

Проведення нервового імпульсу в десятому ганглії симпатичного стовбура жаби

В. І. Скок

Лабораторія електрофізіології Інституту фізіології Академії наук УРСР, Київ

Існує багато доказів того, що симпатичні ганглії ссавців — це не просто місце «переключення» нервових імпульсів з прегангліонарних волокон на постгангліонарні, як це було встановлено Ленглі, а досить складні інтегративні центри, де збудження може передаватись з аферентних нейронів на еферентні за межами центральної нервової системи [1, 2, 8].

Про складність взаємовідношень між нейронами в гангліях свідчать також численні дані морфологів про контакти між нервовими клітинами одного й того ж ганглія. Контакти ці здійснюються не лише аксонами, але й дендритами нейронів і дуже різноманітні за своєю структурою [4, 11]. Поодинокі нейрони симпатичних гангліїв важко досліджувати загальноприйнятим для цього методом позаклітинного і внутріклітинного відведення електричних потенціалів, що пов'язано з великою щільністю строми ганглія. Тому з'ясування питання про функціональну роль цих складних морфологічних контактів між нейронами у теплокровних тварин і людини є досить серйозною проблемою.

В зв'язку з цим великого значення набувають дослідження проведення збудження і внутрігангліонарних відношень між нейронами в більш просто побудованих симпатичних гангліях, де відсутні такі складні дендритні та аксонні плевиви, як у ссавців. У таких гангліїв, очевидно, відсутні і функції, властиві цим плевивам, що дозволить відиференціювати такі функції від функцій звичайних синаптичних зв'язків між пре- і постгангліонарними нейронами. В цьому відношенні цікаві вегетативні ганглії жаби, нейрони яких позбавлені дендритів і належать до нейронів уніполярного типу [3, 9]. Проте для систематичного вивчення взаємовідношень між нейронами ганглія необхідно знати провідні шляхи через цей ганглій і його зв'язки з іншими відділами симпатичного стовбура. Ця сторона фізіології гангліїв жаби, на відміну від симпатичних гангліїв теплокровних, залишається до цього часу зовсім не вивченою, хоч електричні реакції гангліїв жаби описані в літературі [10, 16, 18].

Виходячи з цих міркувань, ми досліджували проведення збудження в симпатичному ганглії жаби, обравши для цієї мети десятий ганглій симпатичного стовбура (ганглій, зв'язаний сполучною гілкою з десятим спинномозковим нервом). Цей ганглій звичайно більший за сусідні, легко доступний для препарування. Крім того, оскільки десятий ганглій — останній з великих гангліїв стовбура в каудальному напрямку (одинадцятий ганглій, якщо він є, невеликий), то через нього не повинні проходити прегангліонарні волокна до нижчезрештованих гангліїв, крім дуже незначної їх кількості до одинадцятого ганглія.

Методика досліджень

Досліди провадились на жабах *Rana ridibunda*. Симпатичний стовбур разом із сполучними гілками і відповідними спинномозковими нервами ізолювали з організму і занурювали у розчин Рінгера. В деяких дослідах крізь розчин пропускали кисень, але і без нього синаптична передача в гангліях зберігалась протягом доби і більше. Подразнювальні і відвідні електроди розташовували над поверхнею розчину, і ті нерви або ділянки стовбура, які треба було подразнювати чи від яких треба було відводити, піднімали на кілька хвилин над рівнем розчину і накладали на електроди.

Подразнення здійснювали поодинокими прямокутними імпульсами тривалістю в 0,5 мсек від електронного стимулятора, сполученого з препаратом через генератор радіочастоти. Електричні реакції препарату посилювали підсилювачем змінної напруги з постійною частотою близько 0,5 сек і верхньою межею полоси пропускання 3,5 кГц і фотографували з екрана електронного осцилографа. Для дослідження взаємодії двох нервових імпульсів, що надходять до ганглія по різних прегангліонарних волокнах (гетеросинаптичне збудження), ми застосовували ще один електронний стимулятор, з'єднаний з препаратом через трансформатор.

Результати досліджень та їх обговорення

Для дослідження провідних шляхів у десятій ганглії з вищерозташованих відділів симпатичного стовбура подразнювали сполучні гілки шостого — дев'ятого гангліїв і симпатичний стовбур між четвертим і п'ятим гангліями, а відвідні електроди розташовували на сполучній гілці десятого ганглія. Коли сполучна гілка виявлялась надто короткою для розташування на ній обох подразнювальних або обох відвідних електродів, на гілці встановлювали лише один електрод, а другий вміщали на відрізку спинномозкового нерва, з яким з'єднувалась ця сполучна гілка. При подразненні прегангліонарних волокон використовували відрізок нерва між сполучною гілкою і спинним мозком, а при подразненні постгангліонарних волокон або відведенні — відрізок нерва дистальніше від сполучної гілки.

