

УДК 57.085

**Бурлака Наталия Ивановна**

*кандидат биологических наук,*

*доцент учебно-научного института медицинской инженерии*

*Одесский национальный политехнический университет*

**Burlaka Nataliia**

*Candidate of Biological Sciences*

*Odessa National Polytechnic University*

## **ВЫРАЩИВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ ИЗ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК**

### **GROWING ARTIFICIAL ORGANS FROM STEM CELLS**

***Аннотация.** Стволовые клетки способны дифференцироваться в другие виды клеток, которые образуют нужные ткани при развитии организма. Они обновляют и замещают клетки, утраченные в результате каких-либо повреждений во всех органах и тканях. Истощение запаса стволовых клеток вследствие старения или тяжёлых заболеваний лишает организм возможностей самовосстановления. Из-за этого жизнедеятельность тех или иных органов становится менее эффективной.*

*Стволовые клетки считаются перспективным биоматериалом для выращивания лоскутов кожи и целых органов.*

***Ключевые слова:** стволовые клетки, биоматериал, биотрансплантация.*

***Summary.** Stem cells are able to differentiate into other types of cells that form the necessary tissues during the growth of the organism. They renew and replace cells lost as a result of any damage in all organs and tissues. Depletion*

*of stem cells due to aging or serious diseases deprives the body of the possibilities of self-healing. Because of this, the vital activity of certain organs becomes less effective. Stem cells are considered a promising biomaterial for growing flaps of skin and whole organs.*

**Key words:** *stem cells, biomaterial, biotransplantation.*

**Введение.** Многие заболевания, в том числе, угрожающие жизни человека, связаны с нарушениями в деятельности определенного органа (например, почечная недостаточность, сердечная недостаточность, сахарный диабет и др.). И не всегда эти нарушения можно исправить с помощью традиционных фармакологических или хирургических воздействий.

Одним из перспективных способов того, как восстановить функции органов пациентам в случае серьёзного поражения, является биотрансплантация.

**Цель исследования:** изучить уникальные регенеративные способности стволовых клеток, которые открывают множество медицинских возможностей.

**Обсуждение. Стволовые клетки.** Предметом исследований являются стволовые клетки (СК). Стволовые клетки - прародительницы всех без исключения типов клеток в организме. Они способны к самообновлению и, что самое главное, в процессе деления образуют специализированные клетки различных тканей. Стволовые клетки обновляют и замещают клетки, утраченные в результате каких-либо повреждений во всех органах и тканях. Они призваны восстанавливать организм человека с момента его рождения [1].

Впервые понятие «стволовая клетка» было введено русским гематологом А. Максимовым на съезде гематологического общества в Берлине [2].

Эмбриональные стволовые клетки обладают двумя замечательными свойствами: во-первых, они бессмертны и могут делиться бесконечно долго, во-вторых, их потомки могут превратиться в любую специализированную клетку, будь то один из нейронов мозга, гепатоцит печени или клетка кишечного эпителия – необходимо только задать нужную молекулярно-генетическую программу.

Ученые из лаборатории в Гарварде научились извлекать клетки из органов животных и восстанавливать их с помощью стволовых клеток человека. Эти органы прекрасно функционируют при пересадке, а это значит, что однажды они могут стать идеальными органическими имплантатами.

С возрастом количество стволовых клеток в организме катастрофически снижается. У новорожденного 1 стволовая клетка встречается на 10 тысяч, к 20-25 годам – 1 на 100 тысяч, к 30 – 1 на 300 тысяч. К 50-летнему возрасту в организме уже остается всего 1 стволовая клетка на 500 тысяч. Истощение запаса стволовых клеток вследствие старения или тяжёлых заболеваний лишает организм возможностей самовосстановления. Из-за этого жизнедеятельность тех или иных органов становится менее эффективной [3].

**Выращивание органов.** Органы могут выращиваться искусственно как в теле человека, так и вне организма. В ряде случаев имеется возможность выращивать орган из клеток того человека, которому его собираются трансплантировать.

Используются не чистые СК, а в комбинации со специфическими клетками органов (например, гепатоцитами, кардиомиоцитами и пр.). Эти комбинации способствуют приживлению СК и дальнейшему развитию. Базовая технология заключается в использовании стволовых клеток для получения специализированных клеток определенной ткани, например гепатоцитов — клеток паренхимы (внутренней среды) печени. Эти клетки

затем помещаются внутрь структуры соединительной межклеточной ткани, состоящей преимущественно из белка коллагена.

В данном случае обеспечивается заполнение клетками всего объема выращиваемого органа. Матрицу из коллагена можно получить путем очистки от клеток донорской биологической ткани или же создать ее искусственным путем из биоразрушаемых полимеров или специальной керамики, если речь идет о кости. В матрицу помимо клеток вводятся питательные вещества и факторы роста, после чего клетки формируют единый орган или некую «заплатку», призванную заместить собой пораженную часть.

Ученые из Японии и США продемонстрировали технологию, которая может преодолеть основные препятствия в искусственном создании тканей печени человека, пригодных для терапевтической трансплантации больным людям.

Несколько лет назад биоинженеры начали работать над технологией по выращиванию искусственных органов.

Для выращивания клеток печени ученые взяли индуцированные человеческие плюрипотентные стволовые клетки (iPSC). Эти клетки получают из клеток различных тканей путем их генетического репрограммирования. Плюрипотентность в их названии означает возможность превращения таких клеток в любые виды (клетки сердца, печени и т.д.) [4].

