

ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЯ В АКАДЕМІЇ НАУК УРСР

П. Г. Костюк, П. М. Серков

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Основою для розвитку електрофізіології в АН УРСР були чудові дослідження українських електрофізіологів В. Я. Данилевського, В. Ю. Чаговця, Б. Ф. Веріго, В. В. Правдич-Неминського й Д. С. Воронцова. Ці дослідження поклали початок трьом основним напрямкам електрофізіології, які в наш час успішно розвиваються в АН УРСР.

Перший напрямок полягає у вивченні природи і походження електричних потенціалів у живих клітинах і тканинах та їх ролі в основних фізіологічних процесах. Його початок було покладено створенням академіком АН УРСР В. Ю. Чаговцем першої науково-обґрунтованої теорії походження біоелектричних явищ. Положення цієї теорії про те, що різниця потенціалів у живих тканинах виникає в результаті нерівномірного розподілу іонів між протоплазмою клітин та їх середовищем, лежить в основі всіх сучасних уявлень з цього питання.

Дальшого розвитку цей напрямок набув у працях академіка АН УРСР Д. С. Воронцова, який зробив його основою для вивчення фізіології клітини і пізнання фізико-хімічної природи основних нервових процесів збудження і гальмування.

Виникнення другого напрямку, який полягає у використанні біоелектричної активності і електричних реакцій головного мозку для вивчення фізіологічних процесів, що відбуваються в ньому, пов'язане з працями академіка АН УРСР В. Я. Данилевського, який не лише вперше виявив електричні реакції головного мозку, але і вказав на величезні можливості електрофізіологічного методу у справі вивчення фізіології нервової системи.

Третій напрямок полягає у вивченні впливу електричного струму на живі клітини і тканини з метою пізнання його подразнювальної дії і з'ясування фізіологічної ролі біопотенціалів в організмі. Велику роль у розвитку цього напрямку відіграли дослідження Б. Ф. Веріго, В. Ю. Чаговця й Д. С. Воронцова.

Хоч більша частина цих основоположних досліджень була виконана ще до створення АН УРСР, у фізіологічних лабораторіях Харківського, Київського і Одеського університетів, вони мають безпосереднє відношення до АН УРСР, тому що автори цих праць були обрані академіками АН УРСР і продовжували тут свої дослідження.

В інститутах АН УРСР інтенсивні електрофізіологічні дослідження почали провадитись порівняно недавно. Спочатку через відсутність у них спеціалізованих електрофізіологічних лабораторій академіки В. Ю. Чаговець і Д. С. Воронцов працювали в лабораторіях Київського медичного інституту і Київського університету.

Із досліджень, виконаних у цей період в лабораторіях АН УРСР, слід відзначити кілька праць академіка АН УРСР О. В. Леонтовича і його учнів про нейрон як апарат змінного струму, основаних, правда, більше на морфологічних, ніж на електрофізіологічних даних, і О. Ф. Макаревича по вивченню змін електричної активності головного мозку при хронічному отруєнні марганцем.

Велике значення для розвитку електрофізіології в АН УРСР мало створення в 1956 р. в Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця відділу електрофізіології. Організатором цього відділу був академік АН УРСР Д. С. Воронцов. До складу відділу крім Д. С. Воронцова входили два молодших наукових співробітники (Т. М. Мамонцев і І. П. Семенютін) і два лаборанти. Наступного року науковими співробітниками були зараховані М. Ф. Шуба і І. С. Магура, а ще пізніше В. І. Скок. Аспірантами відділу були В. М. Сторожук, С. О. Кузнецов і О. Ф. Дембовецький.

Незважаючи на невеликий склад, ця лабораторія скоро стала однією з провідних електрофізіологічних лабораторій Радянського Союзу. В ній на високому теоретичному і методичному рівні вивчали найважливіші питання загальної і спеціальної електрофізіології.

В період з 1956 до 1966 рр. були проведені дослідження по вивченню впливу на потенціали дії нерва одно- і двовалентних катіонів (Д. С. Воронцов), ацетилхоліну, езерину, адреналіну, стрихніну, кофеїну і деяких наркотиків (Д. С. Воронцов і І. А. Владимірова). На підставі одержаних даних зроблено висновок, що альтерація нерва двовалентними катіонами призводить до розвитку в ньому стану, схожого на збудження, тоді як двовалентні катіони викликають стан, схожий з гальмуванням.

Продовжувалось вивчення природи і функціонального значення електротонічних потенціалів задніх корінців спинного мозку (Т. М. Мамонцев і І. П. Семенютін). При цьому показано, що головним джерелом цих потенціалів є проміжні нейрони, розміщені в основі дорсального рогу. Проведене вивчення впливу змін іонного складу середовища на мембранний потенціал м'язових волокон (І. С. Магура). Показано, що при певних умовах мембранний потенціал м'язових волокон не залежить від змін у зовнішньому середовищі концентрації іонів натрію і водночас стає надзвичайно чутливим до змін іонів хлору. Було також показано, що місцеві анестетики (кокаїн, новокаїн) припиняють не лише електричну збудливість мембрани, але роблять її нечутливою до дії ряду хімічних подразників.

