

ПЛАЗМОЛЕМА ЯК РЕЦЕПТОРНО-БАР'ЄРНО-ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА СОМАТИЧНОЇ КЛІТИНИ

Прохорова К.В., здобувач вищої освіти ОП «Ветеринарна медицина»

Науковий керівник – **Бирка О.В.**, к. вет. н., доцент

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Компетентності лікаря ветеринарної медицини в сучасних умовах базуються на вмінні проводити цитологічні дослідження, науково-обґрунтовано інтерпретувати отримані результати, оскільки це допомагає встановленню характеру та напряму перебігу патологічних процесів, забезпечуючи при цьому якість діагностичних досліджень. А тому виникає необхідність більш детального вивчення і дослідження будови соматичної клітини, ознайомлення з новітньою інформацією та застосування нових знань з цитології [1, 2, 5].

Соматична клітина – це мікроскопічного розміру жива система, складається з ядра і цитоплазми, оточена біологічною мембраною, здатна до самопідтримки, саморегуляції і відтворення. Клітина – є основною структурною і функціональною одиницею усіх багатоклітинних організмів. Процеси, які ми зазвичай пов'язуємо з повсякденною діяльністю організму – захист, поглинання, травлення, абсорбція метаболітів, видалення відходів, рух, розмноження і, навіть, загибель – усе це відображення процесів, які відбуваються в кожній з мільярдів клітин, що складають тіло тварини і людини. Значною мірою клітини різних типів використовують подібні механізми для синтезу білка, перетворення енергії і транспортуванню необхідних речовин у клітину. Також вони використовують однакові види молекул для забезпечення скоротливої функції та подвоюють свій генетичний матеріал однаковим способом. Деякі клітини розвивають одну або кілька функцій до такого ступеня спеціалізації, що їх ідентифікують за функцією та структурами пов'язаними з ними. Наприклад, усі клітини містять скоротливі ниткоподібні білки, проте у м'язових структурах велика кількість цих білків розташована у специфічному порядку, що дає змогу виконувати спеціалізовану функцію скорочення, як на клітинному, так і на тканинному рівнях [1, 2, 4, 5].

Мета дослідження – проведення патоморфологічних (гістологічних) досліджень. Своєчасний і правильний аналіз гістологічних (цитоморфологічних) препаратів визначає діагноз, призначення терапії, формує прогноз та шляхи профілактики [5].

Соматичну клітину формують декілька морфологічно і функціонально пов'язаних, тісно взаємодіючих одна з одною систем. Вони забезпечують усе різноманіття проявів життєдіяльності. Однією з таких систем є рецепторно-бар'єрно-транспортна система – клітинна мембрана (плазматична мембрана, плазмолема). Плазматична мембрана – це динамічна структура, яка бере активну участь у багатьох фізіологічних і біохімічних процесах, необхідних для функціонування і виживання клітини – підтримка форми, сприйняття подразнень, збереження внутрішньоклітинного гомеостазу шляхом вибіркового транспорту речовин в клітину і з неї, взаємодії клітини з зовнішнім середовищем і одна з одною в тканині [2, 3, 7]. При дослідженні плазмолем за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу вона має вигляд двох електронно-щільних шарів розділених проміжним електронно-прозорим шаром. Загальна товщина плазматичної мембрани становить 8-10 нм. Молекулярну організацію плазматичної мембрани характеризує модифікована рідинно-мозаїчна модель біологічної мембрани за *Сингером-Ніколсоном* [1, 5, 9].

Плазматична мембрана – це подвійний ліпідний шар, що складається, насамперед, з молекул фосфоліпідів, холестерину і білків. Полярні головки фосфатної групи молекул фосфоліпідів кожного шару формують гідрофільну зовнішню і, зі сторони цитоплазми, внутрішню поверхні плазматичної мембрани. Неполарні подвійні ланцюги жирних кислот фосфоліпідів кожного шару направлені всередину, обернені один до одного і стикаються у

один гідрофобний шар. Таке розміщення молекул фосфоліпідів формує трьохмірну модель фосфоліпідного бішару, в якому два шари є гідрофільними і один – гідрофобний. Ліпідні молекули бішару забезпечують основну фізико-хімічну властивість мембрани – це «текучість». Згідно рідинно-мозаїчної моделі плазматичної мембрани, у рідкому фосфоліпідному бішарі «плавають» білкові молекули, формуючи своєрідну мозаїку, яка змінюється внаслідок досить вільного переміщення молекул [1, 4, 5, 6]. Вважається, що рух білкових молекул в плазмолемі відбувається за участі елементів цитоскелету. Наявність білків у плазмолемі підтверджена заморожувально-сколювальним методом електронної мікроскопії. Плазматична мембрана характеризується неоднорідністю будови. У ній виявляються ділянки різні за товщиною та структурою і функцією. У залежності від зв'язку білків з фосфоліпідами, розрізняють:

1. Інтегральні мембранні білки – розміщені в подвійному ліпідному шарі, завдяки наявності амінокислот з гідрофобними і гідрофільними властивостями.
2. Напівінтегральні білки – частково вбудовані в бімолекулярний шар ліпідів.
3. Периферичні білки – розміщені на поверхні біліпідного шару. Вони з'єднуються міцними іонними зв'язками з інтегральними білками.

Білки забезпечують специфічні функції плазмолемі: є структурними компонентами, виконують функцію рецепторів, ферментів, сприяють трансмембранному транспорту речовин у якості білків-насосів та білків-каналів, а також забезпечують зв'язок клітин з білками позаклітинного матриксу [2, 4, 5, 8].

