

Про швидкі і повільні зміни потенціалів аферентних волокон дорсального корінця і спинного мозку

Т. М. Мамонєць

Лабораторія електрофізіології Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ

Вперше ще в 1891 р. електричну реакцію, що складається з швидких і повільних змін потенціалу на задніх спинномозкових корінцях кішки, зареєстрували Готч і Хорслі за допомогою гальванометра і капілярного електрометра [19]. В 1938 р. Баррон і Метьюз [12] дослідили реакцію на задньому корінці жаби і кішки за допомогою катодного осцилографа та описали детально тільки повільні зміни потенціалів, тривалі негативні електротонічні потенціали (більше 100 мсек). Вони [12, 34] приділяли увагу і швидкій реакції, але твердили, що швидкі зміни потенціалів виникали тільки при охолодженні спинного мозку.

Тенніс [41] описав сумачію і гальмування швидких змін потенціалів, що виникають на задньому корінці кішки і на шкірному нерві, що входить в цей корінець, при подразнюванні сусіднього корінця. Тривалість цих змін становила понад 10 мсек. Тенніс назвав ці зміни «рефлексом дорсального корінця» і підкреслив, що вони є і при нормальній температурі мозку, а зниження температури тільки збільшує їх.

Ллойд і Мак-Інтайру [29] вдалося також виявити ряд послідовних змін потенціалу заднього корінця. Вони показали, що повільному потенціалу передують ще чотири досить швидких коливання.

Воронцов [2] у відповідь на подразнення довгастого мозку спостерігав на задніх корінцях жаби електротонічну реакцію, яка також складалася з двох частин: швидкої негативної реакції (5—7 мсек), після якої розвивалась повільна негативна реакція (200—300 мсек).

Пізніше подібні швидкі зміни потенціалів, або рефлекс дорсального корінця за Теннісом, спостерігали численні дослідники на різних шкірних нервах, на чутливих м'язових нервових волокнах у тварин з нормальною температурою мозку, а також при підвищенні або зниженні його температури [13, 20, 24, 26, 43].

Незважаючи на це, важко щось певне сказати про функціональне значення цих швидких реакцій (антидромних розрядів), оскільки досі невідомий механізм їх створення.

Баррон і Метьюз [12] висловили припущення, що ці розряди зумовлюються «поворотними» волокнами. Але потім Баррон [11] відмовився від цього погляду і висловив новий, за яким антидромні розряди можуть виникати від взаємодії між сусідніми волокнами. В 1941 р. Реншоу і Термен [35] демонстрували це, але тільки на свіжоперерізаному корінці. Поряд з цим Баррон і Метьюз [12] припускали, що охолодження до деякої міри викликає розлад однобічного проведення збудження в спинному мозку, що й зумовлює антидромні розряди.

Оскільки
й повільніші
повільні зміни
Берітов
корінцях при
тенціали во
мозку зсеред
Останні
могою мікро
в поодинокі
[16, 17, 23, 2
природних у
припущення
можуть стик
ний мозок в
збудливість
них рецепто
Екклс, І
них волокна
завдяки або
20], або ефа
ють, що зме
яке виклика
Френк і Фік
розряди існу
Кокетсу
аферентних
кішки. Йом
нення. Посі
дорсальному
кали на його
Ми пра
ких і повіль
реєстрували
при простор
нення, при
на, при дег
вали при п
повідь на і
Методи
опублікова
ніх корінці
який входи
рювали за
хом зниже
був залити
На рисунку
ша, ніж ш
ні — 100—3
Екклс і Шм
В наш
виникали т
з 38 до 24
шення пов
десять раз

Оскільки на задньому корінці майже одночасно реєструється ще й повільніший потенціал, ряд дослідників [2, 20, 25, 43] вважають, що повільні зміни потенціалів і породжують швидкі.

Берітов і Ройтбак [1] спостерігали швидкі потенціали на задніх корінцях при дуже доброму функціональному стані препарату. Ці потенціали вони пояснювали «електротонічним поширенням біострумів мозку зсередини назовні по задньокорінцевих волокнах».

Останнім часом було опубліковано кілька праць, в яких за допомогою мікроелектродів реєстрували рефлекторні антидромні розряди в поодиноких аферентних волокнах при нормальній температурі мозку [16, 17, 23, 24]. Їх автори не твердять, що ці реакції спостерігаються в природних умовах. Але Френк і Фюортес [17] все ж висловили два припущення про значення цих антидромних розрядів: 1) ці розряди можуть стикатись з імпульсами, які входять у мозок, і захищати спинний мозок від зайвих подразнень; 2) ці розряди можуть підвищувати збудливість рецепторів. Є дані про те, що підвищення чутливості шкірних рецепторів настає внаслідок антидромної стимуляції [20, 31].

Екклс, Козак і Магні [24] описали антидромні розряди в аферентних волокнах з центральною затримкою 0,35 мсек, що могло статися завдяки або «поворотним» волокнам, як це вважали деякі автори [12, 20], або ефаптичним зв'язкам між волокнами. Ці дослідники вважають, що зменшення температури мозку знижувало поріг подразнення, яке викликало антидромні рефлекторні реакції. Але вони, так само як Френк і Фюортес [17], не впевнені в тому, що в природних умовах ці розряди існують.

