"Таємниця заблокованого сигналу" (до параграфа 6, с 32)

Передавання сигналів між нейронами відбувається за допомогою двох типів синапсів: електричного (передача струму безпосередньо, швидкість 0.01 м/с) та хімічного (через медіатор — швидкість 0.5 – 2 м/с).

На передавання сигналів можуть впливати зовнішні чинники, до прикладу токсичні сполуки. **Ботулотоксин:** блокує злиття везикул (бульбашок) з пресинаптичною мембраною, а **Кураре (отрута):** блокує самі рецептори на м'язовій клітині, займаючи місце медіатора.

Етапи передавання сигналу в синапсі

№	Етап процесу	Основний механізм
1	Прихід імпульсу	Електричний сигнал досягає кінцевої бляшки аксона.
2	Вхід Кальцію Ca^{2+}	Відкриваються канали, іони кальцію заходять всередину бляшки.
3	Вихід медіатора	Бульбашки (везикули) з нейромедіатором зливаються з мембраною і викидають вміст у щілину.
4	Зв'язування з рецепторами	Медіатор "пливе" крізь щілину до рецепторів на іншій клітині.
5	Виникнення нового сигналу	Рецептори активуються, спричиняючи збудження (або гальмування) у наступній клітині.

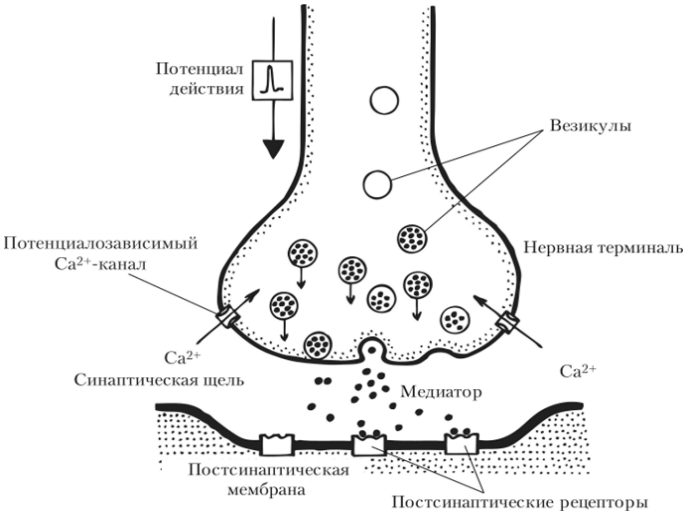
Ситуація:

Уявіть себе вченими-нейрофізіологами. До вас у лабораторію звернувся пацієнт, який відчув раптову м'язову слабкість після вживання консервованих грибів (підозра на ботулотоксин). Відомо, що цей токсин діє саме на **синапси** — місця контакту між нервовими клітинами та м'язами.

Ваше завдання — проаналізувати процес передачі сигналу та з'ясувати, на якому етапі сталася "поломка"

Завдання для аналізу:

1. Спираючись на дані таблиці, поясніть, чому для передачі нервового сигналу критично важливим є мікроелемент Кальцій. Що станеться, якщо в організмі буде його гострий дефіцит?
2. Поясніть механізм дії ботулотоксину. Чому при його дії м'яз перестає скорочуватися, хоча мозок посилає йому "наказ"? (Вкажіть номер етапу з Таблиці 1, який порушується).
3. Чому в організмі людини більшість синапсів — хімічні, хоча електричні передають сигнал значно швидше? Яка перевага хімічного способу передачі?
4. Що спільного у дії ботулотоксину та отрути кураре на організм, і в чому полягає принципова різниця в їхньому впливі на частини синапсу?



Завдання 5: Здоров’язбережувальна грамотність (Профілактика)

Ботулотоксин виробляється бактерією *Clostridium botulinum*, яка може розмножуватися у консервах без доступу кисню. Токсин є термолабільним (руйнується при високій температурі).

- **Питання:** Сформулюйте 3 правила «безпечної консервації» для домашніх умов, які допоможуть запобігти накопиченню токсину в банках. Поясніть, чому здута кришка на банці є сигналом про небезпеку на рівні роботи синапсів.