На рис. 1, А зображені електричні відповіді, що реєструються при відведенні від сполучної гілки десятого ганглія або від десятого нерва біля гілки і при подразненні різних вищерозташованих відділів симпатичного стовбура, вказаних на відповідних схемах. Видно, що подразнення стовбура вище шостого ганглія викликає відповідь з коротким латентним періодом (1), тоді як подразнення сполучних гілок сьомого і восьмого гангліїв викликає слабшу і більш розтягнуту відповідь, що має значно більший латентний період (2, 3); швидкість пробігу променя в 2, 3 значно менша, ніж в 1, а посилення більше. Подразнення ж симпатичного стовбура нижче сьомого ганглія викликає відповідь, що включає обидві описані відповіді (4), причому поріг збудливості для раннього піка в останньому випадку значно нижчий, ніж поріг для пізнього. Більш короткий латентний період обох піків та їх менша тривалість у 4 в порівнянні з латентним періодом відповідних піків у 1, 2, 3 пояснюється розташуванням проксимального відвідного електрода на сполучній гілці у 4, тоді як у 1, 2, 3 він розташований далі від ганглія на нерві. Подразнення сполучної гілки дев'ятого ганглія не викликає відповіді в сполучній гілці десятого ганглія або ця відповідь буває надто слабкою для спостереження.

Якщо, навпаки, подразнювати сполучну гілку десятого ганглія, а відводити від однієї з вказаних сполучних гілок або від стовбура вище сьомого ганглія, то відповідь відсутня. Отже, всі три згадані провідні шляхи в сполучну гілку X ганглія включають синапси. Це відноситься також до провідних шляхів із стовбура в сполучні гілки дев'ятого і восьмого гангліїв, відповіді яких показані на рис. 1, Б (1, 2), а також до шляху з сполучної гілки сьомого в сполучну гілку дев'ятого ганглія (4).

Відсутність падках свідчить п ному стовбурі. П викликає відповід можна пояснити колатералей, які ганглія, проходяч

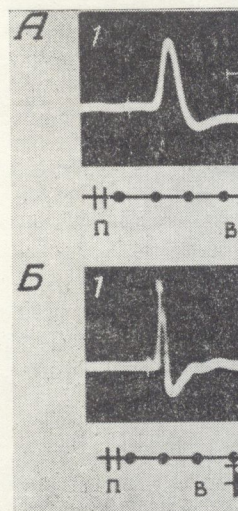


Рис. 1. Електричні в

А. Відповіді сполучної (1) та між VII і VIII гангліїв (2 — відвідні, а ній гілці, а на нерві бі ні — дистальніше). Б. В нерва стовбура між VI

В схемах розташування ди, «В» — відвідні еле вертикальні лінії — спо ниями відносно ліній ст ми. Всі електрограми, з

явище також у і видно, властиве гліонарний аксон рекових, а й для

Необхідно б напси для цих п шляху із стовбу ганглія подразн сьомим і восьми гілці X ганглія що при перенесе гілки десятого п (1 і 2), крім пік пік з дуже корот ження відвідних ротким латентни періодом знижує повідає піку з р

Відсутність проведення в зворотному напрямку в усіх вказаних випадках свідчить про виключно низхідний характер шляхів у симпатичному стовбурі. Проте подразнення стовбура нижче дев'ятого ганглія викликає відповідь у сполучній гілці цього ганглія (рис. 1, Б, 3). Це можна пояснити наявністю у низхідних прегангліонарних волокнах колатералей, які ці волокна віддають до нервових клітин дев'ятого ганглія, проходячи далі, до десятого ганглія. Ми спостерігали таке

