

Вплив постійного струму на рефлекторну діяльність спинного мозку

І. П. Семенютін

Питанню про центральне гальмування присвячено чимало праць, але, незважаючи на це, досі не досягнуто єдності поглядів на природу цього процесу. Одні дослідники (І. С. Берітов, Д. С. Воронцов, Іклс, Ллойд) вважають, що гальмування пов'язане з електропозитивністю, а інші (М. Є. Введенський, О. М. Магніцький, П. Є. Моцний, В. С. Русінов) — з електронегативністю загальмованих утворень.

Звідси зрозумілий інтерес фізіологів до вивчення впливу постійного струму на центральну нервову систему, оскільки застосуванням постійного струму можна ослабити або посилити природну поляризацію її елементів і простежити, чи пов'язане гальмування з виникненням в цих елементах анелектротонічних чи кателектротонічних станів.

Вивчення впливу постійного струму на центральну нервову систему має не тільки важливе теоретичне, а й практичне значення: воно дає можливість з'ясувати суть методів лікування з допомогою постійного струму і висвітлює шляхи для його дальшого застосування з лікувальною метою. Тому не дивно, що вивченню впливу постійного струму на центральну нервову систему приділяли значну увагу найвидатніші фізіологи — І. М. Сеченов, В. Ю. Чаговець, М. Є. Введенський, І. С. Берітов, Герман, Льоб, Шемінський, Ляпик і ін. Проте, незважаючи на наявність великої кількості праць, присвячених цьому питанню, немає єдиної точки зору на вплив постійного струму на центральну нервову систему. Одні фізіологи (О. М. Волинський, М. Р. Могендович, Льоб, Бремер) твердять, що пригнічуючу дію на центральну нервову систему справляє анод, а інші (О. М. Магніцький, Ф. П. Петров, В. П. Петропавловський) вважають, що це робить катод. Відповідно до цього перша група дослідників вважає природу центрального гальмування анелектротонічною, а друга — кателектротонічною.

В зв'язку з цим переді мною і було поставлене завдання дослідити вплив постійного струму на спинний мозок і здобути деякі дані про природу центрального гальмування.

Методика досліджень

Досліди провадилися на жабах (*R. ridibunda*) і на кішках у період 1953—1955 рр. Був досліджений вплив постійного струму на люмбальну ділянку спинного мозку — на реакції напівсухожильного і триголового м'язів (жаба) або напівсухожильного і чотириголового м'язів (кішка), які викликалися подразненням іпселатерального малогомілкового нерва.

У жаби (операція без наркозу) руйнували головний мозок, препарували мало-гомілковий нерв, напівсухожильний і триголовий м'язи і для одержання реципрокного гальмування — контралатеральний малогомілковий нерв або іпселатеральний плечовий. Потім оголювали дорзальну поверхню спинного мозку (VI—X сегменти) для

з) анод — на вентральній або вентро-латеральній поверхні люмбальних сегментів, катод — на краніальному кінці спинного мозку. При цьому електрод, названий першим у зазначених положеннях, був крапковим, а другий — дифузним, за винятком випадків з безпосереднім прикладенням обох електродів до мозку при поздовжньому або

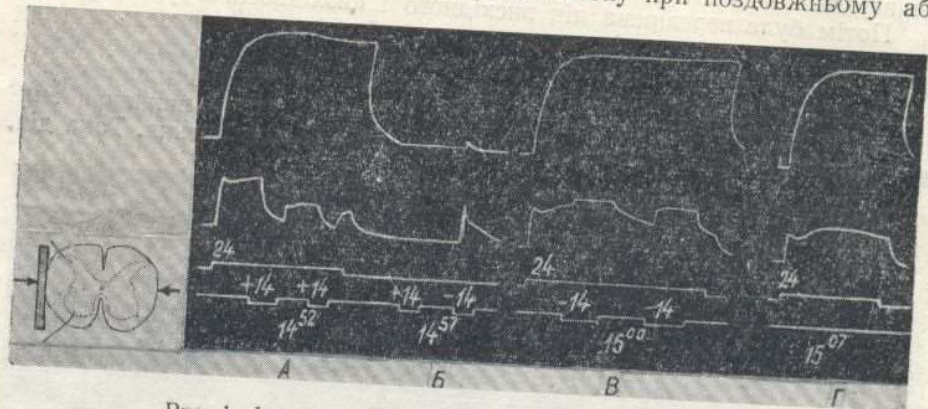


Рис. 1. Ізольований спинний мозок — задні кінцівки.

