



МЕМБРАНОЛОГІЯ (від лат. *membrana* — оболонка, перетинка і ...логія) — міждисциплінарна галузь природничих наук, що виникла на перетині біофізики, біохімії, генетики, імунології, колоїдної хімії, молекулярної біології, фізичної хімії, фізіології. М. вивчає склад, структуру, властивості, функції, локалізацію компонентів біол. мембран, їхню молекулярну і динам. організацію, особливості міжмолекуляр. взаємодій і фазові переходи ліпідів і білків у мембрані, проходження речовин через мембрани, участь біомембран у здійсненні й регулюванні метаболіч. процесів у клітині, механізми дії фіз.-хім. факторів на мембранні системи та ін. питання, пов'язані з дослідж. стану компонентів біомембран і окремих клітин (див. Мембрана клітини). М. також вивчає штучні мембрани, виготовлені з полімер. або неорганіч. матеріалів, що широко використовують у промисловості для очищення вод, розчинів і газ. сумішей (див. Мембранна технологія). Перші наук. спостереження, що започаткували науку про мембрани, датують серед. 18 ст.: франц. священик і фізик Ж. Нолле встановив, що крізь стінку бичачого міхура вода проникає, а спирт затримується. Це явище вибірк. проникнення речовин крізь напівпроникну перегородку (мембрану) назвали «осмос». Положення про те, що плазмат. мембрана навколо клітини є певною структурою, усвідомили у серед. 19 ст.: нім. фізіолог Е. Дюбуа-Реймон повідомив, що між внутр. та зовн. поверхнями шкіри жаби існує різниця електр. потенціалів. Нім. ботанік Г. фон Моль 1851 описав плазмоліз клітин рослин. Швейцар. і нім. ботанік К. фон Негелі 1855 припустив, що клітинна межа (плазмат. мембрана) відповідала за осмотичні властивості клітин. Важливим теор. досягненням стало встановлення нім. фізиком і фізіологом А. Фіком 1855 закону дифузії. Нім. хімік і ботанік В. Пфєффер у праці «*Osmotische untersuchungen*» («Дослідження осмосу», Ляйпциг, 1877) постулював існування клітин. мембран на підставі подібності клітин та осмометрів, що мали штучні напівпроникні мембрани. Вивчення осмометрич. властивостей рослин. клітин голланд. ботаніком Г. де Фрізом (припустив, що шар протоплазми між плазмалемою і тонопластом функціонує як мембрана; описав проникність клітин. мембрани для аміаку та гліцерину) у 1880-х рр. стали підґрунтям для створення фіз.-хім. теорій осмотич. тиску та електролітич. дисоціації голланд. хіміком Я. Вант-Гоффом і швед. фізико-хіміком С. Арреніусом. Нім. фізико-хімік В. Оствальд 1890 звернув увагу на можливу роль мембран у біоелектр. процесах. Нім. учений Е. Овертон 1895 і 1902 виміряв проникність клітин. мембрани для великої кількості сполук і наочно показав залежність між розчин-

ністю цих речовин у ліпідах та їхньою здатністю проникати через мембрани, припустивши, що мембрана має ліпідну природу й містить холестерин та ін. ліпіди. Подальші дослідж. — нім. біохіміків Р. Чамберса, Л. Міхаеліса. Голланд. фізіологи Е. Гортер і Ф. Грендель 1925 розробили теорію про ліпід. бішар як напівпроник. бар'єр, що оточує клітину. Уявлення про те, що з мембранами пов'язані білки, вперше висловив 1935 амер. учений Дж. Данієллі, який спільно з англ. біологом К. Даусоном висунув гіпотезу про заг. принцип структур. організації клітин. мембран як тришарової структури, де подвій. шар орієнтованих однаковим чином ліпід. молекул укладений між двома шарами глобуляр. білка, що формує кордон мембрани з водою. Ця модель з деякими несуттєвими змінами була загальноприйнятою в М. 40 р. Побачити та сфотографувати мембрану вдалося у 1940-х рр., застосувавши електрон. мікроскоп. У цей період завдяки дослідж. ірланд. фізико-хіміків П. Бойля і Е. Конвея стосовно розподілу іонів K^+ у клітинах, мембран. проникності для іонів Na^+ амер. ученого Г. Штайнбаха і концепції англ. ученого Р. Діна про існування в клітині натрієвого насоса обґрунтовано відкриття актив. транспорту, що сприяло становленню мембран. ензимології.

