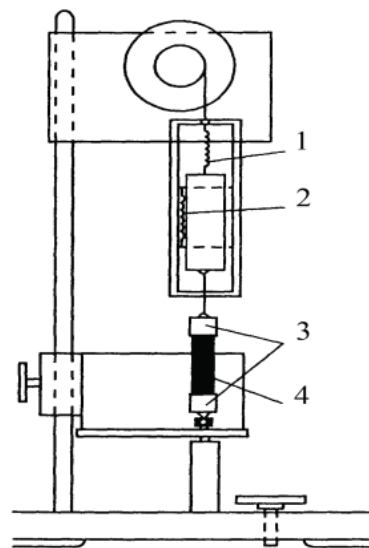


Рис. 1. Схема разрывной машины для испытания биологических образцов на линейное растяжение

Примечание: 1 – пружина; 2 – масштабные линейки; 3 – зажимы, 4 – образец

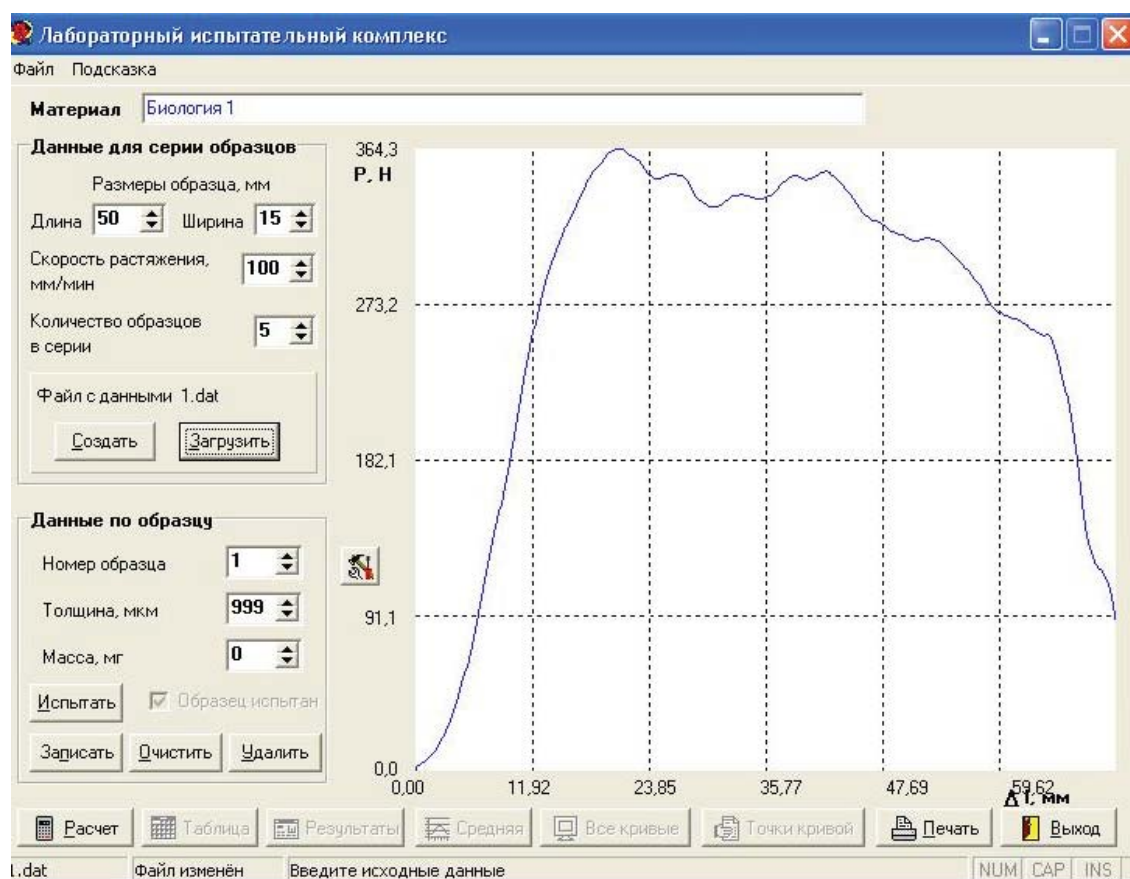


Рис. 2. Динамика упруго-прочностных характеристик образцов искусственной кожи

Затем рассматриваемая зависимость приобретает нелинейный характер, т.е. рост деформации происходит без заметного роста нагрузки. Наблюдаемое явление получило название текучести. На диаграмме этому явлению соответствует горизонтальный участок.