Поляризовані електроди: крапковий — на правій бічній поверхні VIII сегмента, дифузний — під лівою (іпселатеральною для м'язів, що реєструються) бічною поверхнею мозку. На фоні субмаксимального скорочення триглового м'яза (друга крива зверху) чітко видно пригнічуючу дію анода (А) і збуджуючу дію катода (В) при силі струму 14 мка. На максимальному скороченні напівсхожильного м'яза (перша крива зверху) ця дія не проявляється. Б — дія одного постійного струму, Г — однієї тетанізації нерва. Знаки + і — означають поляриність крапкового електрода.

поперечному пропусканні через нього струму, коли обидва електроди могли бути крапковими (Г, Д, Е, Є, Ж, З).

Протилежний напрям струму в зазначених положеннях електродів завжди викликав протилежний ефект, тобто ослаблення рефлекторних скорочень.

Крім того, встановлена вторинна дія постійного струму, коли він слідом за посиленням скорочень приводить до значного їх ослаблення, тобто до депресії. Вторинна, протилежна, дія спостерігалась лише при збуджуючих напрямках струму і, як правило, не відзначалась при пригнічуючих напрямках.

Вплив постійного струму на рефлекторні скорочення показаний на рис. 1.

Вплив постійного струму на рефлекторну збудливість спинного мозку визначався: а) за зниженням або підвищенням після попередньої поляризації мозку порогу подразнення нерва для викликання рефлекторних скорочень і б) за збільшенням або зменшенням скорочень на те саме подразнення нерва, коли до поляризації перевірялось субмаксимальне подразнення.

При більшості застосованих варіацій розташування електродів локальний катод, прикладений до спинного мозку, викликав підвищення збудливості, а локальний анод — її зниження. Ці дані узгоджуються із спостереженнями більшості дослідників, але є дані (Ф. П. Петров, О. М. Магніцький, В. П. Петропавловський, 1949), що збуджуючу дію на спинний мозок справляє локальний анод, а пригнічуючу — катод. Водночас усі дослідники одночасно відзначають збуджуючу дію висхідного по спинному мозку постійного струму і пригнічуючу дію низхідного струму, коли обидва електроди розташовані на кінцях поздовжньої осі спинного мозку. Тому цікаво було виявити причину суперечливих висновків різних авторів, для чого нами були проведені такі дослідні.

Спочатку був досліджений вплив на рефлекторну збудливість жаби висхідного і низхідного струму, який пропускали по поздовжній осі тільки спинного мозку або усієї центральної нервової системи. При цьому висхідний струм викликав підвищення рефлекторної збудливості напівсухожильного і триголового м'язів, а низхідний — зниження.

Потім була перевірена дія висхідного і низхідного струмів при такому положенні електродів, коли каудальний електрод переводили (при незмінному положенні краніального) на передлюмбальну ділянку мозку і прикладали до дорзальної поверхні V—VI сегментів. При цьому звичайна дія струму порушувалась: тепер висхідний струм викликав зниження рефлекторної збудливості, а низхідний — її підвищення. Така дія,

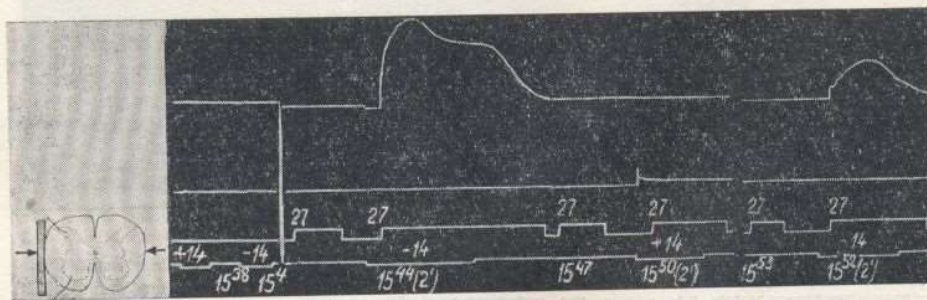


Рис. 2. Препарат.

Розташування поляризованих електродів і позначення їх полярності такі самі, як і на рис. 1. Слабкий постійний струм (14 μ ка) при одному напрямі підвищує після двохвилинної дії збудливість мозку, перетворюючи підпорогове подразнення нерва (27 см) в надпорогове, але не дає цієї дії при протилежному напрямі.