Кокетсу [26] описав реакції поодиноких центральних первинних аферентних волокон жаби, а також при зниженій температурі тіла кішки. Йому вдалося спостерігати ці реакції при різній силі подразнення. Посилення подразнення викликало рефлекторні розряди на дорсальному корінці, які передували повільному потенціалу або виникали на його вершині.

Ми прагнули з'ясувати, чи однаковий механізм створення швидких і повільних змін потенціалів. Щоб порівняти ці потенціали, ми реєстрували і перші і другі одночасно при зміні температури мозку, при просторовій і часовій сумачії імпульсів, при тетанічному подразненні, при відведенні потенціалів від поодинокого аферентного волокна, при дегенерації первинних аферентних волокон. Відповіді реєстрували при пороговому і максимальному подразненні (5—8 в) та у відповідь на іпселатеральне і контралатеральне подразнення.

Методика проведення дослідів детально описана в наших раніше опублікованих статтях [5]. Потенціали відводили від люмбальних задніх корінців у відповідь на подразнення сусіднього корінця або нерва, який входить у сусідній корінець. Температуру поверхні мозку вимірювали за допомогою термістора. Температуру мозку змінювали шляхом зниження або підвищення температури розчину Рінгера, яким був залитий мозок. Температура тіла при цьому становила 39—36°. На рисунках видно, що тривалість повільних змін у багато разів більша, ніж швидких; швидкі тривають приблизно 7—20 мсек, а повільні — 100—300 мсек. Такі ж реакції спостерігали Уолл [43], Андерсен, Екклс і Шмідт [10].

В наших дослідах швидкі зміни потенціалів на задньому корінці виникали також при температурі мозку 38° С. Зниження температури з 38 до 24° С викликало поступове збільшення швидких змін і зменшення повільних змін (рис. 1). Потенціали збільшувались у шість—десять разів. Якщо при 38° С їх зовсім не було, то зниження темпера-

тури викликало їх появу. Повільні потенціали при цьому зменшувались на 60—80%.

Брукс, Коїзумі і Малколм [13] при зниженні температури з 38 до 30° С спостерігали збільшення також і повільних потенціалів. Тільки в одному з наших дослідів із десяти при зниженні температури до 34° С повільні потенціали збільшувались на 10—20%, а при дальшому охолодженні зменшувались (рис. 1, Б).

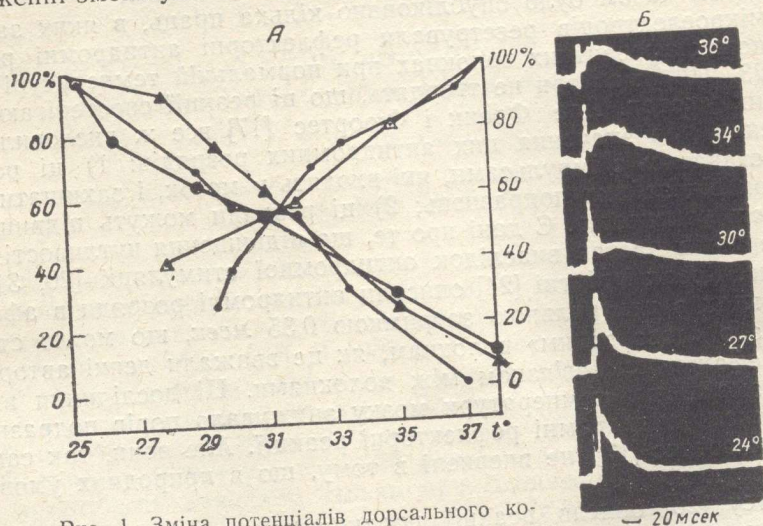


Рис. 1. Зміна потенціалів дорсального корінця при зниженні температури мозку.

А — графік цих змін. На вертикальній осі праворуч за 100% прийнята величина повільних змін потенціалу при температурі спинного мозку 38° С. На вертикальній осі ліворуч за 100% прийнята величина швидких змін потенціалу при температурі мозку 25° С.
Б — осцилограми реакцій VII люмбального заднього корінця у відповідь на подразнення поверхневої гілки малогомілкового нерва при зниженні температури мозку.

Зниження температури позначалося не тільки на величині швидких змін потенціалів, а й приводило до збільшення їх тривалості. Це, мабуть, пов'язано з тим, що охолодження збільшує амплітуду і подовжує потенціали дії нервових волокон [18, 22, 30, 32, 36, 40].

Слід відзначити, що при глибокому нембуталовсму наркозі зниження температури мозку до 35—34° С не викликало швидких змін потенціалів. Готч і Хорсі [19] також відзначали, що антидромні розряди виникали у волокнах заднього корінця тільки при поверховому наркозі.

Швидкі зміни потенціалів виникали завжди тільки на іпселатеральне надпорогове подразнення сусіднього корінця або нерва. Порогове ж подразнення викликало тільки повільні зміни потенціалів (рис. 2, А).