При дальнейшем увеличении нагрузки биологический материал вновь начинает ей сопротивляться (стадия упрочнения). До момента достижения точки С на диаграмме, которой соответствует максимальная нагрузка  $P_{max}$ , деформация как продольная, так и поперечная, нарастают равномерно. При этом полная деформация в каждый момент времени складывается из упругой и остаточной, что может быть обнаружено при разгрузке образца, например, в точке S. Отрезок LM соответствует упругой исчезающей деформации, OL – остаточной деформации. Линия разгрузки SL параллельна первоначальному участку OA диаграммы.

При достижении максимальной нагрузки  $P_{max}$ , деформация локализуется в одном месте образца (ослабленном сечении) и образуется местное сужение поперечного сечения (шейка).

В случае испытания контрольного образца нативной кожи, разрыва не произошло, исходя из того, что исследуемый образец был по упруго прочностным характеристикам гораздо выше той нагрузки, которую можно было приложить с помощью аппарата.

Таким образом, в результате эксперимента было установлено, что силиконовая резина «МОЛД 2100ПА» применима для создания модели кожного покрова брюшной полости.

Для создания фантома, имитирующего брюшную полость, был взят пластмассовый манекен верхней части туловища молодого мужчины, на поверхность которого наносился композит выбранного материала, который повторяя контуры тела, давал эффект кожного покрова. Данный эффект был достигнут за счёт особой технологии: на пищевую плёнку тонким слоем наливали композит, при застывании которого на 40% (в течение 10 часов), плёнку с силиконовой резиной перемещали на манекен таким образом, чтобы материал оказался посередине между плёнкой и торсом. Далее плёнку фиксировали на манекене путём наложения жгута в области ключиц и в паховой области. После полного застывания материала (24 часа), плёнку снимали, оставляя на манекене слой застывшего полимера, который при сцеплении с пластмассой даёт эффект цельного покрытия. Полученный экспериментальный образец фантома представлен на рисунке 3.

Следует отметить, что область передней брюшной стенки манекена от уровня реберной дуги по передней подмышечной линии до подвздошных остей аккуратно выпиливали ножовкой для создания эффекта эластичности кожных покровов. Для приближения условий выполнения эндоскопических операций к реальным (наложение пневмоперитонеума) нами предусмотрена система подачи воздуха в имитируемую брюшную полость.

Отработка эндохирургических манипуляций на нашем тренажере осуществляется с помощью эндоскопических инструментов, введение которых в его корпус производится через систему клапанов, расположенных на передней стенке. С помощью этих клапанов производят различные манипуляции, контролируя свои действия через видеомонитор. Для передачи изображения из корпуса тренажера на видеомонитор в нем предусмотрено наличие видеокамеры, в которую вмонтирован светодиод, позволяющий освещать осматриваемую поверхность.



Рис. 3. Экспериментальная модель фантома

Далее в полость фантома предполагается поместить пенополиуретановый герметик, имитирующий позвоночный столб, затем на него соответственно будет уложена поролоновая прокладка, имитирующая заднюю брюшную стенку, далее на неё будут прикрепляться органы брюшной полости.

Внешний вид полученных моделей органов и их расположение в корпусе разработанного медицинского механического тренажера представлен на рис. 4.



Рис. 4. Внешний вид моделей органов брюшной полости человека

На следующем этапе предполагается разработать модели искусственных внутренних органов на основе выбранных материалов с применением красителей, имитирующих цвет органов брюшной полости.

#### Список литературы

1. Балкизов З.З. Непрерывное медицинское образование: применение симуляционных технологий в ЛПУ // Здравоохранение. – 2011. – №10. – С. 44-49.
2. Борисов А.Е. Пути совершенствования обучения эндохирургии / А.Е. Борисов, Л.А. Левин, С.Е. Митин, С.И. Пешехонов // Виртуальные технологии в медицине. – М.: Изд-во: МЕДСИМ, 2009. – С. 27-28.
3. Васильев М.В. Результаты применения компьютерных симуляторов в процессе обучения хирургов / М.В. Васильев, А.И. Черепанин, Е.А. Безруков, Н.А. Краснова, Л.Б. Шубина // Актуальные вопросы эндовидеохирургии. – М., 2010. – С. 14-17.