тобто підвищення збудливості при низхідному і зниження її при висхідному напрямі струму, зберігалася і в тому випадку, коли каудальний електрод прикладали до дорзальної поверхні люмбальних сегментів (VII—IX). Збуджуюча дія локального катода, прикладеного до дорзальної поверхні люмбальних сегментів, і пригнічуюча дія локального анода, прикладеного до тієї самої ділянки, спостерігалися і в тих випадках, коли другий електрод переміщали більш каудально щодо люмбальної ділянки, наприклад, на стегно або на каудальний кінець тулуба. Одержані результати показали, що дія постійного струму, який пропускають по поздовжній осі спинного мозку, залежить не від напрямку струму по мозку, а лише від його напрямку щодо центрів м'язів, які реєструються.

При поперечному пропусканні струму (обидва електроди на протилежних бічних поверхнях мозку) анод, прикладений з боку м'язів, що реєструються, викликає підвищення збудливості, а катод — її зниження. Таким чином, підвищення або зниження збудливості залежить саме від напрямку струму, а не від того полюсу, який прикладений ближче до центрів (що є предметом дослідження), тобто на боці м'язів, що реєструються. Значення напрямку струму для характеру його дії підтверджене і при інших розташуваннях електродів, наприклад, при дорзально-вентральному їх положенні. Анод, прикладений до дорзальної поверхні, викликає зниження рефлекторної збудливості спинного мозку, а катод — підвищення. Підвищення збудливості завжди досягалось при тих самих напрямках струму, які викликали посилення рефлекторних скорочень, а зниження — при протилежних напрямках.

Про вплив постійного струму на рефлекторну збудливість спинного мозку жаби дає уявлення рис. 2.

В досліджах на к

збудливість спинного мозку жаби досліджувались у дослідниках. Операція на кіш

проводили трахеотомію і обидва блукаючі нерви рівні від V поперекового і VII поперекового і I кінцівці напівсухожильного нерва. Закінчувалась операція розрізом між переднім і заднім слідоком того, що при цьому ра тіла тварини підтримувалась. Під час дослідження температура тіла становила +38° С.

Реєстрація м'язових скорочень

жабах. Нерв подразнювався для подразнення

дослідках на жабах. Рівень — на оголеному спинному нерві — попереду або по

У більшості положень

ку, спостерігалось при

дження, якщо це був

незмінному положенні

двоєю дію обох полюсів

лась лише в тих випадках

більш каудально щодо

крапковий анод викликав

трод розташовувався б

ливості, коли дифузійний

шовані краніально щодо

катод при тих самих

другий електрод прикла

зниження збудливості;

приклад, на стегно), т

така двоє дія анода і

тоді, коли крапковий е

центрів м'язів, що реє

дали до дорзальної пов

і більш краніально, то

да, викликав підвищенн

Двоєю дію обох по

ку кішки можна просте

Проведені досліди,

висновок, що дія пост

струму на мотонейрони

на проміжні нейрони. Ч

ті в ефектах постійног

ців біля самого мозку,

на спинний мозок не з

про переважну дію пос

досліди з слабким лока

стрихніном (0,05%). Пр

П. Г. Костюка, С. Бальс

В дослідях на кішках був перевірений вплив постійного струму на збудливість спинного мозку при тих основних його напрямках, які застосовувались у дослідях на жабах.

Операція на кішках провадилась під ефірним наркозом. Спочатку провадили трахеотомію, потім перев'язували обидві загальні сонні артерії і обидва блукаючі нерви. Після цього оголювали спинний мозок на рівні від V поперекового до II крижового хребця, але частіше у межах VII поперекового і I крижового хребців. Потім препарували на одній кінцівці напівсухожилльний і чотириголовий м'язи і малогомілковий нерв. Закінчувалась операція децеребрацією тварини, яка провадилась розрізом між передніми і задніми горбиками чотиригорбикових тіл. Внаслідок того, що при цьому виключався центр терморегуляції, температура тіла тварини підтримувалась зігріванням її в спеціальній камері. Під час дослідів стежили за тим, щоб температура в камері не перевищувала $+38^{\circ}\text{C}$.