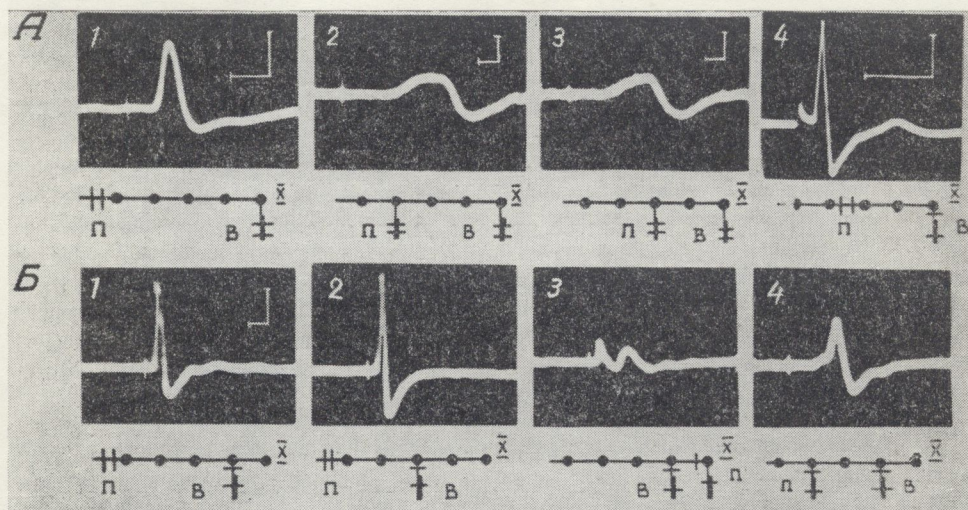


Рис. 1. Електричні відповіді сполучних гілок VIII, IX і X симпатичних гангліїв жаби.

А. Відповіді сполучної гілки десятого ганглія на подразнення симпатичного стовбура між VI і V (1) та між VII і VIII (4) гангліями, а також на подразнення сполучних гілок VII (2) і VIII (3) гангліїв (1 — відвідні, а 2—3 і відвідні, і подразнювальні електроди, розташовані не на самій сполучній гілці, а на нерві біля її відгалуження; подразнювальні — проксимальніше відгалуження, відвідні — дистальніше). Б. Відповіді сполучних гілок восьмого (2) і дев'ятого (1, 3, 4) гангліїв на подразнення стовбура між VI і V гангліями (1 і 2), стовбура між IX і X гангліями (3) і сполучної гілки VII ганглія (4).

В схемах розташування електродів на цьому і наступних рисунках: «П» — подразнювальні електроди, «В» — відвідні електроди. Горизонтальною лінією позначено симпатичний стовбур з гангліями, вертикальні лінії — сполучні гілки з відповідними нервами (останні показані більш широкими лініями відносно ліній сполучних гілок), «Х» — десятий ганглії, решту гангліїв не позначено цифрами. Всі електрограми, за винятком А, 4, одержані від одного й того ж препарата. Масштаб: 500 мкВ (А, 1, 4; Б) і 100 мкВ (А, 2, 3); 20 мсек.

явище також у відношенні сполучної гілки восьмого ганглія, і це, очевидно, властиве й іншим гангліям симпатичного стовбура (прегангліонарний аксон-рефлекс Ленглі [14], характерний не тільки для поперекових, а й для грудних симпатичних гангліїв теплокровних, Скок [5].

Необхідно було з'ясувати, в якому саме ганглії знаходяться синапси для цих провідних шляхів. Для розв'язання цього питання щодо шляху із стовбура вище сьомого ганглія в сполучну гілку десятого ганглія подразнювальні електроди розташовували на стовбурі між сьомим і восьмим гангліями, а відвідні — на стовбурі або на сполучній гілці X ганглія в місцях, вказаних на схемах рис. 2. З рис. 2 видно, що при перенесенні проксимального відвідного електрода з сполучної гілки десятого ганглія на стовбур між дев'ятим і десятим гангліями (1 і 2), крім піка, що відводиться в 1, з'являється ще один невеликий пік з дуже коротким латентним періодом (2). В міру дальшого наближення відвідних електродів до подразнювальних по стовбурі пік з коротким латентним періодом підвищується, а пік з довгим латентним періодом знижується. Пік з довгим латентним періодом на рис. 2 відповідає піку з рис. 1, А (1), або ранньому піку з рис. 1, А (4).

Зміни амплітуди піків на рис. 2 стають зрозумілими, якщо припустити, що перший з цих піків відображає збудження прегангліонарних, а другий—постгангліонарних волокон. Низхідні прегангліонарні волокна, спускаючись по стовбуру, закінчуються на нервових клітинах восьмого, дев'ятого і десятого гангліїв. Зрозуміло, що амплітуда відповіді прегангліонарних волокон зменшується в каудальному напрямку. Постгангліонарні ж волокна частково виходять з восьмого і дев'ятого гангліїв

