

ВІДКРИТТЯ МЕМБРАННОГО ТРАВЛЕННЯ ТА ПІЗНАННЯ МЕХАНІЗМІВ ТРАНСПОРТУ ХАРЧОВИХ РЕЧОВИН

В.І. Смоляр, доктор мед. наук, професор

ДП "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України", м. Київ

Наприкінці 50-х років ХХ ст. науковці з'ясували, що крім порожнинного й внутрішньоклітинного травлення існує ще й мембранне травлення. Відкриття мембранного травлення належить російському вченому О.М. Уголеву. Воно відбувається на межі порожнинного й внутрішньоклітинного середовища і має особливості як порожнинного, так і внутрішньоклітинного травлення, реалізується переважно у тонкій кишці ферментами, пов'язаними зі структурами мембрани кишкових клітин — ентероцитів. До цих ферментів відносяться:

- ферменти, що декретують клітини підшлункової залози і адсорбовані на поверхні ентероцитів, головним чином, у глікокаліксі;
- власне кишкові ферменти, які синтезуються в самих кишкових клітинах і потім вбудовуються в апікальну мембрану ентероцитів.

Активні центри ферментів, які здійснюють мембранне травлення, звернені в порожнину тонкої кишки, тобто зорієнтовані певним чином щодо мембрани і водної фази. Цим мембранне травлення суттєво відрізняється від порожнинного й внутрішньоклітинного. Мембранне травлення мало-ефективне щодо великих молекул і тим більше — до надмолекулярних утворень. Якщо панкреатичні ферменти, адсорбовані на структурах слизової оболонки кишок, реалізують переважно проміжні стадії гідролізу харчових речовин (вуглеводів, білків, жирів, вітамінів та ін.), то мембранні — переважно кінцеві стадії їх гідролізу. Мембранне травлення також інтегроване з процесами порожнинного травлення й абсорбції. Отже, власні кишкові ферменти і транспортні системи мембран можуть утворювати ферментно-транспортні комплекси, завдяки яким продукти гідролізу одержують переваги при абсорбції (рис. 1).

Після відкриття мембранного травлення класична дволанцюгова схема асиміляції харчових речовин (порожнинне травлення — абсорбція) була замінена на триланцюгову: порожнинне травлення — мембранне травлення — абсорбція. Внутрішньоклітинне травлення у людини також відіграє важливу роль, адже служить допоміжним механізмом гідролізу ди- і трипептидів. Між

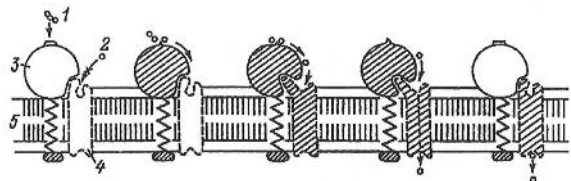


Рис. 1. Схема послідовних конфірмаційних взаємодій ферментної транспортної частини функціонуючого ферментно-транспортного комплексу.

1 — субстрат; 2 — продукт; 3 — трансмембранний фермент; 4 — транспортна система; 5 — мембрана.

порожнинним і мембранним травленням існує складна функціональна залежність, тому що кінцеві продукти першого слугують субстратом для другого (рис. 2).

Щодо механізмів транспорту харчових речовин із кишок у внутрішнє середовище організму людини,

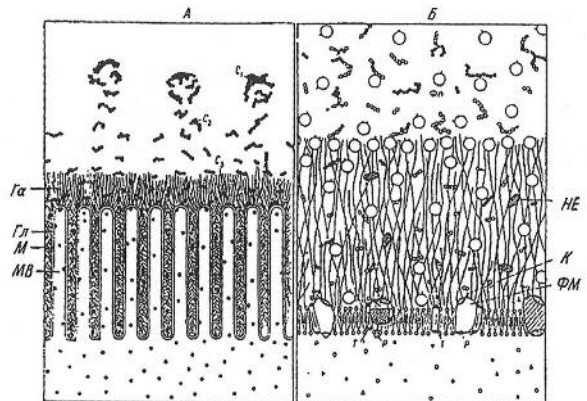


Рис. 2. Схема взаємодії між порожнинним і мембранним травленням.

А — послідовна деполімеризація харчових субстратів у порожнині і на поверхні тонкої кишки; Б — фрагмент ліпопротеїнової мембрани з адсорбованими і власне кишковими трансмембранними ферментами; М — мембрана; МВ — мікроворсинки; Га — апікальний глікокалікс; Гл — латеральний глікокалікс; С1-С3 — субстрати; МФ — мембранні ферменти; Т — транспортна система мембрани; Р — регуляторні центри ферментів; К — каталітичні центри ферментів; НЕ — неензиматичні фактори.

згідно із сучасними уявленнями, існують два типи їхнього транспорту — макромолекулярний і мікромолекулярний. Перший тип транспорту — це перенос великих молекул і надмолекулярних комплексів, який в більшості випадків здійснюється за допомогою ендцитозу і забезпечує проникнення невеликих, але важливих для організму кількостей білка, через кишковий бар'єр. Але основним типом транспорту харчових речовин є мікромолекулярний, внаслідок якого через клітинну мембрану переносяться переважно мономери: різні іони, глюкоза, амінокислоти, жирні кислоти та інші молекули, а також олігомери невеликої молекулярної маси.

Через мембрани клітин харчові речовини проникають шляхом пасивного транспорту, полегшеної дифузії та активного транспорту. Пасивний транспорт поєднує в собі процеси дифузії та осмосу. Полегшена дифузія здійснюється особливими переносниками або транспортерами — специфічними білковими молекулами, які полегшують проникнення субстратів через ліпопротеїнову мембрану клітин без затрат енергії. Активний транспорт — це процес проникнення харчових речовин через плазматичну мембрану клітин проти електрохімічного градієнта. В цьому процесі, який

потребує затрат енергії, беруть участь спеціальні транспортні системи, які функціонують за типом мобільних переносників або, що частіше зустрічається, каналів.

Є серйозні підстави стверджувати, що існує особливий транспортний механізм, названий академіком О.М. Уголевим «рухлива адсорбція». Така адсорбція здійснюється завдяки руху молекул по активних поверхнях і центрах за градієнтом концентрацій, який може створюватися різними шляхами: за рахунок транспортних систем, локалізованих у певних точках, які активно переносять речовину з одного компартменту до іншого та за допомогою ферментних систем, які трансформують цю харчову речовину. Академік О.М. Уголев назвав такий механізм транссорбцією.

Процес транспорту харчових речовин через клітинні мембрани ентероцитів тонкої кишки у внутрішнє середовище організму відкрили і описали у 70-80-х рр. XX ст. відомі вчені: М.М. Нікольський (1977), Ю.К. Єлецкий, А.Ю. Цибулевський (1979), R.J. Levin (1979), D.H. Alpers (1987), G. Hopfler (1987) та ін.

Надійшла до редакції 20.09.2013