

ВИКОРИСТАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН У ВІДНОВЛЕННІ ПОШКОДЖЕНИХ ТКАНИН ТА ОРГАНІВ

Шкуратова С.Ю.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, sofiskuratovart@gmail.com

Abstract

Stem cell therapy is a leading field in regenerative medicine, offering great potential for restoring damaged tissues. Mesenchymal stem cells (MSCs), derived from bone marrow, fat tissue, or the umbilical cord, are especially valued for their ability to regenerate and repair various tissues in the body.

Keywords: *stem cells, mesenchymal stem cells, regenerative medicine, differentiation, cell therapy.*

Вступ. Стовбурові клітини – неспеціалізовані клітини, здатні до необмеженого поділу, що дають початок новим клітинам при формуванні тканин і в процесі їхнього відновлення. Поняття «стовбурові клітини» уперше з'явилося ще на початку минулого сторіччя. У 1908 р. російський гістолог Олександр Максимов, вивчаючи процеси кровотворення, дійшов висновку про існування стовбурових клітин [1–4].

Відповідно до найбільш прийнятої характеристики, стовбурова клітина – це особлива група недиференційованих клітин, що мають дві фундаментальні властивості: здатність до самовідновлення і до диференціювання в спеціалізовані тканини. Крім того, до основних властивостей можна віднести значний проліферативний потенціал, що дозволяє їм багаторазово ділитися і зберігатися як популяція протягом, як правило, усього життя організму. Однією з важливих властивостей стовбурових клітин є те, що вони не мають жодних тканиноспецифічних структур, що дозволили б їм виконувати спеціалізовані функції.

Матеріали та методи. У дослідженні використовувалися літературні джерела, що висвітлюють сучасні методи застосування стовбурових клітин у регенеративній медицині. Проаналізовано дослідження з трансплантації мезенхімальних та ембріональних стовбурових клітин для відновлення тканин, а також методи культивування клітин *in vitro* та їхнє введення у пошкоджені ділянки.

Результати та обговорення. Стовбурові клітини діляться на кілька підтипів: плюрипотентні та мультипотентні, зокрема мезенхімальні стовбурові клітини (МСК). Залежно від їх стадії розвитку, класифікують на ембріональні стовбурові клітини (ЕСК) та стовбурові клітини дорослого організму (соматичні). Стовбурові клітини дорослого організму присутні в диференційованих тканинах і забезпечують їх регенерацію [7].

Мезенхімальні стовбурові клітини (mesenchymal stem cells, MSCs) є первинними мультипотентними стромальними клітинами, що все більше викликають інтерес науковців у сфері інженерії та регенеративного лікування хрящової тканини. Це зумовлено їхньою здатністю до самооновлення, проліферації та диференціювання в хондрогенному напрямку. Серед усіх типів

MSCs, ті, що отримані з жирової тканини, є найбільш перспективними у лікуванні хвороб суглобів [6].

ЕСК є плюріпотентними клітинами, отриманими з внутрішньої клітинної маси бластоцист і можуть диференціюватися у всі три зародкові листки, включаючи серцеві міоцити. В дослідженнях на моделях гострого інфаркту міокарда та інших серцево-судинних захворювань, ЕСК показали здатність відновлювати електрофізіологічно заглушені або заблоковані серця. Вони диференціюються не лише в кардіоміоцити, але й в інші клітини, тому виникла потреба в більш специфічній диференціації. ЕСК, стимульовані різними факторами росту та цитокінами, можуть ефективно перетворюватися на ендотеліальні клітини, клітини гладкої мускулатури судин та кардіоміоцити. У доклінічних дослідженнях вони продемонстрували значне покращення функції лівого шлуночка. Однак клінічне застосування ЕСК стикається з такими ризиками як утворення тератом та імунне відторгнення [7].

Постнатальні соматичні стовбурові клітини присутні у вже сформованих тканинах дорослого організму. Ці клітини мультипотентні. Залежно від умов, що створюють фон для диференціювання і росту, ці клітини здатні диференціюватися в клітини іншої тканини. Головним завданням постнатальних СК є реконструкція уражених тканин. Вони поділяються на три основні групи: гемопоетичні (кровотворні), мультипотентні мезенхімальні (стромальні) та тканиноспецифічні клітини-попередники [8].

На сьогодні проведено багато досліджень, які підтверджують досягнення значного терапевтичного ефекту від застосування стовбурових клітин при лікуванні різних захворювань. До цього переліку належать лейкемії, міодиспластичний синдром, лімфоми, анемії, спадкові захворювання еритроцитів та тромбоцитів, тяжкі спадкові комбіновані імунodefіцити, спадкові нейропенії, мієлопроліферативні захворювання, фагоцитарні порушення, рак кісткового мозку, солідні пухлини, мукополісахаридози, лейкодистрофічні порушення, порушення нервової системи, аутоімунні та серцево-судинні захворювання, діабет, генетичні та метаболічні порушення, захворювання опорно-рухового апарату тощо [5].