Реєстрація м'язових ефектів провадилась так, як і в дослідях на жабах. Нерв подразнювали за допомогою заглиблених електродів. Установка для подразнення, поляризації та реєстрації — така сама, як і в дослідях на жабах. Розташування поляризованих електродів: крапковий — на оголеному спинному мозку в люмбо-сакральній ділянці, дифузний — попереду або позаду крапкового на спині або на кінцівці.

У більшості положень крапкового електрода, прикладеного до мозку, спостерігалось пригнічення збудливості, якщо це був анод, і збудження, якщо це був катод. Але так було не завжди, оскільки при незмінному положенні крапкового електрода можна було спостерігати двояку дію обох полюсів. Правда, ця двояка дія обох полюсів відзначалась лише в тих випадках, коли крапковий електрод розташовувався більш каудально щодо центрів м'язів, які реєструються. При цьому крапковий анод викликав зниження збудливості, коли дифузний електрод розташовувався більш каудально щодо нього, і підвищення збудливості, коли дифузний електрод переміщався на ділянки спини, розташовані краніально щодо центрів м'язів, які реєструються. Крапковий катод при тих самих положеннях електродів діяв протилежно. Якщо другий електрод прикладали вище люмбальної ділянки, катод викликав зниження збудливості; якщо ж його пересували нижче від катода (наприклад, на стегно), то спостерігалось підвищення збудливості. Але така двояка дія анода і катода у дослідях на кішках відзначалась лише тоді, коли крапковий електрод розташовувався більш каудально щодо центрів м'язів, що реєструються. Якщо ж крапковий електрод приклали до дорзальної поверхні мозку у межах I—II сакральних сегментів і більш краніально, то при цьому катод, незалежно від положення анода, викликав підвищення збудливості, а анод — її зниження.

Двояку дію обох полюсів на рефлекторну збудливість спинного мозку кішки можна простежити по рис. 3.

Проведені досліді, а також літературні дані дозволили зробити висновок, що дія постійного струму переважно пов'язана з впливом струму на мотонейрони м'язів, що реєструються, а не з впливом його на проміжні нейрони. Чутливі нейрони (тіла) можна виключити з участі в ефектах постійного струму, наприклад, перетинанням задніх корінців біля самого мозку, але й після цього дія самого постійного струму на спинний мозок не змінюється. Щоб якомога уточнити припущення про переважну дію постійного струму на мотонейрони, були проведені досліді з слабким локальним отруєнням спинного мозку азотнокислим стрихніном (0,05%). При цьому були враховані дані І. С. Берітова, П. Г. Костюка, С. Бальоні, Ф. Бремера та інших дослідників, які пока-

зують, що стрихнін при слабких отруєннях мозку впливає лише на проміжні нейрони і його дія подібна до дії катода. Схожість дії стрихніну і катода підтверджується в досліді на нерві: відновленню нерва від альтерації стрихніном сприяє анод, катод же лише поглиблює цю альте-

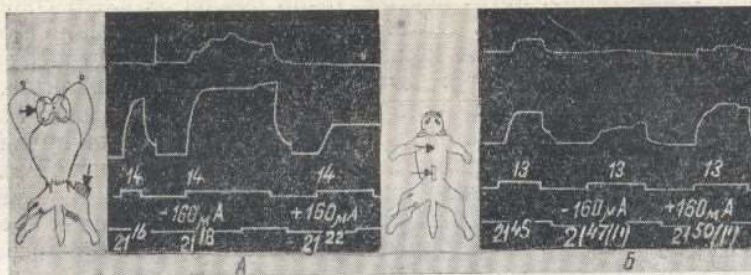


Рис. 3. Децеребрована кішка.

Поларизовні електроди: крапковий — на лівій латеральній поверхні VII люмбального сегмента, дифузний — під правим стегном (А) або на спині, попередню люмбальної ділянки (Б). Перша крива зверху — запис скорочень чотиригодового м'яза, друга — напівсухожильного. А — підвищення збудливості центрів напівсухожильного м'яза при крапковому катоді, Б — при крапковому аноді.

рацію. Досліди показали, що при локальному отруєнні дорзальної поверхні люмбальних сегментів мозку стрихнін значно підвищує рефлекторну збудливість, але не порушує дії постійного струму. Як і раніше, при напрямках струму, що викликали зниження збудливості, спостері-

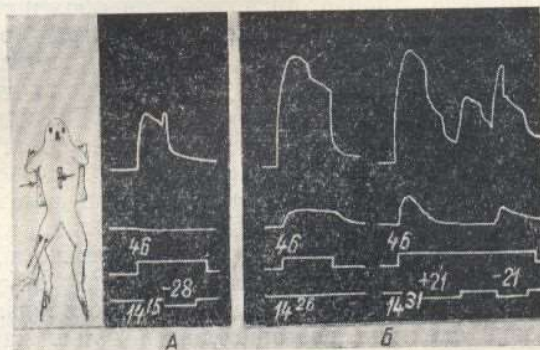


Рис. 4. Спинальна жаба.