Сучасні уявлення про будову мембран як рухомих ліпопротеїнових ансамблів сформульовано на межі 1960–70-х рр. Осн. моделлю будови біол. мембрани сьогодні є запропонов. 1972 амер. біологами С. Зінгером і Г. Нікольсоном рідинно-мозаїчна, згідно з якою клітин. на мембрана складається з подвій. ліпід. шару, в який занурені молекули протеїнів, що виконують більшу частину мембран. функцій (вибірк. проходження речовин, створення трансмембран. потенціалів, сприйняття сигналів). Функціонал. білки занурені й просочуються у рідиноподіб. ліпід. бішарі. Білок занурений у бішар таким чином, що полярні та іонізовані групи взаємодіють з водою, а гідрофобні частини — із вуглеводневими ланцюгами ліпідів. Поверхні однієї і тієї ж мембрани різні за складом ліпідів, білків і вуглеводів (поперечна асиметрія). Напр., у плазматич. мембрані еритроцитів у зовн. моношарі подвій. ліпід. шару переважають фосфатидилхолін, у внутр. — фосфатидилетаноламін і фосфатидилсерін. Вуглеводні частини гліколіпідів і глікопротеїнів виходять на зовн. поверхню, іноді утворюючи суціль. покриття клітини (т. зв. глікокалікс); на внутр. поверхні вуглеводи відсутні. Протеїни, що є рецепторами гормонів та ін. зовн. сигнал. молекул, розташовуються на зовн. поверхні плазматич. мембрани, а всередину клітини сигнал передається за участі білків внутр. поверхні мембрани. Завдяки рідкому стану мембран. ліпідів протеїни,

занурені в ліпід. шар, є досить рухливими. Початк. модель, що передбачає випадк. розподіл протеїнів та їхнє вільне переміщення, не дозволяла пояснити дані, отримані під час вивчення ролі ліпідів у передачі сигналів біорегулятор. речовин та зв'язуванні лікувал. і токсич. сполук. У 1-й пол. 20 ст. чимало Нобелів. премій присуджено за наук. роботи, пов'язані з дослідж. біомембран: за вивчення слух. базилляр. мембран (Дж. фон Бекеші, США, 1961, отоларингологія), електр. потенціалу під час збудження та іонних струмів (А. Ходжкін, Велика Британія, 1963, нейрофізіологія), мембран. ліпідів (Ф. Лінен, Німеччина, 1964, біоенергетика), мембран зорових клітин (Дж. Волд, США, 1967, офтальмологія), синаптич. мембран та передачі хім. сигналу (Дж. Аксельрод, США, 1970, молекулярна фармакологія), мембран. рецепторів гормонів і вторин. месенджерів (Е. Сазерленд, США, 1971, біохімія), структури мембран. систем (Дж. Паладе, США, 1974, електронна мікроскопія), лізосом (К. де Дюв, Бельгія, 1974, клітинна патологія), створення хеміосмотич. теорії (П. Мітчелл, Велика Британія, 1978), відкриття $\text{Na}^+\text{-K}^+$ -АТФази (Є. Скоу, Данія, 1997). Згідно з новою концепцією організації плазматич. мембрани нім. біохімік К. Симонса та фін. біохімік Е. Іконен (1997), усередині подвій. ліпід. шару існують мікродомени, що містять сфінголіпіди та холестерол, т. зв. ліпідні рафти, що беруть участь в утворенні міжклітин. сигналів для накопичення специфіч. протеїнів, координують клітинні процеси, впливають на плинність мембрани, є центрами організації для зібрання сигнал. молекул, регулюють переміщення мембран. білків, рецепторів, а також контролюють нейротрансмісію. Ліпідні рафти більш структуровані та упаковані щільніше, ніж їхній навколиш. ліпід. бішар; при цьому вони здатні вільно в ньому переміщуватися. В останні роки склався новий наук напрям — мед. М., що проводить цілеспрямов. пошук нових препаратів для профілактики і лікування захворювань, пов'язаних із порушеннями структури і функцій біол. мембран. Ці порушення супроводжують деякі захворювання серця, нирок, печінки, нерв. системи, а також рак і атеросклероз. Незворотні зміни відбуваються в фосfolіпідах біомембран під час променевого ураження організму. Вивчення процесів, що відбуваються у мембран. системах при різних патол. станах організму, дозволяє знайти шляхи найбільш ефектив. впливу лікар. препаратів на генет. і мембран. апарати клітин. Широке застосування мед. М. отримали штучні ліпідні бішарові мембранні везикули — ліпосоми. Новий метод лікування, засн. на використанні лікар. речовин, інкапсульов. у ліпосоми, отримав назву ліпосом. терапії. Ліпосоми надають унікал. можливість збирати на своїй поверхні групи молекул для взаємодії їх із білками-мішенями. Цей підхід використовують для