Використання МСК є перспективним з погляду ангіогенної терапії для лікування пацієнтів з ішемічними і недегенеративними захворюваннями, для загоєння ран, лікування фіброзів шкіри та органів. Наукові дані свідчать, що анатомічне розташування МСК у периваскулярному просторі кровоносних судин розсіяне по всьому тілу. Така гістологічна локалізація свідчить про те, що МСК сприяють утворенню нових кровоносних судин *in vivo*. Наприклад, МСК можуть вивільняти фактори ангіогенезу і протеази, які полегшують формування судин та *in vitro* здатні підвищувати/підтримувати ангіогенез.

МСК також успішно застосовують для заміщення кісткових дефектів у разі травми, артропластичних втручань або у випадках видалення пухлин кісткової тканини. Автологічна трансплантація кістки має низку недоліків (обмежена кількість автологічного матеріалу, значна крововтрата, велика тривалість операції, тимчасове порушення структури донорської ділянки кістки), що робить

відновлення за допомогою МСК оптимальним методом лікування. Окрім відновлення кістки, хірурги-ортопеди часто стикаються з проблемою відновлення хряща. У зв'язку з аваскулярною природою хрящової тканини власні регенеративні властивості хряща обмежені. За наявності відповідних стимулювальних чинників МСК здатні диференціюватися в хондроцити. Для кращого результату застосовується кокультура хондроцитів і МСК. Наявні результати клінічних досліджень свідчать про безпеку та результативність цього терапевтичного підходу, особливо при ранньому застосуванні МСК [5]. МСК використовують і для регенерації інших м'язово-скелетних тканин: менісків, зв'язок, сухожилків, міжхребцевих дисків. Як і при регенерації хряща, із цією метою застосовуються гідрогелеві та електропрядені каркаси, навантажені МСК. Для оптимальної регенерації ключовим є механічне навантаження на проблемний меніск або сухожилок [5].

Висновки. Стовбурові клітини звертають на себе науковий і клінічний інтерес, оскільки здатні відновлюватися до певних типів клітин залежно від джерела їхнього походження та біологічної пластичності. Стовбурові клітини мають величезний потенціал і можуть стати одним з найважливіших аспектів медицини. Вони відіграють велику роль у розвитку регенеративної медицини, для лікування багатьох серйозних захворювань, таких як вроджені дефекти розвитку або онкологічні захворювання. Важливою особливістю стовбурових клітин є їх не диференційованість. Ділячись і розмножуючись, вони продовжують зберігати свій недиференційований статус, згодом трансформуючись у спеціалізовані клітини тканин. СК присутні практично у всіх органах і тканинах дорослих, будучи резервом регенерації при пошкодженні тканин. Вони є унікальним інструментом відновлення пошкоджених клітин організму. По суті, стовбурові клітини – це носії генетичного коду.

Список використаної літератури:

1. Грищенко В.И. Проблема стволовых клеток: фундаментальные и прикладные аспекты. *АМН України*. 2004. Т. 10, № 2. С. 253–258.
2. Жегунов Г.Ф., Жегунова Г.П. Цитологические основы жизни / За ред. В.П. Пішака, Ю.І. Бажори. Вінниця. 2004. 672 с.
3. Мусина Р.А., Егоров Е.Е., Белявский А.В. Стволовые клетки: свойства и перспективы использования в медицине. *Мол. биология*. 2004. Т. 38, № 4. С. 1–15.
4. Stem cell. I. Sell Stewart //Hand book: HumanaPress. Inc. 2004. 550 p.
5. Застосування регенеративної медицини при лікуванні захворювань терапевтичного профілю / О. М. БАРНА та ін. *Ліки України (Medicine of Ukraine)*. 2023. № 9-10. С. 28–30.
6. Лечаченко С., Довгалюк Б., Довгалюк А. Ефективність використання мезенхімальних стовбурових клітин жирової тканини для регенерації хрящової тканини суглобів. *Тернопільські біологічні читання – ternopil bioscience – 2024* : Міжнар. науково-практ. конф., м. Тернопіль. Тернопіль, 2024. С. 149–151. URL: https://dSPACE.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62827/1/Тези_магнолія_Тернопіль_2024.pdf#page=149.
7. Kasilova M. O., Nefedova A. R., Boiagina O. D. The use of stem cells for the treatment of cardiovascular diseases. *Trends and areas of healthcare development in the eu and ukraine*. 2024. P. 71–73. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-514-3-18>.
8. Tronko M. D., Kovzun O. I., Pushkarev V. M. Застосування стовбурових клітин в ендокринології: проблеми і перспективи. *Endokrynologia*. 2021. Т. 26, № 4. С. 376–395. URL: <https://doi.org/10.31793/1680-1466.2021.26-4.376>.