

## Інформаційні технології в медицині

Анастасія Гуржій, студентка. Світлана Цюцюра, д.т.н., професор, завідувач кафедри ІТ. Роман Нечипорук, аспірант кафедри ІТ. Юлія Нечипорук, аспірантка кафедри ІТ.

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

### АНОТАЦІЯ

Представлена інформація про 3D-принтер й різновиди нанороботів, створених у медицині. Розповідь йде не про конкретні моделі розробок, а про їх основний принцип роботи та досягнення, які з ними пов'язані. Для ефективного сприйняття певної інформації було додано декілька зображень, які, в певному сенсі, краще пояснять, як працюють описані пристрої.

*Ключові слова:* 3D-біопечать, матеріал для біопринтера, нанороботи, транспортування ліків, наноробот проти раку.

### 1. ВСТУП

50 років тому, якщо б хтось сказав, що в медицині будуть працювати роботи, а органи можна буде надрукувати – усі подумали б, що він з'їхав з глузду. Однак, зараз медицина робить величезні кроки у розвитку і речі, які раніше здавалися фантастикою, є реальністю 21-го сторіччя.

Що таке MedTech? Це доволі нова та перспективна галузь, яка займається розробкою медичного обладнання і програмного забезпечення для нього.

### 2. МЕТА РОБОТИ

Ознайомлення читача з технологіями та розробками, які з кожним роком стають ще більш ефективними та розповсюдженими, такими як, 3D-принтер та нанороботи.

Створення тривимірних об'єктів з використанням живих клітин, або, коротше кажучи, - 3D-біопечать. Процес створення органу: у першу чергу потрібно сконструювати модель органу та підготувати матеріал, з якого він буде зроблений. Другим кроком є сама печать, а потім дозрівання органу у біореакторі.

#### 2.1. Матеріал для біопечаті та його підготовка

Для виготовлення органів підходять жирові тканини самого пацієнта. Вони шляхом репрограмування<sup>1</sup> стають індукованими плюрипотентними стовбуровими клітинами, які у подальшому трансформують у потрібні клітини [1]. Далі з клітин формуються тканинні сфероїди, які будуть використовуватися (Рис.1).

#### 2.2. Біопечать

3D-принтер має три форсунки: в першому знаходиться гель з тромбіном, у другому - гель з фібрिनеном, а в третьому – сфероїди. Перші дві речовини при з'єднанні утворюють сполуку, яка буде скріплювати тканину (Рис.1).

#### 2.3. Дозрівання органу

Після процесу друкування орган переміщують у біореактор (пристрій, в якому підтримуються оптимальні умови для життєдіяльності клітин), де відбувається тканеве об'єднання декількох типів клітин – окремі сфероїди зливаються в суцільну тканину.

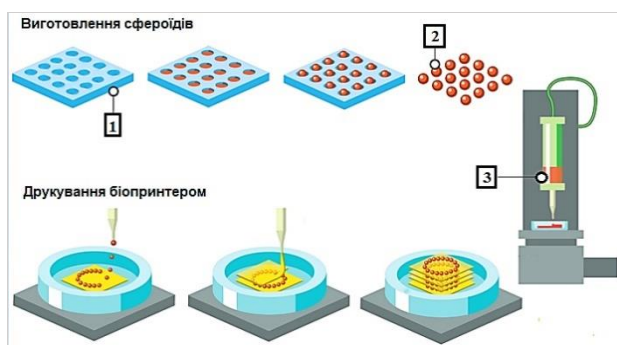


Рисунок 1. 1) Біоматриця з нейтрального гелю заповнюється клітинами, які утворюють сферу. 2) Сфероїди (містять понад 10 тисяч клітин). 3) Форсунка біопринтера.

### 3. УСПІХИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПЕЧАТІ

У Ізраїлі надрукували живе серце розміром 2,5 см з кровоносною системою. Воно було створено з жирової тканини, яку після репрограмування перетворили на серцево-м'язову й ендотеліальну<sup>2</sup> тканину [2].

Китайські вчені створили для дітей з мікротією<sup>3</sup> вушні раковини за допомогою 3D-принтеру, використовуючи хрящову тканину [3].

В Єрусалимі лікарі надрукували частину черепа, якою замінили видалену частину [4].

### 4. НАНОРОБОТИ

Одними з головних недоліків багатьох ліків є: складність доставки всієї дози ліків у потрібне місце; вплив не тільки на ураженні клітини чи органи, а й на здорові частини організму.

Нанороботи – це маленькі пристрої розміром з молекулу, які в подальшому зможуть кинути виклик лікам, неспроможним діяти локально. На даний момент найшироковідомими є такі види роботів: ДНК-роботи та цинкові наноракети.

#### 4.1. Транспортування ліків

Цинкові наноракети – технологія доставки ліків у певну точку організму. Мають трубчасту форму та вкриті шаром цинку. Головною особливістю є їх спосіб пересування: при потрапленні у шлунок, соляна кислота (компонент травного

соку) взаємодіє з цинком, утворюючи водень, що змушує наноробота рухатися (Рис.2). Вперше наноракета була створена у 2014 році вченими з Каліфорнійського університету Сан-Дієго [5].