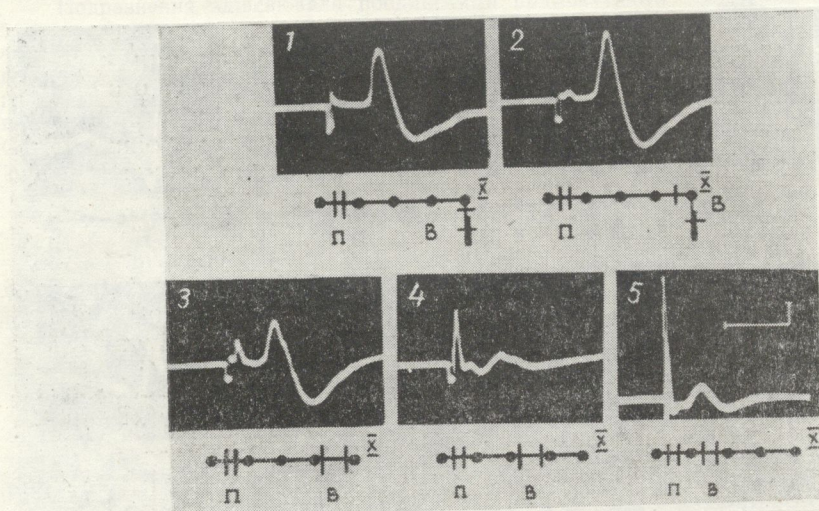


Рис. 2. Електричні відповіді різних відділів симпатичного стовбура жаби (див. схеми під електрограмами) на подразнення стовбура між VI і VII гангліями.

Всі електрограми одержано від одного й того ж препарату. Масштаб: 1 мв, 10 мсек.

через їх сполучні гілки, частково проходять через десятий ганглії в його сполучну гілку, а частково починаються в самому десятому ганглії. Перше встановлено нами за допомогою відведення від відповідних сполучних гілок (рис. 1, Б 1, 2). Друге і третє випливає з результатів антидромного збудження десятого ганглія і відведення від різних ділянок симпатичного стовбура (рис. 3, А); вище восьмого ганглія не спостерігається ніякої відповіді, між восьмим і дев'ятим гангліями ця відповідь дуже невелика (рис. 3, А, 1), а між дев'ятим і десятим гангліями вона досить значна (А, 2). В цій останній відповіді два піки. Другий з них відповідає пізньому піку, що відводиться від сполучної гілки десятого ганглія при подразненнях сполучних гілок восьмого чи сьомого ганглія, або симпатичного стовбура нижче сьомого ганглія (рис. 1, А, 2—4). Перший же пік відповідає ранньому піку з двох на рис. 1, А, 4 або відповіді на рис. 1, А, 1. Те, що при відведенні на рис. 3, А, 2 реєструються два піки, а не один, зумовлюється різницею в швидкості проведення збудження в постгангліонарних волокнах, про що мова йтиме нижче.

З латентних періодів відповідей пре- і постгангліонарних волокон на рис. 2, 1 і 2 можна визначити, що синаптична затримка в десятому ганглії становить 3—4 мсек. Якби провідний шлях, відповіді якого наведені на рис. 2, включав би не одну синаптичну перерву, а більше, то пік був би подвійним, потрійним і т. д. з віддаллю між окремими вершинами близько 3—4 мсек. Оскільки цього не спостерігається, можна зробити висновок, що даний шлях включає лише одну синаптичну перерву, але для різних волокон вона знаходиться в різних гангліях.

Подразнення в сполучній гілці десятого ганглія.

Досі мова йшла про ранній пік у сполучній гілці, який уже було від-

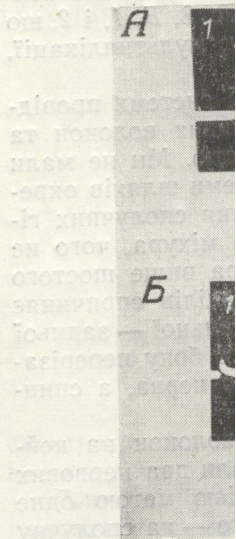


Рис. 3. Електр

А. Відповіді стовбура на подразнення сполучної гілки десятого ганглія. Б. Відповіді стовбура на подразнення сполучної гілки сьомого ганглія.

лише при подразненні симпатичного стовбура, провідність від якої на стовбур між VI і VII гангліями, подразнення сполучних гілок і з'являються не піки (рис. 1, 2), а при відведенні з них залишається одна частина — вказує на визначити, що шлях становить

Відведення від десятих гангліїв раннього і пізнього відділів, відповідно 2,5 мсек пізній пік, власне, яка спричиняє даний стан. Це добре

Подразнення стовбура вище четвертого ганглія не дає відповіді в сполучній гілці десятого ганглія. Отже, прегангліонарні волокна десятого ганглія виходять із спинного мозку не вище четвертого ганглія.