Величина повільних змін потенціалів на контралатеральне подразнення корінця або нерва звичайно була значно менша, ніж на іпселатеральне (рис. 3, А, осцилограми 1 і 2). Потенціалу на контралатеральне подразнення ніколи не передували швидкі зміни потенціалів такої значної величини, як на іпселатеральне подразнення. Тільки іноді повільний потенціал супроводжували невеликі швидкі коливання. В одному досліді ми спостерігали незначний швидкий потенціал, який передував повільним змінам (рис. 3, А, осцилограми 2 і 5).

В зв'язку з тим, що на іпселатеральне подразнення повільний потенціал майже завжди був більший, ніж на контралатеральне, мож-

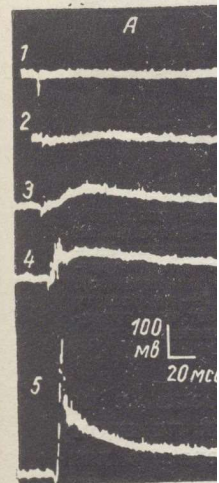


Рис. 2. Швидкі зміни потенціалів VII люмбального корінця.

А — при різних подразненнях VI корінця.
Б — реакції на V і IX корінці (нембуталовсму наркозі).

В — реакції IX корінця на різноманітні подразнення.

тому не виникали швидкі зміни потенціалів. Отже, і швидкі зміни потенціалів виникали тільки на іпселатеральне подразнення нерва.

У жаби швидкі зміни потенціалів виникали тільки на іпселатеральне подразнення нерва.

на гадати, що саме цей великий потенціал і породжує швидкі зміни потенціалів. У деяких дослідах ми спостерігали однакової величини повільні зміни потенціалів на іпселатеральне і контралатеральне подразнення. Але і в цьому випадку швидкі зміни значної величини з'являлись тільки на іпселатеральне подразнення (рис. 3, Б, осцилограми 1 і 2). На контралатеральне ж подразнення виникали швидкі зміни незначної величини тільки на вершині повільного потенціалу.

Потенціал, викликаний контралатеральним подразненням, наростав повільно (рис. 3, А, осцилограми 2—5). Можна припустити, що волокна адаптувались до поступово наростаючого струму і

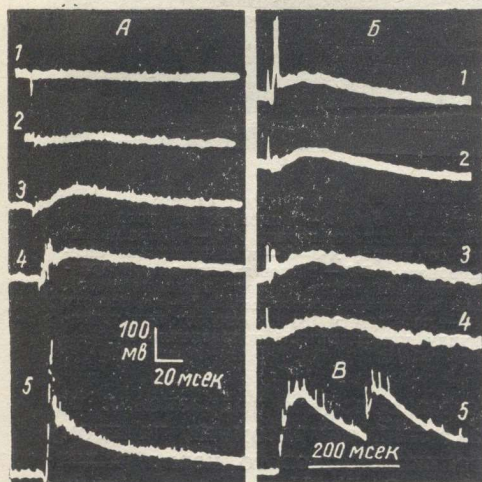


Рис. 2. Швидкі і повільні зміни потенціалів VII люмбального заднього корінця кішки:

А — при різній силі подразнення сусіднього VI корінця (хлоралозний наркоз);
Б — реакції на VII люмбальному задньому корінці (нембуталовий наркоз) при подразненні малогомілкового (1, 3) і великогомілкового (2, 4) нервів;
В — реакції IX заднього корінця жаби при подразнюванні малогомілкового нерва (частота — 5 на секунду).

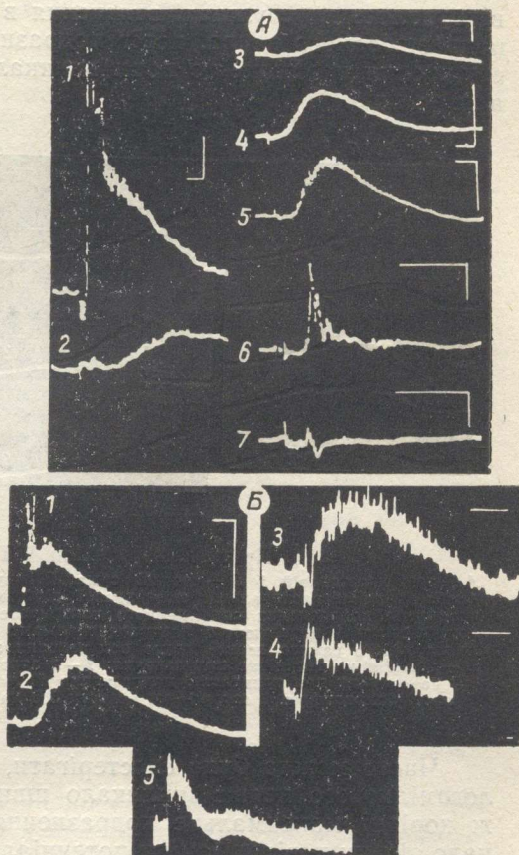


Рис. 3. Реакції на VII люмбальному задньому корінці при іпселатеральному (А-1; Б-1, 3—5) і контралатеральному подразненні (А-2, 3—5; Б-2).

А-6 — реакція на поверхневій гілочці малогомілкового нерва при подразненні VII люмбального іпселатерального заднього корінця.
А-7 — реакція на перероджуваному VII люмбальному задньому корінці (через 120 годин після його перерізання) при подразненні сусіднього VI корінця.