На подготовительном этапе исследователи, используя iPSC-клетки как доноры, начали массовое производство по выращиванию трех видов клеток-предшественников, необходимых для создания печени. Это клетки печеночной энтодермы, эндотелиальные и мезенхимальные клетки. Затем эти клетки-предшественники помещались в специально разработанные, покрытые пленкой микролунки. В этих микролунках формировались самоорганизующиеся трехмерные фрагменты («почки») печени. После того

как в микролулке генерировалось более 20 000 таких печеночных «почек», способных, как пишут ученые, достигать терапевтически жизнеспособного уровня, их пересаживали животным с тяжелыми болезнями печени. И, как показали эксперименты, такие пересадки спасали лабораторных животных.

Данная новая технология дает возможность выращивать искусственную печеночную ткань нужных объемов, которые достаточны для трансплантации больному с тяжелой болезнью печени или с нарушением функции органа. Так как ткани печени генерировались полностью из клеток, индуцированных человеком, это сделало их безопасными, без побочных продуктов животных клеток, которые использовались в исследовательских целях ранее.

По запатентованной методике японцы смогли вырастить трехмерные структуры нервной ткани, первой из которых стала полученная из эмбриональных стволовых клеток мышей сетчатка глаза (так называемый зрительный бокал). Она состояла из функционально различных типов клеток, которые были расположены так, как предписывает природа. Следующим достижением стал аденогипофиз. Он не просто повторял структуру природной железы, но и выделял при пересадке мыши необходимые гормоны [5].

Японские биологи искали ответ на следующий вопрос: насколько зависит развитие конкретных клеток от внешних факторов (например, от контакта с соседними тканями), а в какой степени программа «защита» внутри самих стволовых клеток. Их исследования показали, что есть возможность вырастить из изолированной группы стволовых клеток заданный специализированный элемент организма, хотя внешние факторы играют определенную роль — например, необходимы определенные химические индуцирующие сигналы, заставляющие стволовые клетки развиваться, скажем, именно как нервная ткань. И для этого не понадобится никаких поддерживающих структур, которые придется наполнять

клетками — формы возникнут сами в процессе развития, в ходе деления клеток [6].

Ученые из Флоридского университета (США) первыми в мире вырастили полностью сформированные и приживающиеся клетки головного мозга. Как сообщил руководитель проекта Бьорн Шеффлер, вырастить клетки удалось путем «копирования» процесса регенерации клеток головного мозга. Теперь ученые надеются выращивать клетки для трансплантации, что может помочь в лечении болезней Альцгеймера и Паркинсона. Шеффлер отметил, что ранее ученым удавалось выращивать нейроны из стволовых клеток, однако именно во Флоридском университете удалось получить полноценные клетки и изучить процесс их роста от начала до конца.

Японские ученые первыми в мире вырастили структурно полноценные капиллярные кровеносные сосуды из стволовых клеток человеческого эмбриона.

Осенью 2006 года доктор Саймон Хоерстрап и его коллеги из университета Цюриха впервые вырастили человеческие сердечные клапаны, воспользовавшись стволовыми клетками, взятыми из околоплодной жидкости.

Это достижение может сделать реальным выращивание клапанов сердца специально для ещё не родившегося ребёнка, если у него, ещё в утробе матери, обнаружатся дефекты сердца. А вскоре после рождения младенцу можно будет пересадить новые клапаны [7].

Это только начало в развитии данного направления, но успехи искусственной регенерации тканей с применением технологий эволюции развития указывают путь, по которому пойдет вся регенеративная медицина: от «умных» протезов — к композитным имплантатам, в которых готовые пространственные структуры «проращиваются» клеточным

материалом, и далее — к выращиванию запасных частей для человека по тем же законам, по которым они развиваются в естественных условиях.

**Заключение.** Данный обзор публикаций показывает, что уже имеются существенные достижения в использовании выращивания органов для лечения людей не только простейших тканей, таких, как кожа и кости, но и достаточно сложных органов. Технологии выращивания ещё более сложных органов (сердце, печень, глаз и др.) на данном этапе отрабатываются на животных. Кроме применения в трансплантологии, такие органы могут послужить, например, для экспериментов, заменяющих некоторые эксперименты на лабораторных животных. С каждым годом в области выращивания органов появляются новые достижения. По прогнозам учёных разработка и внедрение техники выращивания сложных органов – вопрос времени и велика вероятность, что уже в ближайшие десятилетия техника будет отработана настолько, что выращивание сложных органов будет широко использоваться в медицине, вытеснив наиболее распространённый сейчас метод трансплантации от доноров.

### **Литература**

1. Некоторые актуальные проблемы клинических исследований стволовых клеток / Белоусов [и др.]; под общ. ред. Ю. Б. Белоусова // Этическая экспертиза биомедицинских исследований. 2005. Т.7, №1.
2. Деев Р.В. Научное наследие Александра Максимова и современность / Р. В. Деев // Клиническая трансплантология и тканевая инженерия. 2005. №1. С. 4-11.
3. Савченкова И.П. Эмбриональные стволовые клетки в биологии: настоящее и будущее / И. П. Савченкова. Дубровицы, 1999. 97 с.
4. URL: <https://www.popmech.ru/science/411522-hirurgi-nauchiliv- vosstanavlivat-organy-dlya-peresadki-spasenie-dlya-millionov/>

5. URL: [https://studbooks.net/1411072/meditsina/tehnologiya\\_vyraschivaniya\\_iskusstvennyh\\_organov\\_osnove\\_stvolovyh\\_kletok](https://studbooks.net/1411072/meditsina/tehnologiya_vyraschivaniya_iskusstvennyh_organov_osnove_stvolovyh_kletok)
6. URL: <http://www.aif.ru/health/life/14157>
7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stvolovye-kletki-obzor-literatury>