Досі мова йшла в основному про шлях, з яким пов'язаний ранній пік у сполучній гілці десятого ганглія (рис. 1, А, 1, 4). Пізній пік, як уже було відзначено, виникає в сполучній гілці десятого ганглія

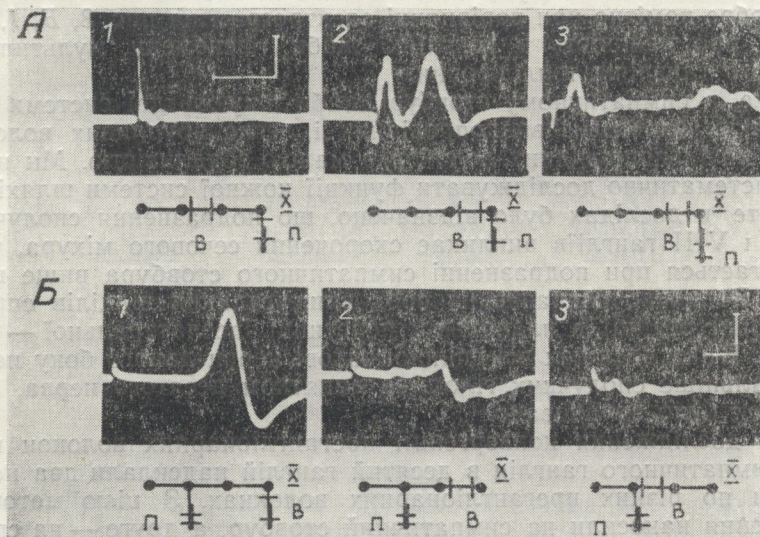


Рис. 3. Електричні відповіді симпатичного стовбура жаби на подразнення сполучних гілок VIII і X гангліїв.

А. Відповіді стовбура між VIII і IX (1) та між IX і X (2, 3) гангліями на подразнення сполучної гілки X ганглія (1, 2) і X нерва на кілька міліметрів дистальніше відгалуження цієї гілки (3). Б. Відповіді стовбура між IX і X (2) та між VIII і IX (3) гангліями і сполучної гілки X ганглія (1) на подразнення VIII нерва проксимальніше відгалуження сполучної гілки. Всі електрограми одержані від одного й того ж препарата. Масштаб: 500 мкв, 10 мсек.

лише при подразненні сполучних гілок сьомого і восьмого гангліїв або симпатичного стовбура нижче сьомого ганглія. В зворотному напрямку провідність відсутня, що вказує на наявність синаптичної перерви. Якщо перенести відповідні електроди з сполучної гілки десятого ганглія на стовбур між десятим і дев'ятим гангліями, то амплітуда відповіді на подразнення сполучної гілки восьмого ганглія різко зменшується, і з'являються невеликі піки з коротшим латентним періодом (рис. 3, Б, 1, 2), а при відведенні від стовбура між восьмим і дев'ятим гангліями з них залишається лише невеликий пік (3). Отже, переважна частина волокон цього шляху переривається в десятому ганглії і лише незначна частина — в дев'ятому. З електрограм Б, 1 і 2 на рис. 3 можна визначити, що мінімальна синаптична затримка для цього провідного шляху становить близько 10 мсек.

Відведення від десятого спинномозкового нерва на різних відстанях від десятого ганглія дає змогу встановити швидкість проведення раннього і пізнього піків у постгангліонарних волокнах. Вона становить відповідно 2,5 м/сек і 0,35 м/сек, причому для волокон, що проводять пізній пік, властива велика різноманітність у швидкості проведення, яка спричиняє дисперсію в часі при проведенні навіть на незначну відстань. Це добре виявляється з порівняння електрограм рис. 3, А, 2 і

3, де збільшення відстані між подразнювальними і відвідними електродами веде до появи замість другого піка ряду невеликих коливань. Швидкість 0.35 м/сек мають лише найбільш швидкопровідні волокна, що проводять цей другий пік.

Швидкість проведення збудження в прегангліонарних волокнах значно більша, ніж у постгангліонарних, хоч точного її визначення ми не провадили. Цікаво, що амплітуда піка прегангліонарних волокон значно менша за амплітуду піка постгангліонарних волокон. Це особливо добре помітно при порівнянні електрограм на рис. 3, Б, 1, і 2, що свідчить про наявність в гангліях жаби феномену мультиплікації, властивого гангліям теплокровних.

Отже, в симпатичному стовбурі жаби існують дві системи провідних шляхів: система швидкопровідних і легко збудливих волокон та система повільнопровідних волокон з малою збудливістю. Ми не мали змоги систематично досліджувати функції кожної системи шляхів окремо. Проте в досліді було відзначено, що подразнення сполучних гілок VII і VIII гангліїв викликає скорочення сечового міхура, чого не спостерігається при подразненні симпатичного стовбура вище шостого ганглія. Водночас подразнення обох вищезгаданих відділів спричиняє вазомоторні реакції в плавальній перетинці іпселатеральної — задньої кінцівки. В цих дослідіх всі спинномозкові нерви даного боку перерізували дистальніше сполучних гілок, за винятком десятого нерва, а спинний мозок було зруйновано.