Відмітка часу — 20 мсек. Напруження — 100 мкВ.

тому не виникали швидкі зміни потенціалів. Однак на осцилограмах 3—5 рис. 3, Б видно, що значний повільний потенціал, викликаний іпселатеральним подразненням, наростав досить стрімко, а швидких змін все ж таки не було.

Отже, і це припущення треба відкинути. Швидкі зміни, як правило, виникали тільки на іпселатеральне подразнення корінця або нерва.

У жаби швидкі зміни потенціалів спостерігались дуже рідко і тільки невеликої амплітуди (рис. 2, В). У кішки також були незначної

і швидкі зміни потенціалів, амплітуда яких була в півтора-два рази більше, ніж повільних (рис. 3, Б, осцилограми 1 і 2). Вони завжди спостерігались на початку реакції, перед повільними змінами, і на більш сильне подразнення, ніж повільні, мабуть, внаслідок того, що до клітин надходила більша кількість імпульсів. Якби виникнення їх відбувалось в результаті втягнення в діяльність більш тонких волокон подразнюваного нерва, поріг подразнення яких високий, а проведення збудження повільне, то вони виникали б пізніше, ніж повільні зміни, а не раніше.

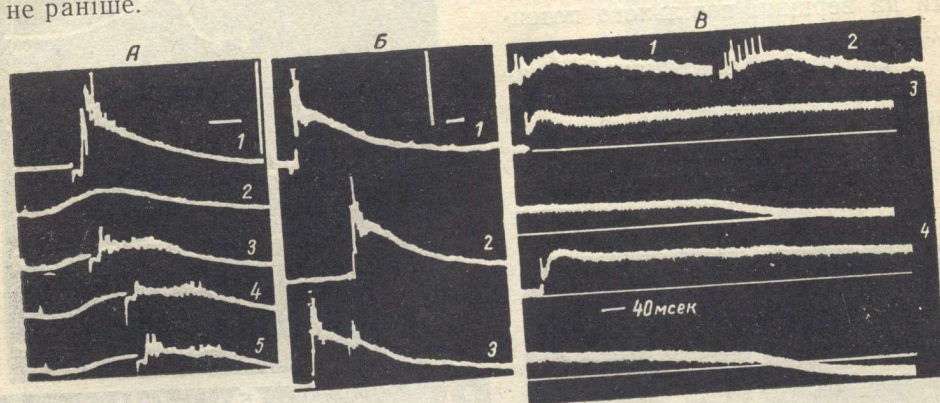


Рис. 4. Пригнічення реакцій VII люмбального заднього корінця:

А — при просторовій і Б — часовій сумачі імпульсів: А-1, Б-1, 2 — відповідь на поодинокі подразнення іпсilaterальної поверхневої гілочки малогомілкового нерва; А-2 — відповідь на поодинокі подразнення однойменного контралатерального нерва; А-3-5 — при поєднанні іпсilaterального і передуючого контралатерального подразнень; Б-3 — відповідь на два подразнення такого самого нерва (друге подразнення застосовується через 45 мсек після першого). В — реакція на тетанічне подразнення: 1 — відповідь на поодинокі подразнення, 2 — на частоту 150 на секунду при тривалості подразнення 40 мсек, 3 — на частоту 150 на секунду при тривалості подразнення 1 сек, 4 — на частоту 350 на секунду при тривалості подразнення 1 сек.

Часто можна було спостерігати, що максимальне подразнення малогомілкового нерва викликало швидкі зміни, тимчасом як на цьому ж корінці максимальне подразнення великогомілкового нерва викликало тільки повільні зміни потенціалів (рис. 2, Б). Центральна затримка останніх була більше, ніж швидких.

Ми дослідили зміну потенціалів заднього корінця під час просторової і часової сумачі імпульсів. Просторова сумачія спостерігалась за таких умов: спочатку подразнювали контралатеральний нерв (малогомілковий або його поверхневу гілку), а через різні інтервали після цього подразнювали іпсilaterальний однойменний нерв. У цих дослідженнях було виявлено, що повільні зміни при певних інтервалах між подразненнями пригнічувались повністю, а швидкі зміни залишались (рис. 4, А).

При часовій сумачі імпульсів, коли потенціали виникали на два послідовних подразнення того самого нерва, при коротких інтервалах між подразненнями відзначалось цілковите пригнічення і повільних і швидких потенціалів. При подовженні інтервалу, коли намітилась відповідь на друге подразнення, спочатку з'являлись тільки зменшені швидкі зміни потенціалів. При довгих інтервалах були і повільні (рис. 4, Б).

Якби повільні зміни породжували швидкі, то вони мали б виникати першими, а насправді відбувається навпаки — першими з'являються швидкі, а потім уже повільні зміни.

Слід відзначити (рис. 3, А, осцилограми 1 і 2). Вони завжди спостерігались на початку реакції, перед повільними змінами, і на більш сильне подразнення, ніж повільні, мабуть, внаслідок того, що до клітин надходила більша кількість імпульсів. Якби виникнення їх відбувалось в результаті втягнення в діяльність більш тонких волокон подразнюваного нерва, поріг подразнення яких високий, а проведення збудження повільне, то вони виникали б пізніше, ніж повільні зміни, а не раніше.