А — до отруєння спинного мозку стрихніном, Б — після отруєння.

гається пригнічення, а при протилежних — збудження. Ці результати свідчать про те, що стрихнін при слабкому отруєнні мозку не впливає на мотонейрони і посилює рефлекторні реакції внаслідок своєї дії на проміжні нейрони. Таким чином, місця прикладання стрихніну і постійного струму в спинному мозку різні: перший впливає переважно на проміжні, а другий — на рухові нейрони.

Вплив постійного струму на отруєний стрихніном мозок показано на рис. 4.

У проведених дослідіх було встановлено, що ослаблення рефлекторних реакцій у згинальному рефлексі насамперед тісно пов'язане з анелектротонічним зниженням збудливості в центральних елементах рефлекторної дуги, а не з підсумуванням двох збуджувальних впливів (подразнення нерва та дії крапкового катода), які ведуть до пригнічен-

ня за типом песимізму пригнічення рефлексу, тоді, коли до люмба можна беззастережн

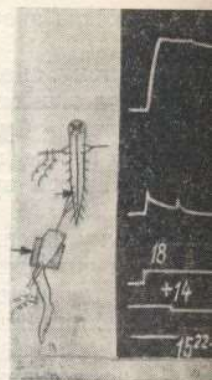


Рис. 5. Препарат ж

Розташування поларизованого з лівого боку, д рочень напівсухожильного подразнення іпселатерального постійного струму, п'я вого нерва. А — на сп

розвивається при под ва. Тому необхідно с вання до впливу стр чого і була проведен стійного струму на р

Реципрокне галь при таких умовах. По ва викликали скорочення провадилося або іпселатерального тій чи іншій мірі розс тобто виникало гальм струм того чи іншого стійного струму при тродів, при яких стр діяльності. Іноді визн ніх вмикань постійно скорочення м'яза, як гомілкового нерва, т ний струм. У таких в прстидію постійного

В цих дослідіх с підвищують збудливі рочення м'язів, спос ного гальмування. П ки, викликали посил процесу. Вплив пост ілюструвати рис. 5.

Одержані нами р

ня за типом песимуму М. Є. Введенського. Але анелектротонічне пригнічення рефлексу, що спостерігається при одному напрямі струму (саме тоді, коли до люмбальних сегментів прикладений крапковий анод), не можна беззастережно ототожнювати з реципронним гальмуванням, яке

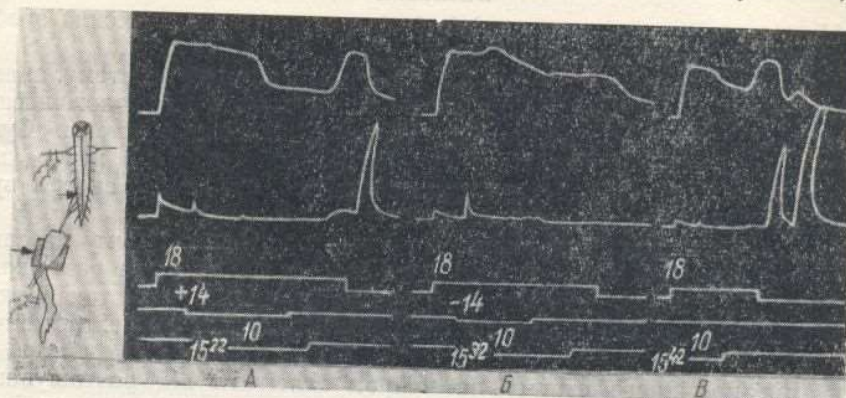


Рис. 5. Препарат жаби: ізолюваний мозок (без півкул) — задні кінцівки. Розташування поляризованих електродів: крапковий — на дорзальній поверхні IX сегмента з лівого боку, дифузний — під лівим стегном. Перша зверху крива — запис скорочень напівсухожилля м'яза, друга — триголового м'яза, третя — підйом — початок подразнення іпселатерального малогомілкового нерва, четверта — опускання — вмикання постійного струму, п'ята — опускання — початок подразнення іпселатерального плечового нерва. А — на спинному мозку крапковий анод, Б — на спинному мозку катод; В — постійний струм не увімкнено.

