

гость, имеет низкую теплопроводность, высокие температуру плавления и ударную стойкость. При подобных условиях проведенные опыты показали уменьшение поверхностной плотности кратеров не менее чем в 3 раза [3].

Список использованных источников

1. V. Sergeev, S. Psakhie, P. Chubik, et al. 2017 Vacuum 143 454–457.
2. Песков, С. История стекла. От стеклянного оружия до стекол иллюминаторов космических кораблей / С. Песков // Центрополиграф, 2021. – 320 с.
3. Абрамова, Т. Томск на космической карте России. Ученые ИФПМ СО РАН участвуют в разработке космического корабля нового поколения / Т. Абрамова // Томские новости. 2015. No 5. С 18.

УДК 602

Перспектива выращивания органов для использования в трансплантологии

**Григоренко А. А., студент,
Андреев М. А., студент**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь;*

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Дробыш А. А.

Аннотация:

В этой статье была рассмотрена перспектива печати органов с помощью биопринтинга. Пути и особенности развития этой индустрии. Корпорации и их успехи в сфере биопринтинга.

Биопечать – это относительно новое направление в развитие медицины, которое появилось благодаря стремительному развитию аддитивных технологий. В настоящее время ученые всего мира усиленно работают над созданием многофункциональных принтеров, способных печатать работоспособные органы, такие как сердце, почки и печень. Примечательно, что уже сегодня опытные образцы биопринте-

ров способны напечатать костные и хрящевые импланты, а также создать сложные биологические продукты питания, в состав которых входят жиры, белки, углеводы и витамины. Такие продукты имеют точное значение питательных элементов, так же возможно придать совершенно любую форму. Первый серийный биопринтер был выпущен американской компанией Organovo к концу 2009 года. Ее промышленным партнером стала австралийская компания Invetech. Благодаря совместным усилиям и появился на свет агрегат, который в 2010 году напечатал первый полноценный кровеносный сосуд. Представители Organovo решили отойти от идеи выращивания органов в пробирке и предположили, что напечатать его будет куда более эффективнее. Они придумали технологию NovoGen, которая регламентировала все взаимодействия между биологической составляющей процесса и ее механической частью. Для реализации идеи привлекалась компания Invetech. В результате сотрудничества получился компактный прибор с интуитивно понятным интерфейсом.

Принтер имел две печатающие головки. Одна наполнялась нужным биоматериалом, вторая – вспомогательными компонентами (коллаген, поддерживающий гидрогель, факторы роста). Точность печати доходила до микрометров, что играло важную роль в правильном размещении клеток.

Печать полностью функциональных сложных внутренних органов пока что невозможна, хотя в этой области ведутся непрерывные исследования. К примеру, мочевого пузыря уже удалось воспроизвести. Случилось это в 2013 году в США (Университет Уэйк Форест).

Ученые извлекли исходный материал из плохо работающего органа пациента, взрастили их и добавили питательные компоненты. Далее они воспроизвели форму мочевого пузыря по параметрам пациента и пропитанные через нее культивируемые клетки. Модель поместили в инкубатор, довели до необходимой кондиции и трансплантировали человеку. С течением времени она разрушилась, на ее месте остался полностью органический материал.

Та же команда произвела жизнеспособные уретры. Непрерывно ведутся исследования и совершаются прорывы в создании почек, печени и сердца.

Тело человека пронизывают десятки тысяч километров капилляров, артерий и вен. Со временем они изнашиваются, и ученые ведут исследования над возможностью их полноценной

замены. Создание частей тела на биопринтере невозможно без воспроизведения жизнеспособных кровеносных сосудов. Технологии позволяют создать материалы, спроектированные для дальнейшего благоприятного самостоятельного развития сосудов.

3D-биопринтинг – это создание объемных моделей при помощи биоматериала, который включает живые клетки. Он используется для воспроизведения сложных структур, таких как кожные ткани или кровеносные сосуды.

Клетки для создания модели берутся у пациента и культивируются до тех пор, пока их масса станет достаточной для создания биочернил. Полученные чернила загружаются в принтер, на котором печатается нужная модель.

Получение достаточного количества клеток возможно не всегда, поэтому на помощь приходят морские водоросли или свиной коллагеновый белок. Также применяются стволовые клетки, у которых есть свойство становиться любой клеткой в организме.

Хирурги получили возможность проходить практику по проведению операций на органах и тканях, выглядящих на 100 % реально. Это происходит как при помощи виртуального создания прототипов, так и с применением печатных 3D-моделей.

Ткани, воссозданные на биопринтере, имеют несколько типов клеток с разной плотностью, а также с ключевыми архитектурными особенностями. Это дает возможность проводить исследования воздействия заболеваний на организм, а также прорабатывать разные способы лечения.

Биопринтер для пациентов с микроотией, создающий человеческие уши, Университет Вуллонгонга.

Микротия – врожденный дефект, связанный с остановкой развития наружного уха. Он обнаруживается во время беременности. Поскольку структура уха имеет специфическую форму, лечение его деформации вызывает серьезные затруднения. По словам создателей биопринтера, новая технология подводит к революционному перевороту в помощи детям с микроотией.

Австралийский Университет Вуллонгонга создал принтер 3D Alek. Он печатает человеческие уши для дальнейшего применения в реконструктивной хирургии. В качестве основы для биочернил выступают стволовые клетки. Создание ушей на биопринтере выглядит очень перспективным, поскольку метод позволяет

сконструировать трансплантат по форме лица пациента и сделать это в достаточно короткие сроки. Технология исключает поиск доноров для взятия участка хряща, работа основана на использовании натуральных тканей пациента.

Организации, которые предлагают печать органов или занимаются продажей биопринтеров:

3D Bioprinting Solutions – Россия, Москва. Специализируется на бескаркасной печати, создала два принтера – FABION и FABION-2. Разрабатывает свой метод органопринтинга.

Organovo – США, Сан-Диего. Производит и продает ткани печени фармацевтическим компаниям. В 2009 году выпустили первый серийный биопечатный принтер – Novogen.

BioBots – США, Луисвилль. Стартап, представивший в 2013 году дешевый биопринтер для коммерческого применения. В доступе BioBot BASIC. Ведется работа над второй версией устройства.

Cyfuse Biomedical – Япония, Токио. Компания произвела биопринтер Regenovo, на котором можно создавать ткани кожи и выращивать сосуды.

Список использованных источников

1. Биотехнология / Под редакцией Е. С. Воронина. – М.: Гиорд, 2008. – 350 с.
2. Сассон, Алдбер Биотехнология: свершения и надежды / Алдбер Сассон. – М.: Мир, 2018. – 412 с.