Підсумовуючи висновок про те, що швидкі зміни потенціалів виникають раніше, ніж повільні.

З літератури відомо, що в периферійних нервах (наприклад, у кінці нерва) швидкі зміни потенціалів виникають раніше, ніж повільні.

Після вивчення дегенеруючих нервових волокон тонких нервових волокон.

Фізіологічні дослідження нервових волокон у зазвичай периферійних нервах викликало розлад перистальтики кишечника [39], у жаб [6, 38].

Останніми дослідженнями встановлено, що частота нервових імпульсів (L₃ і L₄ іннервация) впливає на перистальтику кишечника.

На підставі цих досліджень можна зробити висновок, що частота нервових імпульсів впливає на перистальтику кишечника. Це видно з того, що частота нервових імпульсів впливає на перистальтику кишечника. Це видно з того, що частота нервових імпульсів впливає на перистальтику кишечника.

Отже, перистальтика кишечника залежить від частоти нервових імпульсів.

Слід відзначити, що при тетанічному подразненні (11—350 на секунду) швидкі зміни потенціалів виникали тільки на перше подразнення, тимчасом як повільні зміни відзначались майже на кожне подразнення. Уолл [43] для усунення задньокорінцевого рефлексу користувався частотою подразнення 15 імпульсів на секунду. В наших дослідах при частоті 80—150 імпульсів на секунду протягом 50—150 мсек від початку подразнення потенціал у відповідь на ритмічне подразнення розвивався так, як і на поодинокі подразнення. Потім на кожне наступне подразнення виникали тільки повільні потенціали і сумарний потенціал був на тому самому рівні при тривалості подразнення протягом однієї хвилини або навіть більше. При цьому величина повільного потенціалу була значною, і якщо б повільні потенціали породжували швидкі, то вони повинні були б виникнути (рис. 4, В).

Підсумовуючи усе викладене вище, ми можемо зробити певний висновок про те, що швидкі зміни потенціалів розвиваються незалежно від їх повільних змін.

З літературних даних відомо, що в сірій речовині спинного мозку є нейрони, нейрити яких виходять із спинного мозку через задні корінці [14, 15]. Дослідження, проведені співробітниками Кен-Кюре, показали, що перерізання люмбальних задніх корінців (від четвертого до сьомого) у кішки на 4—22-й день викликало зміни в маленьких клітинах, які локалізовані між переднім рогом і желатинозною субстанцією заднього рога [27].

Після видалення багатьох спинномозкових гангліїв були виявлені дегенеруючі аксони мієлінізованих і немієлінізованих волокон в усіх шарах тонких і товстих кишок [33, 37, 44 та ін.].

Фізіологічні дослідження також показали наявність еферентних волокон у задніх корінцях спинного мозку. Так, наприклад, подразнення периферичних відрізків перерізаних задніх корінців у собаки викликало розширення кровоносних судин, підвищення температури кінцівки [39], у жаби впливало на трофіку м'язів [9], викликало посилення перистальтики тонкого кишечника і підвищення його тону у собак і жаб [6, 38].

Останнім часом показана роль задньокорінцевої іннервації в моторній функції шлунка в онтогенезі у щенят, в регуляції жовчовидільної функції печінки у собак. Шляхом подразнення аферентних кишкових нервів (при легкому стисненні кишки) показано, що задні корінці L_3 і L_4 іннервують ободову кишку [3, 8, 21].

На підставі цих літературних даних можна висловити припущення, що частина антидромного розряду заднього корінця або шкірного нерва (рис. 3, А, осцилограма 6) створюється струмом дії його еферентних волокон. Для перевірки цього ми дослідили потенціали волокон заднього корінця, що зазнають переродження. В асептичних умовах перерізуали VII або VI люмбальні задні корінці між спинним мозком і спинномозковим ганглієм. Реакції відводили від дегенеруючого заднього корінця у відповідь на поодинокі подразнення нормального корінця. Виявилось, що вже через 60—72 години після перерізання заднього корінця потенціал його повністю зникав. Іноді можна було спостерігати двофазовий струм дії, який виявляли і тоді, коли всі аферентні волокна заднього корінця повинні були переродитись (через 120—144 години). Цей потенціал був незначної величини у порівнянні з швидкопротікаючим потенціалом, який ми спостерігали на нормальному корінці, і виникав з центральною затримкою у 2—5 мсек (рис. 3, А, осцилограма 7).

Отже, потенціал еферентних волокон заднього корінця може ста-

новити тільки незначну частину швидкопротікаючої реакції цього корінця. В основному ця реакція являє собою рефлекс дорсального корінця.

При відведенні потенціалів від цілого корінця ми спостерігали сумарну реакцію великої кількості волокон. Цікаво знати, як швидкі і повільні зміни потенціалів розвиваються в одиночних аферентних волокнах. Одиночне волокно також має зв'язок з численними клітинами багатьох сегментів спинного мозку [14, 42], і тому реакція його також може бути складною, але все ж вона має бути значно простішою, ніж реакція цілого корінця.