конструювання препаратів, які регулюють активність комплементу (сукупність білків плазми крові, що бере участь у реалізації імун. відповіді). В Україні дослідж. біол. мембран проводять у Біохімії Інституті ім. О. Палладіна НАНУ, Ботаніки Інституті ім. М. Холодного НАНУ, Фізіології Інституті ім. О. Богомольця НАНУ (усі — Київ), а також у Київ. університеті. Всесвітньо відома школа академік П. Костюка, який зробив знач. внесок у дослідж. іонних каналів і мембран. рецепторів нерв. клітини. Разом з учнями він розробив новий електрофізіол. метод дослідж. нерв. клітин — внутрішньоклітин. діаліз. Нині його учні на чолі з академік О. Кришталею подовжують дослідж. ролі мембран. білків, зокрема іонних каналів і рецепторів, у функціонуванні окремих нейронів, нейрон. мереж та органів. Прискорений розвиток тех. М. пов'язаний із винайденням нових досконалих мембран зарядження, заряд-селектив. мембран, мембран із додатк. функціями мембран. сенсорів і імуносенсорів, матрич. мембран, мембран газорозділення, штуч. модел. біомембран тощо. Наукові дослідження із використання штуч. керам. і полімер. мембран для очищення води, розробку мембран. методів опріснення мор. води здійснюють у Колоїдній хімії та хімії води Інституті ім. А. Думанського НАНУ під керівництвом академік В. Гончарука.

Рекомендована література

1. Робертсон Дж. Мембрана живой клетки / Пер. с англ. // Структура и функция клетки: Сб. Москва, 1964;
2. J. B. Finean. The molecular organization of cell membranes // Progress in biophysics and molecular biology. 1966. Vol. 16;
3. K. Simons, E. Ikonen. Functional rafts in cell membranes // Nature. 1997. Vol. 387;
4. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура І. С. та ін. Біофізика: Підруч. К., 2001;
5. Рубин А. Б. Биофизика. Т. 2. Биофизика клеточных процессов: Учеб. Москва, 2004;
6. Брик М. Т. Енциклопедія мембран: У 2 т. К., 2005-06;
7. Остапченко Л. І., Михайлик І. В. Біологічні мембрани: методи дослідження структури і функцій: Навч. посіб. К., 2006;
8. Гордієнко Є. О., Товстяк В. В. Фізика біомембран: Підруч. К., 2009;
9. Мембраны и мембранные технологии. Москва, 2013;
10. Рибальченко Т., Держинський М., Опанасенко С., Рибальченко В. Дослідження біологічних мембран: історичний екскурс // Вісн. Львів. університету. Сер. Біол. 2014. Т. 68.

О. К. Золотарьова

Бібліографічний опис:

Мембранологія / О. К. Золотарьова // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-66495>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).