Для дослідження конвергенції прегангліонарних волокон на нейронах симпатичного ганглія в десятий ганглії надсилали два нервових імпульси по різних прегангліонарних волокнах. З цією метою одне подразнення наносили на симпатичний стовбур, а друге — на сполучну гілку нижче місця подразнення стовбура. Відповідь відводили від сполучної гілки десятого ганглія. Вивчення впливу першого («попереднього») імпульсу на амплітуду другого («пробного») імпульсу при різних інтервалах часу показало, що такого впливу нема. Отже, конвергенція прегангліонарних волокон відсутня як всередині кожної з описаних систем шляхів, так і між цими системами*.

Часто буває, що той або інший ганглії сполучений з відповідним нервом не однією, а двома чи трьома сполучними гілками. В такому разі подразнення однієї з них не дає відповіді в інших.

Провідні шляхи через десятий ганглії, які вдалося встановити у вищеописаних дослідіх, зображені схематично на рис. 4. На схемі позначені зв'язки десятого ганглія з двома сусідніми гангліями і з стовбуром вище цих двох гангліїв. Схема на рис. 4 охоплює, природно, лише ті провідні шляхи, які містять достатню кількість збуджуваних нервових волокон, для того щоб їх електрична відповідь була виявлена в умовах дослідів. Тому цю схему можна вважати повною лише для основних, найбільш потужних провідних шляхів.

Підсумовуючи одержані результати, можна сказати, що симпатична система жаби має деякі істотні відмінності в будові провідних шляхів порівняно з симпатичною системою теплокровних. До таких відмінностей належить передусім те, що прегангліонарні волокна до симпатичних гангліїв виходять не тільки через сполучні гілки грудного

* При супрамаксимальному подразненні сполучних гілок можна спостерігати, що збудження виникає також у тих прегангліонарних волокнах, які проходять зверху у стовбурі. Щоб уникнути цього явища, яке заважає встановити, які саме шляхи активуються, ми не застосовували подразнень, сильніших за максимальні, і вживали заходів для обмеження поширення подразнювального струму на стовбур при подразненні сполучних гілок.

і верхньої частини всіх гангліїв, за винятком ганглія) двох верхніх гангліїв функціонували виявленими системами провідних шляхів.

Є деякі вказівки, що кішки через сполучні гілки двох типів (швидко

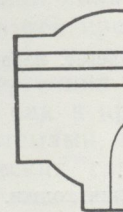


Рис. 4. Схема прегангліонарних і постгангліонарних шляхів у кішки.

електрограмах [17] цих гангліїв у кішки.

Симпатичним прегангліонарним волокнам присвячено описана для верхньої частини та зрідчастого [6]. У жаби така конвергенція гангліїв досліджувалася гістологічними даними, але в жаби закінчується при внутріклітинній конвергенції спостерігати цілої дії при ослабленні (1964), як це спостерігали в інших тваринах.

Ця остання особливість симпатичного стовбура жаби — наявність нервових імпульсів, і в основних волокнах, на відміну від теплокровних, пов'язане з гангліями жаби від

1. Через десятий ганглії дві системи провідних шляхів з сполучних гілок виходять до високі збудливості гангліїв в основних нервових волокнах і тривалої затримки 3—4 мс, що в основному виходить з дуже незначної затримки в ганглії.

2. До другої системи провідних шляхів належать ганглії і восьмого ганглія

і верхньої частини поперекового відділів, а через сполучні гілки майже всіх гангліїв, за винятком (для прегангліонарних волокон до десятого ганглія) двох верхніх і двох нижніх гангліїв. Поки залишається нез'ясованим функціональне значення фізіологічних відмінностей між обома виявленими системами провідних шляхів: швидкопровідною і повільнопровідною.

Є деякі вказівки на те, що в люмбальних симпатичних гангліях кішки через сполучні гілки також виходять постгангліонарні волокна двох типів (швидкопровідні і повільнопровідні), що дають два піки на

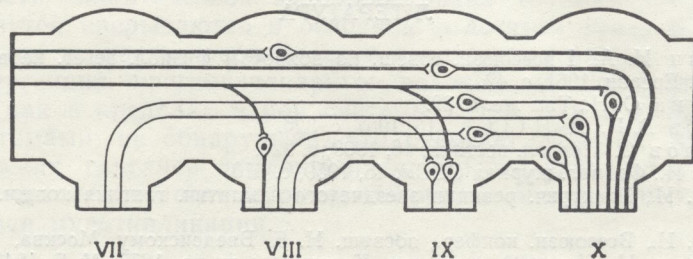


Рис. 4. Схема провідних шляхів десятого симпатичного ганглія жаби. Товстими лініями позначено швидкопровідну систему шляхів, тонкими — повільнопровідну систему. Цифрами позначені відповідні ганглії.

електрограмах [17]. Проте, систематичного вивчення провідних шляхів цих гангліїв у кішки не було проведено.

