



Аспиранты Игорь Поляков и Константин Малафеев с полимерным нановолокном, полученным методом электроформования.

Фондоотдача

Аркадий СОСНОВ

Для пользы тела

Тканевая инженерия верно служит медицине



Владимир ЮДИН, заведующий лабораторией «Полимерные материалы для тканевой инженерии и трансплантологии» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого

► Помните изображение витрувианского человека Леонардо да Винчи? На своих лекциях в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого заведующий лабораторией «Полимерные материалы для тканевой инженерии и трансплантологии» профессор Владимир Юдин показывает студентам похожую картинку: силуэт человека, только он напичкан всевозможными имплантатами. Шовные нити, костные пластины, искусственные сухожилия, сердечный клапан, хрусталик глаза, коленные чашечки, позвоночные диски из металла и сплавов, керамики, полимеров - настоящий киборг! Вся эта начинка призвана заменить изношенные или поврежденные части тела, не причинив организму ущерба. Создание таких биодублиров - задача, безусловно, творческая (речь-то идет о сотворении человека), а значит, амбициозная. Не случайно, что вдохновленные лектором студенты приходят к нему

в лабораторию, где их ждет погружение в научную среду, с экспериментами на современном оборудовании и возможностью проверить результаты in vivo, на подопытных животных. При этом вуз разрешает студентам проводить в лаборатории два, а на старших курсах и три дня в неделю, обретая и закрепляя навыки обращения с полимерными материалами и клеточными структурами - элементами тканевой инженерии.

Сам В.Юдин признается, что довольно долго присматривался к этой тематике, искал возможности плавного перехода от волокнистых композиционных материалов, которым были посвящены его кандидатская и докторская диссертации, защищенные в Институте высокомолекулярных соединений РАН, к биополимерам и композитам на их основе, значимым для медицинской практики. Сохраняя преимущества металлов и керамики, они могут обладать такими столь ценными

качествами, как биосовместимость и резорбируемость (разлагаемость в организме под влиянием биологически активной среды). Последнее, например, чрезвычайно важно для шовных нитей.

Впрочем, была и веская личная причина повернуться в сторону медицины: члены семьи ученого - старшая сестра, племянница, дочка, зять - врачи. Так что эффективность различных биоматериалов обсуждается не только на лабораторных семинарах, но и в семейном кругу.

Особенно увлекла В.Юдина перспектива формировать из биоразлагаемых полимеров тканеинженерные конструкции, или скаффолды (от английского scaffold - "каркас", "шаблон") для имплантации в живую ткань. Скаффолд - полимерная матрица с выращенными на ней клетками. Ее внедрение в организм решает ряд проблем, в т. ч. этического свойства: уже не требуются донорские органы, снижается вероятность осложнений, вызванных аутоиммунной реакцией на трансплантат. Инжиниринг тканевых конструкций немыслим без глубокого знания физики и химии, цитологии, биофизики и медицины, и все эти дисциплины преподают в Политехническом. Потому и возник гармоничный альянс с университетом, приведший весной 2014 года к созданию на средства гранта РНФ лаборатории «Полимерные материалы для тканевой инженерии и трансплантологии». Сначала она была в составе кафедры медицинской физики, а ныне логично вписалась в Высшую школу биомедицинских систем и технологий СПбПУ.

В.Юдин с сотрудниками преуспели в наполнении скаффолдов волокнами, пленками, пористыми губками. И доказали, что эти одно-, двух-, трехмерные матрицы - прообразы нервной, мышечной, костной ткани и сосудов - могут успешно приживаться в организме именно за счет биосовместимости. Так, для замещения фрагмента кровеносного сосуда обычно используют трубки из фторсодержащих полимеров, инертные по отношению к тканям сосудов и компонентам крови. Однако места контакта подобных материалов с живой тканью уязвимы. В лаборатории были разработаны трубчатые образцы из резорбируемых полимерных нановолокон, которые формируют стенки сосуда. В ходе доклинических испытаний их имплантировали в брюшную аорту крысы, где они замещались соединительной тканью и эндотелием, предохраняющими от тромбозов. Вновь образованные стенки трубок содержат капилляры и нервную ткань, необходимые для нормального функционирования кровеносного сосуда.

Благодаря гранту РНФ в структуре лаборатории был сформирован «клеточный кластер», что позволяет сотрудникам непосредственно на месте, а не на стороне заниматься не только полимерными матрицами, но и заселением их клетками, стволовыми или соматическими, проведя полученные материалы на клеточную совместимость и далее применять в качестве имплантатов органов либо их частей. Развитие этого направления было бы невозможно без

ни слишком протяженным) был выбран, в частности, хитозан. Этот родственник хитина, распространенный в природе полисахарида. Он отличается биосовместимостью, бактерицидными свойствами, отсутствием токсичности и аллергенности. На его основе в лаборатории ведутся разработки раневых покрытий, противоожоговых препаратов, систем доставки лекарств, костных имплантатов, хирургических шовных нитей, кровоостанавливающих материалов. Продукты резорбции полимера безопасны для организма, более того, способствуют регенерации окружающих тканей. Параллельно получены прочные и эластичные нанокомпозитные пленки из хитозана, не уступающие экологичным упаковочным материалам.