розвивається при подразнюванні контралатерального або плечового нерва. Тому необхідно було визначити в досліді відношення цього гальмування до впливу струму протилежних напрямів (анода і катода), для чого і була проведена спеціальна серія дослідів по визначенню дії постійного струму на реципронне гальмування.

Реципронне гальмування і дію на нього постійного струму вивчали при таких умовах. Подразненням іпселатерального малогомілкового нерва викликали скорочення напівсухожилля м'яза. Під час такого скорочення проводилось подразнення контралатерального малогомілкового або іпселатерального плечового нерва. Воно повинно було викликати в тій чи іншій мірі розслаблення м'яза. Якщо це розслаблення розвивалося, тобто виникало гальмування у спинному мозку, то замикався постійний струм того чи іншого напрямку. В цих дослідях була досліджена дія постійного струму при вже перевірених положеннях поляризованих електродів, при яких струм викликає постійні і певні зміни в рефлекторній діяльності. Іноді визначали вплив на реципронне гальмування попередніх вмикань постійного струму. Для цього після розвитку рефлекторного скорочення м'яза, яке викликали подразненням іпселатерального малогомілкового нерва, перед гальмуючим подразненням вмикали постійний струм. У таких випадках можна було бачити також стимуляцію або протидію постійного струму розвитку реципронного гальмування.

В цих дослідях було встановлено, що при всіх напрямках струму, які підвищують збудливість спинного мозку або посилюють рефлекторні скорочення м'язів, спостерігається ослаблення або припинення реципронного гальмування. Протилежні напрями поляризуючого струму, навпаки, викликали посилення гальмування або сприяли розвитку цього процесу. Вплив постійного струму на реципронне гальмування можна ілюструвати рис. 5.

Одержані нами результати показують, що реципронне гальмування

не може мати кателектротонічної природи, оскільки розвиткові реципрокного гальмування сприяє анелектротонічний стан у спинальних центрах, і тому воно має анелектротонічну природу.

Висновки

На підставі проведених дослідів і літературних даних можна зробити такі загальні висновки:

1. Вплив постійного струму на центральну нервову систему аналогічний його дії на периферичний нерв і визначається морфологічними і функціональними особливостями центральної нервової системи. Суперечності в поглядах на характер дії постійного струму на центральну нервову систему пояснюються в основному тим, що не всі автори враховують напрям струму щодо окремих центрів.

2. Є всі підстави припускати, що вплив постійного струму на спинальний мозок залежить від поляризаційних змін у нейронах та розташованих на них нервових закінченнях і, головним чином, у мотонейронах.

3. Реципрокне гальмування в спинному мозку має анелектротонічну природу.

4. Дія постійного струму на нейрон залежить від розташування нейрона в електричному полі. Якщо струм входить з боку аксона і виходить з боку соми і дендритів, то збудливість його підвищується і може розвинути збудження; при протилежному напрямі струму настає пригнічення. При інших орієнтаціях нейронів в електричному полі дія струму може залежати від розташування синапсів на нейроні і від властивостей цих синапсів.

