

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ЗД-БІОПРІНТИНГА В МЕДИЦИНІ

Єждіна О.Г.

Науковий керівник – доц. каф. «Інформаційні технології проектування в машинобудуванні», канд. техн. наук Савельєва О.В.

Сьогодні 3д-біопрінтинг широко використовується в медицині. За допомогою цих технологій можна відтворювати високоточні тривимірні моделі людських органів, а також деякі імплантати.

Ця сфера діяльності цікавить не тільки медиків, а й інженерів, програмістів, дизайнерів, проектувальників. Саме вони проектують, програмують та створюють зовнішній вигляд біопринтерам, але під чіткими вказівками та постійним наглядом медиків та науковців. Проектувальники займаються створенням 3д моделей органів та імплантатів в різноманітних програмах 3д-моделювання. Всі вони є невід'ємною частиною створення технології 3д-біопрінтинга.

Американські вчені з Медичного центру університету Уейк Форест представили розробку нового 3д-біопринтера на сторінках журналу Nature Biotechnology.

Біопринтер носить назву ІТОР (Integrated Tissue and Organ Printing System) або об'єднана система для друку тканин і органів.

Як повідомляють автори, на такому біопринтері можна друкувати кісткові, хрящові і м'язові тканини по заздалегідь створеній цифровій моделі індивідуально для кожного пацієнта. Для створення такої моделі можна використовувати дані комп'ютерної томографії (КТ) та МРТ.

Але головна перевага ІТОР - він може друкувати органи, які васкуляризовані - тобто мають мережу кровоносних судин. А це одна з найскладніших завдань для регенеративної медицини. Васкуляризовані органи після імплантації добре приживаються і повністю інтегруються в організм, стверджують автори розробки.

«Цей новий принтер - важливий крок у розвитку технології біопечаті. У майбутньому, ми сподіваємося, ця технологія зможе використовуватися для друку тканин і органних конструктів для імплантації пацієнтам», - говорить провідний автор дослідження доктор Ентоні Атала (Anthony Atala).

3д біопринтер використовує той же принцип дії, що і звичайні 3д принтери. 3д принтери працюють, так само як і звичайні струменеві, але друкують модель в тривимірному вигляді. Такі принтери розпилюють крапельки полімеру, які сплавляються

разом, після чого утворюють єдину структуру. Таким чином, за кожен прохід друкуюча головка створює маленьку полімерну лінію на об'єкті. В результаті, крок за кроком, предмет знаходить свою остаточну форму.

Отже, перша друкуюча головка фактично викладає крапельки з клітинами в потрібному порядку. Друга головка використовується для розпилення підтримує підстави - гідрогелю. Гідрогель складається з желатину, фібриногену (безбарвного білка, розчиненого в плазмі крові), гіалуронової кислоти (що входить до складу сполучної, епітеліальної і нервової тканин) і гліцерину, змішаного з глюкозою. «Такий гідрогель сприятиме клітинної життєздатності та зростання клітин, - пояснюють фахівці. - Концентрація його складових повинна залежати від розміру майбутнього органу». Коли клітини встановлять власні взаємозв'язку, гідрогель зруйнується короточасним впливом лампи ультрафіолетового випромінювання. Для створення трубчастих структур, таких як кровоносні судини, спочатку наноситься гідрогель (всередині і зовні майбутньої структури). Після цього додаються клітини. Як тільки сформується орган, гідрогель знімається з зовнішньої частини і витягується з внутрішньої частини.

У біопринтері можна використовувати і інші види клітин і підтримуючих підстав. Так клітини печінки можна наносити на заздалегідь сформований підставу, що має форму печінки або можна формувати шари з сполучної тканини для створення зуба.

Довгий час основною проблемою була нестабільність нових клітинних структур: припинення росту клітин, їх відмирання, порушення в рості і структурі і т.д. Іншими проблемами були: повільне зростання і малі розміри вирощеного органу, малий час його життя, відторгнення організмом, порушення функцій після імплантації. Згодом більшу частину проблем вдалося вирішити або обійти.

В ході дослідження американські вчені надрукували на біопринтері вуха, м'язи і кістки і імплантували їх гризунам - мишам, кроликам і щурам. Результати виявилися багатообіцяючими: наприклад, через два тижні після операції надрукований на біопринтері м'яз спричинила за собою утворення нервів у щурів. А кісткові імплантати, які були надруковані з використанням людських стовбурових клітин і імплантовані в організм гризунів, викликали у останніх формування системи кровоносних судин, що було виявлено після закінчення п'яти місяців.

Фахівці, однак, підкреслюють, що дослідження проблеми імунної відповіді організму господаря на нові органи не входило в їхні пріоритети - це питання ще належить вивчити більш детально.

«Кожні 30 секунд у світі помирає людина, яку могла б врятувати трансплантація, - говорить Ентоні Атала. - Взагалі, існує чотири типи органів: плоскі, як шкіра, трубчасті, як кровоносні судини, порожнисті, як сечовий міхур, і тверді. З першими трьома типами всі проблеми вирішені».

Атала впевнений, що незабаром вирішиться проблема і з «твердими» органами. Однак вчені ще не імплантували надруковані тканини людям. Але автори дослідження вже знають, що в першу чергу людині почнуть пересаджувати хрящі, тому що їх життєдіяльність менше залежить від кровоносних судин, на відміну від м'язів і кісток.

Сьогодні для створення кісток, м'язів і хрящів активно використовується тканнна інженерія - створення нових тканин і органів за допомогою доставки в потрібну область опорних структур, клітин, молекулярних і механічних сигналів для регенерації. Однак за допомогою тканнинної інженерії неможливо, наприклад, забезпечити пацієнта скелетними м'язами: вони не виживають при перенесенні в організм.

Ентоні Атала запевняє, що при друку скелетних м'язів на біопринтері подібних проблем не виникне.

Таким чином, людство з кожним днем все ближче до того дня, коли будь-який орган можна буде створити прямо в лікарні, використовуючи 3D біопринтер, а значить безліч людей не будуть довго чекати відповідний орган від відповідного донора, як це відбувається зараз. Це врятує багато життів і, можливо, з часом, дозволить покращувати самі органи, а це відкриває величезні можливості для людства в цілому.

Список літератури:

1. Енріке Канесса, Карло Фонду, Марко Дзеннаро., Доступний 3d друк для науки, освіти та стійкого розвитку, 2013. - 195 с.
2. Ковальов В.А., Аналіз текстури тривимірних медичних зображень, Видавничий дім «Білоруська наука», 2008. - 279 с.
3. Мусатов М.І., Козлов В.А., Введення в трансплантологію, 2000. - 500 с.
4. Джуліан Джонс, Леррі Хенч, Біоматеріали, штучні органи і інжиніринг тканин, «Техносфера», 2005. - 305 с.
5. <https://habrahabr.ru/company/materialise/blog/89748/>
6. http://www.pit.kiev.ua/3d-printed_ears_for_mice/
7. http://www.livemd.ru/tags/3D_bioprintery/
8. http://www.infox.ru/03/alternative/2016/02/15/CHyelovyechyeskiye_u_print.phtml