- Но главное, - подчеркивает профессор В.Юдин, - благодаря гранту РНФ удалось объединить опыт специалистов академической науки с энтузиазмом и творческим потенциалом молодежи. Студентам и аспирантам интересно и престижно работать на современной технике, публиковаться в рейтинговых журналах, посещать международные конференции. Они получают неплохую надбавку к стипендии, так что могут целиком отдаться работе в лаборатории, а воплоти в науке успеха не добьешься.

Творить бы и радоваться, но по мере завершения проекта, а с ним и финансирования, сотрудникам становилось все тревожнее: что дальше? К счастью, исследования набрали ход, и Фонд решил их поддержать, продлив действие гранта и, соответствен-

“ Благодаря гранту РНФ удалось объединить в рамках одной лаборатории опыт специалистов академической науки с энтузиазмом и творческим потенциалом молодежи.



Аспирант Нурджема Тазанурдыева и постдок Вера Кодолова-Чухонцева - за подготовкой к эксперименту.

для эффективного направленного роста нервной ткани. В итоге формируется утраченный фрагмент ткани, по структуре и свойствам идентичный ткани реципиента, а кондуит благополучно разлагается. Такие эксперименты сейчас проводятся на подопытных животных совместно с кафедрой нейрохирургии ВМА им. С.М.Кирово.

Не менее актуальная задача проекта - разработка принципиально нового класса раневых покрытий: достаточно эластичных для того, чтобы воспроизводить рельеф поверхности раны, спо-

тетом и Детским ортопедическим институтом им. Г.И.Турнера.

Но и это не все: исследуются возможности применения электропроводящих полимеров и композитов для регуляции поведения клеток, чувствительных к электрическим сигналам. Кроме традиционно считавшихся таковыми (нервные, мышечные, клеточные миокарда) это клетки костной и соединительной тканей, кожных покровов, роговицы. Воздействуя на них с помощью электропроводящих конструкций и внешних электрических сигналов, можно восстанавливать це-

лостность и функциональность тканей организма, стимулировать процессы их регенерации.

В этом направлении также достигнут заметный прогресс. Получен широкий спектр электропроводящих материалов. Проведена оптимизация их свойств (помимо механических и электрических биосовместимости и адекватная биологическая активность при взаимодействии с культурами клеток). Разработан и сконструирован оригинальный дизайн ячейки для электростимуляции клеток на поверхности полимерных матриц. Предстоит исследовать

влияние различных режимов электростимуляции на поведение и жизнедеятельность соматических, стволовых и раковых культур клеток, а также на подавление роста бактерий.

Решить эти задачи помогает междисциплинарный подход, недаром в состав лаборатории входят биологи, медики, физики, химики, материаловеды. Тон задает, как вновь отмечает В.Юдин, молодежь. Тем более что по условиям гранта ее должно быть не менее 40% от общей численности коллектива. Каждый студент

числе после термических ожогов.

В результатах исследований лаборатории весьма заинтересован индустриальный партнер проекта компания ООО «Новотех», которая совместно с фондом «Сколково» планирует заняться разработкой биорезорбируемых хирургических материалов. Партнер намерен использовать разработки лаборатории В.Юдина с целью создания эффективных ранозаживляющих покрытий для лечения глубоких поражений покровных тканей, биосовместимых имплантатов кровеносных сосудов и конструкций для регенерации периферических нервов. Спрос на эту продукцию уже высок и, по экспертным оценкам, будет еще выше.

Руководитель лаборатории доктор физико-математических наук В.Юдин надеется по истечении срока гранта РНФ получить электропроводящие полимерные кондуиты для восстановления периферических нервов с протяженными дефектами, по аналогии с тем, как удалось сконструировать биорезорбируемые протезы кровеносных сосудов малого диаметра. А еще он мечтает, чтобы молодые сотрудники лаборатории нашли свое место в профессии и жизни, чтобы работа приносила им как моральное, так и материальное удовлетворение. Возможно, кто-то из них «рванет» в бизнес и на основе собственных находок создаст отечественный продукт, конкурентоспособный на мировом рынке услуг здравоохранения, а кто-то скажет новое слово в науке о человеке и для человека - тканевой инженерии. ■

“ Актуальную помощь медицине тканевая инженерия может оказать при восстановлении периферических нервов, поврежденных вследствие травм, нейродегенеративных заболеваний, радикулитов.