На зовнішній поверхні плазматичної мембрани до деяких білків та гідрофільних головок ліпідних молекул приєднуються вуглеводи, утворюючи глікопротеїни і гліколіпіди, які формують поверхневий шар плазмолемі – глікокалікс. Глікокалікс забезпечує механічну міцність плазмолемі, слугує рецепторною ділянкою для гормонів, утворює мікросередовище розпізнавання та асоціації клітин. Глікопротеїни глікокаліксу є маркерами імуннокомпетентних клітин, за допомогою яких вони розпізнають антигени. В електронному мікроскопі глікокалікс має вигляд пухкого шару на зовнішній поверхні клітинної мембрани [1, 4, 5, 8]. В окремі проміжки між подвійними ланцюгами жирних кислот фосфоліпідів гідрофобного шару клітинної мембрани, вбудовуються молекули холестерину. Ці локалізації містять окрім холестерину, високу концентрацію глікосфінголіпідів, інтегральні та периферичні білки і називаються ліпідними рафтами. У порівнянні з прилеглою плазматичною мембраною, рафти підвищені над рівнем двошарової мембрани фосфоліпідів. Холестерин – це динамічний «клей», який тримає рафт разом. В цих ділянках мембрана малоеластична, в ній не відбувається ендо-, піно- і екзоцитози. Кожен окремий рафт оснащений рецепторами, факторами зв'язку, ефекторними ферментами для прийняття та передачі конкретних сигналів. В ліпідних рафтах, внаслідок тісної взаємодії білків, швидше і ефективніше відбувається переміщення сигналів [5, 10].

При бактеріальних і вірусних інфекціях початковий контакт мікроорганізму з клітиною, відбувається на рафті. Так, *Salmonella typhimurium* «викрадає» рафти за допомогою власного сигнального механізму і використовує їх для проникнення в клітину. Багато збудників, що проникають в клітину, використовують рецептори рафт для утворення вакуолей, які транспортують їх в клітину без ризику виявлення лізосомами [2, 5, 8, 10].

На плазмолемі зі сторони цитоплазми, розташований вузький кортикальний шар з великою кількістю переважно актинових філаментів. Цей шар пов'язаний з периферичними білками плазмолемі, надає їй міцності і приймає участь в збереженні клітинної форми [1, 5].

При гострому пошкодженні клітин, їх поділі та руху, дії токсинів і загибелі плазматична мембрана відшаровується від прилеглих актинових філаментів цитоскелету, що морфологічно проявляється утворенням в ній пухирців [1, 2, 5, 8].

Плазмолема соматичної клітини, як рідинно-мозаїчна модель біологічної мембрани, забезпечує автономність відносно оточуючого середовища і тісного зв'язку з ним. Структура і функція плазмолемі соматичної клітини може змінюватися за дії різноманітних чинників

зовнішнього і внутрішнього середовища, що потрібно враховувати при цитологічних дослідженнях.

Бібліографічний список:

1. Bohutska, K.I. (2020). *Klitynna biofizyka: strukturna orhanizatsiia ta biofizychni vlastyvoli membran* [Cellular biophysics: structural organization and biophysical properties of membranes]. Kyiv. 50 s. (in Ukr.).
2. Bohutska, K.I., Ohloblia, O.V. (2019). *Fazovi perekhody: teoretychni aspekty ta pryklady dlia biolohichnykh system* [Phase transitions: theoretical aspects and examples for biological systems]. Kyiv : Vydavnytstvo «Kapri». 80 s. (in Ukr.).
3. Bohutska, K.I., Prylutskyi, Yu.I., Skliarov, Yu.P. (2011). *Biofizyka membran* [Biophysics of membranes]. Kyiv : Vydavnytstvo Instytutu metalofizyky im. H.V. Kurdiiumova. 86 s. (in Ukr.).
4. Demchenko, O.P. (2012). *Suchasni uiavlennia pro strukturu i dynamiku biolohichnykh membran. Biopolimery i klityna*, 28 (1), 24-38. (in Ukr.).
5. *Histolohiia: pidruchnyk i atlas. Z osnovamy klitynnoi ta molekuliarnoi biolohii: 8-e vydannia: u 2 tomakh. Tom 1 / Voitsekh Pavlina, Maikl H. Ross; nauk. Red. Perekladu : Oleksandr Stepanenko, Yurii Chaikovskiyi. K. : VSV «Medytsyna», 2021. 462 s. (in Ukr.).*
6. Iglic, A., Garcia-Saez, A., Rappolt, M. (2019). *Advances in biomembranes and lipid self-assembly*. Academic Press. 262 p.
7. Luckey, M. (2014). *Membrane structural biology: with biochemical and biophysical foundations*. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. 423 p.
8. Ostapchenko, L.I., Synelnyk, T.B., Kompanets, I.V. (2016). *Biolohichni membrany ta osnovy vnutrishnoklitynnoi syhnalizatsii. Teoretychni aspekty*. [Biological membranes and the basics of intracellular signaling. Theoretical aspects.]. Kyiv : VPTs «Kyivskiyi universytet». 639 s. (in Ukr.).
9. Singer, S. J. & Nicolson, G. L. (1972). *The fluid mosaic model of the structure of cell membranes*. Science. 175. 720-731.
10. Stillwell, W. (2013). *An introduction to biological membranes: from bilayers to rafts*. Elsevier Science. 378 p.