ЛІТЕРАТУРА

- Беритов И. С., Труды Петерб. об-ва естествоисп., т. 41, в. 2, 1910, с. 245; Общая физиология мышечн. и нервн. сист., т. 2, 1948.
- Введенский Н. Е., Полное собр. соч., т. 4, 1953, с. 9, 202, 291.
- Вольнский А. М., Научн. изв. Зап. обл. н.-и. ин-та (ЗОНИ). Биология, в. 1, 1931; Сб. научн. трудов Крым. мед. ин-та, т. 2, 1945.
- Воронцов Д. С., Проблема межнейронных и нейротканевых отношений, 1953, с. 19; Физиол. журн. СССР, т. 37, 1952, с. 179.
- Костюк П. Г., Труды н.-и. ин-та физиол. животн. Киевск. ун-та, т. 13, в. 14, 1954, с. 125.
- Магницкий А. Н. и Трофимов Л. Г., Бюлл. eksper. биол. и мед., № 12, 1943, с. 69.
- Магницкий А. Н., Там же, т. 24, в. 3, 1947, с. 179.
- Могендович М. Р., Сб. «Исследования в обл. физ.-хим. динамики нервного процесса», 1932, с. 45.
- Моцный П. Е., Вопросы физиологии, № 1, 1951, с. 61.
- Петров Ф. П., Труды ин-та им. Бехтерева, в. 7, 1937, с. 50.
- Петропавловский В. П., Физиол. журн. СССР, т. 25, 1938, с. 132. Бюлл. eksper. биол. и мед., т. 28, в. 4, 1949, с. 260.
- Русинов В. С., Тезисы научн. докл. IX сессии АМН СССР, 1955, с. 28.
- Сеченов И. М., Физиология нервн. сист., т. 3, 1952, с. 124.
- Чаговец В. Ю., Обзорение психиатрии, неврологии и eksper. психол., №1, 1906, с. 18; Pflügers Archiv, 146, 567, 1912.
- Baglioni S., Arch. für Physiol., 5, 193, 1900.
- Bremer F., Some problems in neurophysiology, London, 1953.
- Bonnet V. a. Bremer F., J. Physiol., 90, 45 P, 1937.
- Eccles J. C., The neurophysiological basis of mind., Oxford, 1953.
- Hermann L., Pflügers Archiv, 37, 457, 1885; 39, 414, 1886.
- Loeb J. u. Garrey W. E., Pflügers Archiv, 65, 41, 1896.
- Loeb J. u. Maxwell S. S., Pflügers Archiv, 63, 121, 1896.
- Lloyd D. P. C., J. Gener. Physiol., 35, 255, 1951.
- Lapicque L. et Lapicque M., C. r. Soc. Biol., Paris, 130, 1054, 1939; 144, 496, 929, 1950.
- Scheminzy F., Pflügers Archiv, 237, 284, 1936; Die Naturwissenschaft, H. 25/26, 288, 1943; Experientia, 4, 63, 1948.
- Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, лабораторія електрофізіології.

Влияние постоянн

Нами были пров
тока на рефлекторну
Установлено, что ан
тров ведет к угнетен
мышц, понижению ре
центрах; катодическая
ся противоположными

Сделаны выводы:

1. Действие посто
 2. Влияние постоя
 3. Реципрокное то
 4. Действие постоя
- рона в электрическом
свойств нейрона в раз

Effect of Direct Cu

Experiments were c
activity of the spinal co
polarization of the spina
tions of the correspondin
tion in these centres. Th
tended by opposite func

The following concl

1. The central nerv
 2. The effect of dir
 3. Reciprocal inhib
 4. The direct curre
- the neuron in the electr
tional properties of the

Влияние постоянного тока на рефлекторную деятельность спинного мозга

И. П. Семенютин

Резюме

Нами были проведены опыты по изучению влияния постоянного тока на рефлекторную деятельность спинного мозга лягушки и кошки. Установлено, что анаэлектротоническая поляризация спинальных центров ведет к угнетению рефлекторных сокращений соответствующих мышц, понижению рефлекторной возбудимости или торможению в этих центрах; катодическая поляризация спинальных центров сопровождается противоположными функциональными изменениями.

Сделаны выводы:

1. Действие постоянного тока на центральную нервную систему и периферический нерв подобно.
2. Влияние постоянного тока на спинной мозг зависит главным образом от поляризационных изменений в мотонейронах.
3. Реципрокное торможение в спинном мозгу имеет анаэлектротоническую природу.
4. Действие постоянного тока на нейрон зависит от положения нейрона в электрическом поле и от морфологических и функциональных свойств нейрона в различных его частях.

Effect of Direct Current on the Reflex Activity of the Spinal Cord

I. P. Semenyutin

Summary

Experiments were conducted on the effect of direct current on the reflex activity of the spinal cord in frogs and cats. It was found that anelectrotonic polarization of the spinal centres caused depression of the reflectory contractions of the corresponding muscles, a fall in the reflex excitability, or inhibition in these centres. The cathodic polarization of the spinal centres is attended by opposite functional changes.

The following conclusions can be drawn:

1. The central nervous system and the peripheral nerve are similarly affected by direct current.
2. The effect of direct current on the spinal cord is due chiefly to polarization changes in the motoneurons.
3. Reciprocal inhibition in the spinal cord is of an anelectrotonic nature.
4. The direct current effect on the neuron depends on the position of the neuron in the electric field, as well as on the morphological and functional properties of the neuron in its various parts.