Рисунок 2. Цинкові нанороботи

#### 4.2. Боротьба з раком

Хіміотерапія – це процес лікування пацієнта з використанням сильнодіючих ліків. Деякі з них уповільнюють ріст ракових клітин, після чого робиться операція по видаленню пухлинної тканини. Інші ліки діють відразу на знищення злویкісних клітин. Проте, як в першому, так і в другому випадку, ліки працюють не локально, тому є серйозні наслідки не тільки для уражених частин: або гальмується ріст здорових клітин, або зовсім биваються.

Спільна розробка Аризонського державного університету (ASU) та Національного центру нанонауки і технології Китаю (NCNST) – ДНК-наноробот, який припиняє надходження крові у пухлинні клітину. Така доволі нова розробка ще широко не використовується і має недоліки, однак у майбутньому чимало людей зможе видихнути з полегшенням, думаючи про лікування раку. Робот створений з молекул ДНК та з тромбіном, який діє на згущування крові. На поверхні наноробота знаходяться адаптери ДНК, які реагують на нуклеолін<sup>4</sup> (Рис.3).

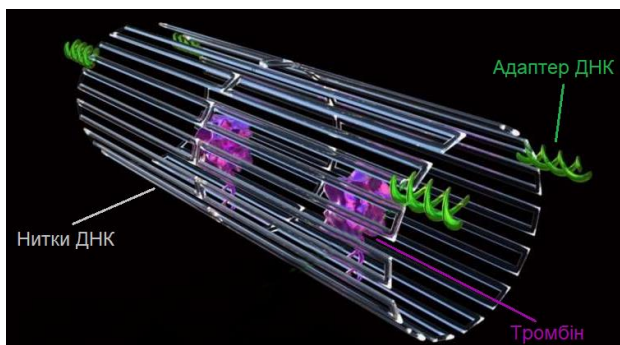


Рисунок 3. ДНК-наноробот

При контакті з ураженою клітиною пристрій випускає в неї тромбін, який запинає кровопостачання у клітину і вона відмирає [6].

#### 4.3. Недоліки нанороботів

Нанороботи мають змогу перетинати біологічні бар'єри в нашому організмі, такі як, гематоенцефалічний бар'єр (шар клітин, оточуючих кровоносні суди головного мозга, щоб в тканини нічого не потрапляло з крові), що може мати негативний ефект – початок запальних процесів.

Проте вчені працюють над удосконаленням та зменшенням небажаного впливу.

## 5. ВИСНОВКИ

1 Біопечать відбувається саме з використанням живих клітин. Основними етапами друкування органу є розробка моделі об'єкту, отримання біочорнил (матеріал для друкування), друк органу та його дозрівання. Найпоширенішим матеріалом є жирова тканина

2 Нанороботи за розміром порівняні з молекулу. Виконують роль кур'єра речовин до певного місця організму.

3 Цинкові нанороботи працюють за допомогою хімічної взаємодії соляної кислоти та цинку, перетворюючись на міні-ракету з паливом із водню.

4 Хіміотерапія – це хвиля, накриваюча без розбору, як уражені клітини, так і здорові. Новий ДНК-наноробот завдяки своїй будові здатний розпізнати ракові клітину та вприснути в неї тромбін, який зупинить кровопостачання.

5 Інформаційні технології вже пустили коріння в великий спектр галузей і підштовхнули, як медицину, так і інші області на десяток сходинок розвитку вперед. Це дає надію вважати, що проблеми, які зараз людина не в змозі подолати, у найближчому майбутньому можна буде з легкістю вирішити.

## Список літератури

- [1] С.Л. Киселев, М.А. Лагарькова. (2013). Стволовые клетки и генетическое репрограммирование. Вавиловский журнал генетики и селекции. Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия.
- [2] David Freeman. Mach. (2019) Israeli scientists create world's first 3D-printed heart using human cells.
- [3] Guangdong Zhou, Haiyue Jiang, Zongqi Yin, Yu Liu. EBioMedicine. (2018) Regeneration of Patient-specific Ear-shaped Cartilage and Its First Clinical Application for Auricular Reconstruction. № 28, P287-302.
- [4] Доктор Итай Галь, Даниэль Штайсслингер. Вести (2018). Больному в Израиле пересадили череп, напечатанный на трехмерном принтере.
- [5] Wei Gao, Renfeng Dong, Soracha Thamphiwatana, Jinxing Li, Weiwei Gao. ACS Nano. (2015). № 9 P117-123. Artificial Micromotors in the Mouse's Stomach: A Step toward in Vivo Use of Synthetic Motors
- [6] Suping Li, Qiao Jiang, Shaoli Liu, Yinlong Zhang, Yanhua Tian, Chen Song, Jing Wang Nature Biotechnology. (2018). A DNA nanorobot functions as a cancer therapeutic in response to a molecular trigger in vivo. № 36, P258-264.