Деякі дослідники [16, 17, 23] відводили повільні потенціали і рефлекс дорсального корінця від одиночного аферентного волокна спинного мозку. Але вони реєстрували ці реакції нарізно. Тільки Кокетсу [26] реєстрував їх одночасно. В його дослідженнях в одному випадку швидкі зміни передували повільним, а в іншому — на вершині повільних змін виникали швидкі.

В наших дослідках була застосована звичайна методика мікроелектродного відведення потенціалів [4, 7]. Мікроелектрод (скляний капіляр, заповнений розчином 2,5 М КСІ) занурювали в мозок з боку дорсальної поверхні на межі VI і VII лямбальних сегментів. Ідентифікацію аферентного волокна проводили за частотою відтворення ним пікових потенціалів (до 500 на секунду). Потенціали реєстрували іззовні та всередині активних або пасивних волокон. Під останніми розуміють ті волокна, в яких виникали лише електротонічні потенціали та антидромні розряди, а в активних волокнах спостерігали ще й ортодромний потенціал дії. Реєстрацію проводили на різній глибині мозку за допомогою катодного осцилографа з підсилювачем змінного струму (постійна часу — 4 сек), на вході якого був катодний повторювач, змонтований на лампі 6С1Ж. Температура мозку становила 34—32°.

На рис. 5, А (осцилограма 2) можна бачити, що у волокні, розташованому на глибині 250 мк, виникала тільки повільна реакція на порогове подразнення великогомілкового нерва. Підсилення подразнення до 5 порогів призводило до появи антидромного рефлекторного піка (осцилограма 3). Такої ж сили подразнення малоомілкового нерва викликало ортодромний пік, а через кілька мілісекунд після нього виникали два рефлекторних антидромних піки (осцилограма 4). Друге подразнення, застосоване після першого через 26 мсек, викликало тільки ортодромний пік, а рефлекторні піки були пригнічені. Те саме відбувається на осцилограмах 3, 5—7. На цих же осцилограмах видно, що швидкі зміни виникали без попередніх повільних змін. А слідом за рефлекторними антидромними піками розвивався повільний потенціал.

Осцилограми 5—7 відображають відповіді пасивних волокон великогомілкового нерва. У відповідь на подразнення малоомілкового нерва в них розвивались антидромні розряди і повільний потенціал, причому на порогове подразнення виникали два піки, а на подразнення в п'ять порогів — три піки. Друге подразнення, застосоване через 15—40 мсек після першого, не викликало жодного піка, що є характерним для рефлексу дорсального корінця. При цих інтервалах між подразненнями відповідь на друге подразнення виявляється подавленою. Кількість рефлекторних піків у досліджених нами 20 волокнах групи А ніколи не перевищувала трьох. В деяких випадках ми спостерігали, що рефлекс дорсального корінця викликався стимулом, який для даного волокна був підпороговим.

Майже в поляризації, в двох випадках розрядом (В) го волокна такою кількістю збільшуватися ряди не вини



1, 2 — реакція на подразнення великогомілкового нерва. Шкала: 60 мв. Швидкість: 60 мс. 3, 4 — реакція на подразнення малоомілкового нерва. Шкала: 60 мв. Швидкість: 60 мс. Глибина: 250 мк.

Таким чином, швидких і повільних механізмів створення Екклса при пуску про джували: 1) що зумовлює тенціалів; 2) рентні центра ні на дендри змін, а інші з синапсів створ

1. Беріт 12, 3; Физиол. ж.
2. Ворон 69; Сб. трудов, КГУ, 1952, 6; Сб.
3. Галин
4. Кості

Майже всім антидромним розрядам не передувала повільна деполяризація, можна скоріше сказати, що вони передували їй. Проте в двох випадках ми спостерігали незначні повільні потенціали перед розрядом (В). Можливо, це пояснюється тим, що відведення від одного волокна також не просте в зв'язку з його контактом з дуже великою кількістю клітин. Після піка повільний потенціал продовжував збільшуватись і довго залишався на одному рівні, а рефлекторні розряди не виникали.

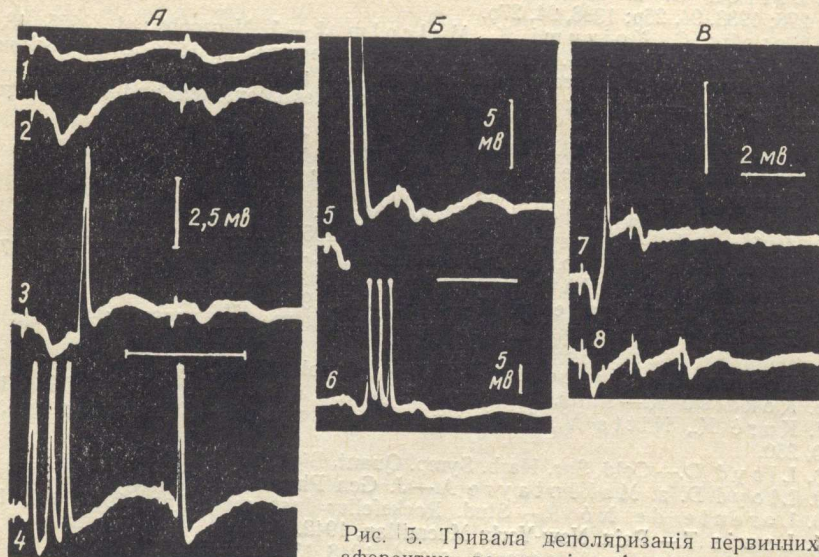


Рис. 5. Тривала деполяризація первинних аферентних волокон і «рефлекс дорсального корінця»:

1, 8 — реакції, зареєстровані зовні волокна, 2-7 — всередині волокна. А-1-3 — відповідь на два подразнення великогомілкового нерва, 4 — на два подразнення малогомілкового нерва. Волокно розташовано на глибині 250 мк. Мембранний потенціал — 60 мв. Швидкість проведення збудження — 74 м/сек. В — реакція на два подразнення великогомілкового нерва. Мембранний потенціал — 60 мв, глибина — 10 мк. В — відповідь на два подразнення великогомілкового нерва. Мембранний потенціал — 60 мв. Глибина — 500 мк. Відмітка часу 20 мсек. Температура мозку — 31° С, тварина перебуває під ефірним наркозом.

Таким чином, ми прийшли до висновку, що механізм створення швидких і повільних змін потенціалів різний. Якщо тепер розглядати механізм створення електротонічної реакції на задніх корінцях з погляду Екклса, то на підставі наших даних можна висунути таке припущення про механізм виникнення електричних реакцій, які ми досліджували: 1) або існують два типи особливих проміжних клітин «Д», що зумовлюють швидкі зміни потенціалів, а також повільні зміни потенціалів; 2) або існує тип клітин «Д», але вони збуджують різні аферентні центральні синапси. Одні з них збуджують синапси, розташовані на дендритах, збудження яких приводить до створення повільних змін, а інші збуджують синапси, розташовані на сомі — збудження цих синапсів створює швидкі зміни потенціалів.

Література

1. Беритов И. С., Ройтбак А. И. — Бюлл. exper. биол. и мед., 1946, 22, 12, 3; Физиол. журн. СССР, 1947, 33, 29; 1947, 33, 157.
2. Воронцов Д. С. — Наук. зап. Н.-д. ин-ту физиол. твар. КДУ, 1947, 2, 2, 69; Сб. трудов, посвящ. В. Воронину, 1952, 69; Труды Н.-и. ин-та физиол. живот. при КГУ, 1952, 6; Сб. трудов, посвящ. И. С. Бериташвили, 1956, 31.
3. Галицкая Н. А. — Физиол. журн. СССР, 1965, 51, 990.
4. Костюк П. Г. — Микроэлектродная техника. 1960.

5. Мамонец Т. М.— Физиол. журн. СССР, 1961, 47, 367; 1962, 48, 520; Физиол. журн. АН УРСР, 1964, 10, 756.
6. Мещеряков А. М., Коротков А. Г.— Физиол. журн. СССР, 1953, 39, 443.
7. Мещерский Р. М.— Методика микроэлектродного исследования, 1960.
8. Сабуров Г. Е.— Физиол. журн. СССР, 1965, 51, 121.
9. Сонин В.— Изв. Науч. ин-та им. Лесгафта, 1938, 21, 319.
10. Andersen P., Eccles J., Schmidt R.— Nature, 1962, 194, 4830, 741.
11. Barron D. H.— J. Neurophysiol., 1940, 3, 403.
12. Barron D. a. Matthews B.— J. Physiol., 1935, 85, 73; 1935, 85, 104; 1938, 92, 276; 1938, 94, 26p; 1938, 94, 27p.
13. Brooks C., Koizumi K., Malcolm J.— J. Neurophysiol., 1955, 18, 205.
14. Cajal R. Y.— Arch. Anat. u. Entwicklungsgesch., 1893, 319. Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. Leipzig, 1911. p. 142.
15. Dogel A.— Der Bau der Spinalganglion des Menschen und der Säugetiere, Jena, 1908.
16. Frank K.— Abstr. XIX. Int. Physiol. Congr., 1953, 362.
17. Frank K. a. Fuortes M.— J. Physiol., 1955, 130, 625.
18. Gasser H.— Amer. J. Physiol., 1931, 97, 254.
19. Gotch F. a. Horsley V.— Philos. Trans., 1891, B. 182, 267.
20. Habgood J.— J. Physiol., 1950, 111, 195; 1953, 121, 264.
21. Hazarika N., Coote J., Downman C.— J. Neurophysiol., 1964, 27, 107.
22. Hodgkin A. a. Katz B.— J. Physiol., 1949, 109, 240.
23. Eccles J. a. Krnjević K.— J. Physiol., 1959, 149, 274.
24. Eccles J., Kozak W., Magni F.— J. Physiol., 1960, 153, 48p; 1961, 159, 128.
25. Eccles J. a. Malcolm J.— J. Neurophysiol., 1946, 9, 139.
26. Koketsu K.— Amer. J. Physiol., 1956, 184, 338; J. Neurophysiol., 1956, 19, 375.
27. Kurè K., Nitta V., Matsuura H., Tsiiji M.— Zeitschr. f. d. ges. Med., 1928, 60, 250.
28. Lloyd D.— Cold. Spr. Harb. Symp. Quant. Biol., 1952, 17, 203.
29. Lloyd D. a. McIntyre A.— J. Gen. Physiol., 1949, 32, 409.
30. Lorente de Nó R.— Stud. Rockefeller Inst. med. Res., 1947, 131, 132.
31. Lowis T.— Pain. New-York: Macmillan, 1942.
32. Lundberg A.— Acta physiol. scand., 1948, 15, suppl. 50, 1.
33. Makino K.— Arch. Jap. Chir., 1955, 24, 443 (Цит. по Hazarika).
34. Matthews B. H.— J. Physiol., 1934, 81, 29p.
35. Renshaw B., Therman P.— Amer. J. Physiol., 1941, 133, 96.
36. Schoepfli G. a. Erlanger J.— Amer. J. Physiol., 1941, 134, 694.
37. Schofield G.— Brain, 1960, 83, 490.
38. Steinach E.— Pflüg. Arch., 1895, 60, 593.
39. Stricker M. S.— Sitzungsberichte Akad. Wissensch., 1876, 50, 1, 23.
40. Tasaki L. a. Fujita M.— J. Neurophysiol., 1948, 11, 311.
41. Toennies J.— J. Neurophysiol., 1938, 1, 378; 1939, 2, 515.
42. Waldeyer W.— Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. Deutsch. med. Wschr., 1891, 25.
43. Wall P.— J. Physiol., 1958, 142, 1; J. Neurophysiol., 1959, 22, 305; В кн. Теория связи в сенсорных системах 1964, 166; Physiology of Spinal Neurones. Progr. in Brain Research, 1964, 12.
44. Wang W.— Arch. Jap. Chir., 1955, 24, 267. (Цит. за Hazarika).