Завдання 6: Екологічна грамотність (Природні умови)

Бактерії ботулізму живуть у ґрунті та мулі водойм у вигляді спор, які дуже стійкі до зовнішніх чинників. Вони стають небезпечними лише тоді, коли потрапляють у середовище без кисню (наприклад, всередину великої риби, що застрягла в мулі, або в герметичну банку).

- **Питання:** Поясніть, як забруднення водойм та масовий мор риби влітку (через цвітіння води та брак кисню) може вплинути на екологічну безпеку харчових продуктів. Чому небезпечно купувати в'ялену рибу «з рук» на стихійних ринках, особливо влітку?

Критерії оцінювання

Завдання 1: Роль Кальцію Ca^{2+}

- **3 бали:** Чітко вказано, що Кальцій є «пусковим механізмом» для виходу медіатора (етап 2–3). Зазначено, що без нього імпульс дійде до кінця аксона, але не «перестрибне» на іншу клітину.
- **2 бали:** Вказано, що Кальцій потрібен для руху бульбашок, але не пояснено наслідок дефіциту.
- **1 бал:** Просто названо Кальцій частиною процесу без пояснення функції.

Завдання 2: Механізм дії ботулотоксину

- **3 бали:** Правильно визначено етап №3 (Вихід медіатора). Пояснено: медіатор залишається всередині везикул, щілина порожня, м'яз не отримує хімічного сигналу і не скорочується (параліч).
- **2 бали:** Вказано, що токсин блокує вихід речовини, але не пов'язано це з таблицею або результатом (слабкість м'язів).
- **1 бал:** Вказано лише, що «сигнал не проходить».

Завдання 3: Порівняння хімічних та електричних синапсів

- **3 бали:** Названо мінімум дві переваги хімічного синапсу: 1) **Однобічність** (сигнал не йде назад); 2) **Можливість регулювання** (посилення або гальмування сигналу за допомогою різних медіаторів).
- **2 бали:** Названа лише одна перевага (наприклад, однобічність) або вказано лише на фактор швидкості.
- **1 бал:** Дана загальна відповідь «хімічні складніші/кращі».

Завдання 4: Ботулотоксин vs Кураре

- **3 бали:** Сформульовано висновок: **спільне** — обидва блокують передачу сигналу і спричиняють параліч; **різниця** — ботулотоксин діє «ДО» щілини (не випускає ключ), а кураре «ПІСЛЯ» щілини (заліплює замок).

- **2 бали:** Вказано лише на спільний результат (зупинка сигналу), але не розрізнено місця дії (пре- та постсинапс).
- **1 бал:** Учень просто каже, що обидві речовини — отрути.

Завдання 5 (3 бали)

Учень називає правила (ретельне миття, термічна обробка, перевірка кришок). Пояснює, що здута кришка — це ознака життєдіяльності бактерій, які вже могли виробити токсин, що заблокує синапси.

Завдання 6 (3 бали)

Учень встановлює зв'язок: забруднення → брак кисню у воді → активація анаеробних бактерій → накопичення токсину в рибі. Розуміє ризик стихійної торгівлі через відсутність контролю умов зберігання.

Рівень	**Характеристика відповіді**
Початковий (0-3)	Учень розпізнає терміни (синапс, медіатор), але не може пояснити зв’язок між ними. Називає окремі етапи передачі сигналу без логічного зв'язку.
Середній (4-6)	Учень описує будову синапсу, частково відповідає на запитання за допомогою підказок або таблиці. Розуміє, що речовини впливають на нерви, але плутає механізми дії.
Достатній (7-9)	Учень правильно встановлює причинно-наслідкові зв'язки. Може пояснити роль Кальцію та етапи проходження імпульсу. Робить логічні висновки щодо небезпеки токсинів.
Високий (9-12)	Учень демонструє глибоке розуміє біохімічних процесів. Аналізує відмінності між пре- та постсинаптичною дією. Обґрунтовує біологічну доцільність різних типів синапсів.