Симпатичним гангліям теплокровних властива конвергенція прегангліонарних волокон на постгангліонарних нейронах. Ця конвергенція описана для верхнього шийного ганглія [12], нижнього брижового [15] та зірчастого [6] гангліїв кішки, хоч і далеко не в однаковій мірі. У жаби така конвергенція відсутня. Це спостереження підтверджується гістологічними даними про те, що на уніполярних вегетативних нейронах жаби закінчується лише одне прегангліонарне волокно [3]. Крім того, при внутріклітинному відведенні від симпатичного ганглія жаби не вдається спостерігати збуджуючий постсинаптичний потенціал без потенціалу дії при ослабленні подразнення прегангліонарних волокон (Скок, 1964), як це спостерігається у симпатичному ганглії кішки [7, 13].

Ця остання обставина вказує на те, що ганглії нижнього відділу симпатичного стовбура жаби не є інтегративними центрами для нервових імпульсів, що надходять до них по низхідних прегангліонарних волокнах, на відміну від згаданих гангліїв теплокровних. Це, безсумнівно, пов'язане з більш примітивною будовою нейронів симпатичних гангліїв жаби відносно нейронів гангліїв теплокровних тварин.

Висновки

1. Через десятий симпатичний ганглії в його сполучну гілку проходять дві системи провідних шляхів. До першої системи належать шляхи з сполучних гілок IV—VI гангліїв, волокна яких мають порівняно високі збудливість і швидкість проведення збудження (в постгангліонарних волокнах швидкість становить $2,5 \text{ м/сек}$), а тривалість синаптичної затримки 3—4 мсек. Волокна цієї системи шляхів перериваються в основному в десятому ганглії, менша їх частина — в дев'ятому і дуже незначна частина — у восьмому ганглії.

2. До другої системи належать шляхи з сполучних гілок сьомого і восьмого гангліїв, волокна яких властива низька збудливість і мала

швидкість проведення збудження (в найбільш швидкопровідних постгангліонарних волокнах швидкість становить 0,35 м/сек), а мінімальна тривалість синаптичної затримки — 10 мсек. Волокна цієї системи шляхів перериваються в основному в десятому ганглії, невелика частина їх переривається в дев'ятому ганглії.

3. Конвергенції прегангліонарних волокон на постгангліонарних нейронах як в межах однієї системи шляхів, так і між різними системами, не виявлено. Прегангліонарним волокнам властивий феномен мультиплікації.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булыгин И. А., I всесоюз. совещ. по вопросам физиол. вегет. нервной сист. и мозжечка. Ереван, 1961, с. 42.
2. Замятина О. Н., Там же, с. 82.
3. Майоров В. Н., ДАН СССР, 115, 1957, с. 826.
4. Михайлов С., Неврол. вестник, 16, 1909, с. 320.
5. Скок В. И., Физиол. журнал СССР, 45, 1959, с. 610.
6. Скок В. И., Электрич. реакции звездчатого симпатич. ганглия кошки. Дисс., Киев, 1959.
7. Скок В. И., Всесоюз. конфер., посвящ. Н. Е. Введенскому, Москва, 1962, с. 205.
8. Соковнин Н., Известия и уч. зап. Казанского ун-та, 1877, № 5, 1243.
9. Федоров Б. Г. и Матвеева С. И. (Fedorow B. G. et Matweewa S. I.). Trav. Labor. Recherch. Biol. Univ. Madrid, 30, 1935, p. 380.
10. Чайченко Г. М., Сб. работ Ин-та физиол. КГУ, № 12, 1961, с. 66.
11. Ющенко А., Архив психиатр., неврол. и суд. психопатол. 37, 1896, с. 27.
12. Eccles J. C., J. Physiol., 82, 1934, p. 25.
13. Eccles R. M., J. Physiol., 130, 1955, p. 572.
14. Langley J. N. J. Physiol., 25, 1899, p. 364.
15. Lloyd D. P. C., J. Physiol., 91, 1937, p. 296.
16. Malcolm J. L., Arch. sciences physiol., 3, 1949, p. 469.
17. Obrador S., Odoris J. B., J. Physiol., 86, 1936, p. 269.
18. Saunders D. W. a. Sinclair J. D., J. Neurophysiol., 12, 1949, p. 217.

Надійшла до редакції
22.VI 1963 р.