Надійшла до редакції
20.VIII 1966 р.

О быстрых и медленных изменениях потенциалов афферентных волокон дорсального корешка и спинного мозга

Т. М. Мамонец

Лаборатория электрофизиологии Института физиологии им. А. А. Богомольца
Академии наук УССР, Киев

Резюме

Мы стремились выяснить, одинаковый ли механизм возникновения быстрых и медленных изменений потенциалов задних спинномозговых корешков. Чтобы сопоставить эти потенциалы, мы регистрировали и те и другие одновременно при изменении

температуры м...
таническом раз...
локна, при дег...
при пороговом...
контралатераль...

Быстрые...
жение, на кон...
нем случае ме...
раздражении в...
дражение, но...
больше). Быст...
щие их не бы...
медленные изм...
ле полного уг...
решка, а пото...
волокон задне...
ставляет толь...
потенциалов о...
шествовали ме...

Все эти...
быстрых изме...
ложение о мех...

On I

Laborator

Rapid ch...
evoked by cor...
tential attaine...
of the slow po...
one level for a...
the first stimu...
summation of...
During tempo...
the dorsal roo...
On degenerati...
rent fibre pot...
potentials fro...
depolarization...

температуры мозга, при пространственной и временной суммации импульсов, при тетаническом раздражении, при отведении потенциалов от одиночного афферентного волокна, при дегенерации первичных афферентных волокон. Ответы регистрировались при пороговом и максимальном раздражении (5—8 в) и в ответ на ипселатеральное и контралатеральное раздражение.

Быстрые изменения возникали только на ипселатеральное надпороговое раздражение, на контралатеральное максимальное раздражение их не было, хотя в последнем случае медленный потенциал достигал значительной величины. При тетаническом раздражении величина медленного потенциала была такой же, как на одиночное раздражение, но она могла оставаться длительное время на одном уровне (секунду или больше). Быстрые изменения возникали только на первое раздражение, а на следующие их не было. При пространственной и временной суммации импульсов угнетались медленные изменения, а быстрые оставались. При временной суммации импульсов после полного угнетения потенциала первым восстанавливался рефлекс дорсального корешка, а потом появлялись уже медленные потенциалы. При дегенерации афферентных волокон заднего корешка было установлено, что потенциал эфферентных волокон составляет только незначительную часть быстропротекающей реакции. При отведении потенциалов от одиночного афферентного волокна антидромные разряды также предшествовали медленной деполяризации.

Все эти факты дали возможность прийти к заключению, что механизм создания быстрых изменений и медленных изменений потенциалов разный, и высказать предположение о механизме, который создает эти потенциалы.

On Rapid and Slow Changes in Potentials of Afferent Fibres of the Dorsal Root and Spinal Cord

T. M. Mamonts

*Laboratory of electrophysiology of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev*

Summary

Rapid changes set in only on ipsilateral superthreshold stimulation, and were not evoked by contralateral maximum stimulation, although in the latter case the slow potential attained a considerable magnitude. In the case of tetanic stimulation the value of the slow potential remained the same as with single stimulation and could remain at one level for a long time (one second or more). Rapid changes arose only in response to the first stimulation and did not occur with subsequent ones. During spatial and time summation of pulses only slow changes were depressed, and the rapid changes remained. During temporary summation of the pulses after complete depression of the potential the dorsal root reflex was the first to be restored, and then the slow potentials appeared. On degeneration of the afferent fibres of the posterior root it was found that the efferent fibre potential constitutes a small part only of the rapid reaction. On leading off potentials from a single afferent fibre the antidromous discharges also preceded slow depolarization.