

Ліхтарі людських клітин: дендритні потенціали дії

Мозок – особливо людський – часто порівнюють з комп'ютером. Ця аналогія має свої межі, але на деяких рівнях це порівняння цілком доречне. І мозок, і комп'ютер використовують силу електричної напруги для виконання різних операцій. У комп'ютерах – це досить простий потік електронів через транзистори.

На початку минулого року дослідники із інститутів Німеччини та Греції повідомили про виявлення унікальної форми обміну повідомленнями між клітинами в людському мозку, яка раніше не зустрічалася. Захоплююче відкриття натякає на те, що наш мозок може бути ще більш потужною обчислювальною машиною, ніж ми думали.

Потенціал дії нейронів

У нейронах сигнал подається у вигляді хвилі каналів, які відкриваються, закриваються та обмінюються зарядженими частинками, такими, як натрій, хлорид і калій. Цей імпульс іонів, що перетікають, називається «*потенціалом дії*». Замість транзисторів нейрони використовують хімічні властивості дендритів (рис. 1). «*Дендрити займають центральне місце в розумінні мозку, тому що вони лежать в основі обчислювальної потужності окремих нейронів*», – говорить **Волтеру Беквіту**, нейробіолог з Університету Гумбольдта. Дендрити – це світлофори нашої нервової системи. Якщо потенціал дії досить значний, він передається іншим нейронам, які можуть заблокувати або передати повідомлення далі. Логічна основа нашого мозку – пульсації напруги; вони передаються в двох формах: повідомлення *і* (якщо спрацьовують *x* і *y*) чи повідомлення *або* (якщо спрацьовує *x* або *y*).

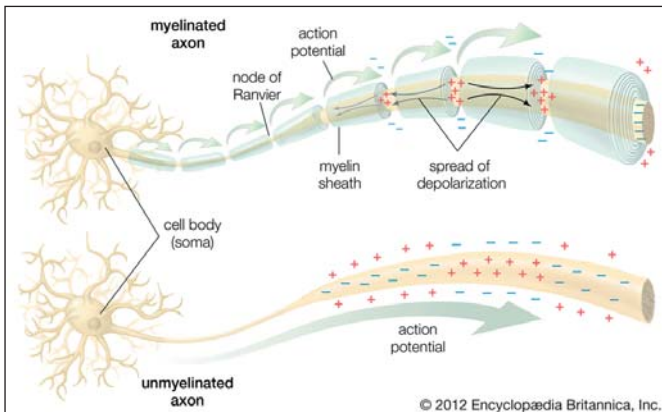


Рис. 1.

Електромагнітна взаємодія нейронів

Вимірявши електричну активність у ділянках тканини, вилученої під час операції у хворих на епілепсію, і проаналізувавши їх структуру за допомогою флуоресцентної мікроскопії, неврологи виявили новий механізм в клітинах зовнішньої кори головного мозку, який самостійно виробляє новий «градуїований» сигнал, що надає окремим нейронам альтернативний спосіб виконання логічних функцій. А саме, окремі клітини кори головного мозку використовують для «пострілу» не тільки звичайні іони натрію, але й кальцію.

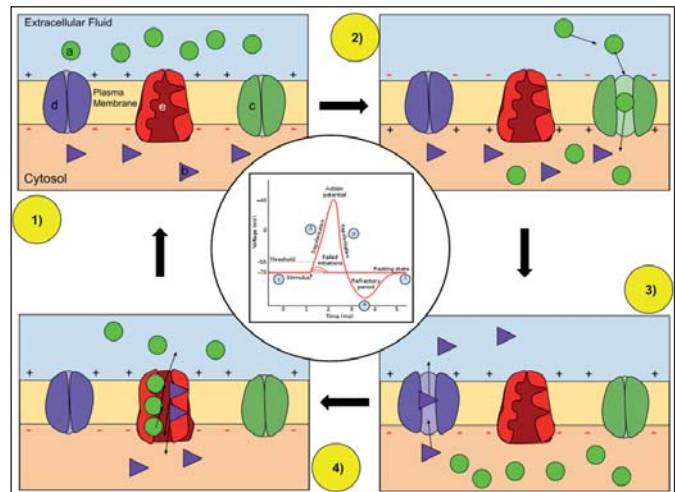


Рис. 2. Дендритні потенціали дії dCaAPs

Ця комбінація позитивно заряджених іонів викликає небачені раніше хвилі напруги, названі «*кальцій-опосередкованими дендритними потенціалами*» дії, або dCaAPs.

Ліхтарі людських клітин

Кора головного мозку людини залишається одночасно найбільш вивченою і незвіданою частиною. Глибокі другий і третій шари мозку дуже товсті; вони заповнені відростками, які виконують функції високого порядку і пов'язані з відчуттями, мисленням і руховим контролем. Вчені вивчали тканини саме з цих шарів, підключали клітини до пристрою під назвою «*соматодендритний патч-клем*», щоб посилати активні потенціали вгору і вниз по кожному нейрону, записуючи отримані сигнали (рис. 2). «*Був момент "евріки", коли ми вперше побачили дендритні потенціали дії*», – стверджує дослідник **Ларкум**.

Щоб переконалися, що всі відкриття були унікальними для людей з епілепсією, вони перевірили свої результати на кількох зразках, взятих з пухлин мозку. Хоча команда проводила аналогічні експерименти на щурах, сигнали, які вони спостерігали в клітинах людини, були зовсім іншими. Більш того – коли дослідники ввели в клітини блокатор натрієвих каналів, вони все одно виявили сигнал.

Відкриття потенціалу дії, опосередкованого кальцієм, досить цікаве. Але моделювання його роботи в корі головного мозку принесло сюрприз. На додаток до логічних функцій типу *і* та *або* ці окремі нейрони діють як «ексклюзивні» перехрестя (XOR), які пропускають сигнал тільки тоді, коли інший сигнал має певну градацію. «*Традиційно вважається, що операція XOR вимагає мережевого вирішення*», – пишуть дослідники. Додаткова робота як саме dCaAPs поведуться в нейронах і в живій системі, допоможе з'ясувати скільки ж ще додаткових логічних інструментів є у наших окремих клітин та може привести до створення транзисторів нового покоління. ■

Всеволод Гордієнко

(за матеріалами <https://alter-science.info/biologiya/uchenyye-obnaruzhili-unikal-nuyu-formu-obmena-soobshcheniyami-mezhdu-kletkami.html>)