Проведение нервного импульса в десятом ганглии симпатического ствола лягушки

В. И. Скок

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

Резюме

Методом отведения электрических ответов от соединительной ветви десятого и других ганглиев и от различных отделов симпатического ствола при раздражении одиночными стимулами соединительных ветвей других ганглиев и других отделов ствола исследованы проводящие пути десятого симпатического ганглия лягушки. Односторонность проведения, большая длительность скрытого периода и другие свойства ответов служили показателями наличия синапсов в том или ином проводящем пути, а изучение характера изменения ответов по всей длине данного пути давало возможность установить локализацию синапса. Установлено, что через десятый ганглий в его соединительную ветвь проходят две различные в физиологическом отношении системы проводящих путей. К первой системе принадлежат пути из соединительных ветвей IV—VI ганглиев. Пре- и постганглионарные волокна этих путей имеют более высокую возбудимость, большую скорость проведения возбуждения, чем волокна второй системы путей (в постган-

глионарных волокон синаптическая задержка путей. Волокна пре- и постганглионарные, меньшая задержка в восьмом ганглии.

Ко второй системе путей принадлежат пути из соединительных ветвей седьмого и восьмого ганглиев. Постганглионарные волокна этой системы путей имеют большую длительность синаптической задержки, что указывает на значительную их численность.

Конвергенция путей в ганглиях и в нейронах как в пре- и постганглионарных системах, а также симпатических ганглиев лягушки, как и у млекопитающих, не выявлено. Преганглионарным волокнам свойственен феномен мультиплікації.

Conduction of Nerve Impulse in the Tenth Sympathetic Ganglion of the Frog

Laboratory of electrophysiology of the Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the USSR, Kiev

The conduction of nerve impulse in the tenth sympathetic ganglion of the frog was studied by the method of recording electrical responses from the connecting branch of the tenth and other ganglia and from various divisions of the sympathetic trunk. The results showed that the conduction of the nerve impulse in the tenth sympathetic ganglion of the frog is characterized by unilaterality, a long latent period, and other properties of responses which served as indices of the presence of synapses in one or another conducting pathway. The study of the character of the change in responses along the entire length of the given pathway made it possible to establish the localization of the synapse. It was found that two different in physiological relationship conducting pathways pass through the tenth ganglion in its connecting branch. To the first system belong the pathways from the connecting branches of the IV—VI ganglia. The pre- and postganglionic fibers of these pathways have a higher excitability, a higher velocity of conduction of excitation, and a shorter latent period than the fibers of the second system of pathways (in the postganglionic fibers of the eighth and ninth ganglia).

The second system of pathways belongs to the pathways from the connecting branches of the seventh and eighth ganglia. The postganglionic fibers of this system of pathways have a longer duration of synaptic delay, which indicates a considerable number of them.

There appears to be no convergence of pathways in the ganglia and in the neurons as in the pre- and postganglionic systems and for the sympathetic trunk of mammals. Preganglionic fibers of the frog's sympathetic trunk, as in mammals, do not exhibit the phenomenon of multiplicity.

глионарных волокнах скорость равна 2,5 м/сек), и меньшую длительность синаптической задержки (3—4 мсек), чем у второй системы путей. Волокна первой системы прерываются в основном в десятом ганглии, меньшая их часть — в девятом и очень незначительная часть — в восьмом ганглии.

Ко второй системе принадлежат проводящие пути из соединительных ветвей седьмого и восьмого ганглиев. В наиболее быстропроводящих постганглионарных волокнах второй системы путей скорость проведения возбуждения составляет всего 0,35 м/сек, а минимальная длительность синаптической задержки равна 10 мсек. Волокна этой системы путей прерываются в основном в десятом ганглии, очень незначительная их часть прерывается в девятом ганглии.

Конвергенция преганглионарных волокон на постганглионарных нейронах как в пределах одной системы путей, так и между различными системами, не обнаружена, что отличает ганглии лягушки от симпатических ганглиев теплокровных. Преганглионарным волокнам лягушки, как и преганглионарным волокнам теплокровных, свойственен феномен мультипликации.

Conduction of Nervous Impulse Through the Tenth Ganglion of the Sympathetic Trunk of the Frog

V. I. Skok

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

Summary

The conduction of ortho- and antidromic impulses through the tenth sympathetic ganglion of the frog has been studied by recording action potentials of pre- and postganglionic fibres. It is shown that two different systems of conductive pathways pass through the ganglion in its ramus. The first system includes the ways from rami communicants of the IV—VI ganglia. Pre- and postganglionic fibres of these pathways have higher excitability, higher conduction velocity (in postganglionic fibres — 2.5 msec) and shorter synaptic delay (3—4 msec), than the fibres of the other pathway system. The synapses of the first system are localized mainly in the tenth ganglion, some of them are in the ninth and eighth ganglia.

The second system includes the ways from rami communicants of the seventh and eighth ganglia. The highest conduction velocity in the postganglionic fibres of these ways is 0.35 m/sec, the shortest synaptic delay is 10 m/sec. Synapses are localized almost entirely in the tenth ganglion.

There appear to be no common postganglionic neurons for both systems and for the preganglionic fibres inside each system entering the sympathetic trunk through different rami. One preganglionic fibre can terminate in several postganglionic neurons (multiplication).