Нові дані були одержані при вивченні електрофізіології гладких м'язів (М. Ф. Шуба). Методом сахарозного містка був виміряний мембранний потенціал і зареєстрований потенціал дії гладком'язових клітин. Вивчено вплив на їх величину іонів натрію, калію і кальцію, поляризуючого струму ацетилхоліну, адреналіну та різних інгібіторів обміну речовин. Одержані нові дані по фізичному електротону в гладких м'язах.

Ряд праць виконано по електрофізіології вегетативних гангліїв (В. І. Скок). При цьому використовувався метод внутріклітинного відведення потенціалів окремих нейронів, що дало можливість виміряти електричні параметри мембрани вегетативних нейронів, а також величину їх мембранного потенціалу і потенціалу дії. Дослідження проведені на вегетативних гангліях вищих і нижчих хребетних і деяких безхребетних.

Д. С. Воронцовим було також проведено детальне вивчення фізичного електротону, який виникає в нервових волокнах при замиканні і розмиканні постійного струму, і наведена його характеристика при різ-

ній силі, тривалості і напрямку нальому стані нерва. Вивчення, в тому числі й інгібіторних даних зроблено важливий внесок в електротону не лише поверхні клітин, зв'язаних з їх обміном фізичного електротону, були тротон нервів і м'язів» (Д. С. Воронцов). Ця монографія в світовій розгледом питання про при-

Оригінальні дослідження в електрофізіології кори головного мозку відведення викликаних потенціалів (Д. С. Воронцов) запропонували новий потенціал за допомогою розміщених по вертикалі катодів, вивчати поширення в інший. За допомогою цих змін електричного потенціалу дослідженні і поширенні в них ням сідничного нерва (В. І. Скок) проведено при дії звуків.

В цей же період метою вивчення електричних потенціалів мозку (С. А. Кузнецов).

На підставі даних, одержаних в лабораторії, Д. С. Воронцов зрізав трокортикограми відбивав в дендритах. Пікові потенціали нейронів, участі в трокортикограма відображаються в корі мозку.

Поряд з експериментальними дослідженнями в цей період розробляється теорія, як проблема подражності зовнішнім середовищем, незу електричних потенціалів.

Великим внеском в розвиток в цей період його діяльності в галузі електрофізіології.

Водночас із великою кількістю кваліфікованих кадрів. Підготовлено 2 докторів і 4 кандидатських (І. С. Скок, С. А. Кузнецов).

Після смерті Д. С. Воронцова його учень проф. П. Г. Костюк, який очолював у відділі електрофізіології організована лабораторія (зав. — В. І. Скок) в лабораторії електрофізіології.

У відділі електрофізіології як фокальні електричні потенціали, так і імпульси в електротоні електрофізіології.

ній силі, тривалості і напрямку поляризуючого струму і різному функціональному стані нерва. Вивчено дію на розвиток електротону різних агентів, в тому числі й інгібіторів обміну речовин. На підставі одержаних даних зроблено важливий висновок про участь в утворенні фізичного електротону не лише поверхневих мембран, але й активних сил живих клітин, зв'язаних з їх обміном речовин. Усі дані, одержані при вивченні фізичного електротону, були узагальнені в монографії «Фізичний електротон нервів і м'язів» (Д. С. Воронцов, М. Ф. Шуба, 1966 р.), яка є єдиною монографією в світовій літературі з таким широким і глибоким розглядом питання про природу фізичного електротону.

Оригінальні дослідження були проведені в цьому відділі по електрофізіології кори головного мозку. На відміну від звичайного методу відведення викликаних потенціалів кори мозку від її поверхні, Д. С. Воронцов запропонував спосіб біполярного відведення викликаного потенціалу за допомогою багатополюсних голчастих електродів, розміщених по вертикалі кори на різних рівнях. Цей метод давав можливість вивчати поширення збудження по вертикалі кори з одного шару в інший. За допомогою цього методу було проведено детальний аналіз змін електричного потенціалу різних шарів кори мозку при надходженні і поширенні в них аферентного залпу, викликаного подразненням сідничного нерва (В. М. Сторожук). Такий самий аналіз було проведено при дії звукових подразнень (О. Ф. Дембовецький).

В цей же період методом мікроелектродного відведення проведено вивчення електричних потенціалів окремих нейронів рухової зони кори мозку (С. А. Кузнецов).

На підставі даних, одержаних при вивченні електрофізіології кори мозку, Д. С. Воронцов зробив висновок, що потенціали звичайної електрокортикограми відбивають, в основному, процеси, які відбуваються в дендритах. Пікові потенціали, що виникають при збудженні соматичних нейронів, участі в генезі потенціалів ЕЕГ не беруть; отже, електрокортикограма відображає лише деяку частину процесів, які відбуваються в корі мозку.

Поряд з експериментальними дослідженнями Д. С. Воронцов у цей період розробляє такі важливі теоретичні питання загальної фізіології, як проблема подразливості і взаємовідношення живої клітини із зовнішнім середовищем, проблема природи гальмування, проблема генезу електричних потенціалів у живих тканинах тощо.

Великим внеском Д. С. Воронцова у вітчизняну електрофізіологію в цей період його діяльності є створення ним великого посібника із загальної електрофізіології (Д. С. Воронцов, 1962).

Водночас із великою науковою роботою у відділі йшла підготовка кваліфікованих кадрів. По матеріалах проведених досліджень було підготовлено 2 докторських дисертації (М. Ф. Шуба і В. І. Скок) і 4 кандидатських (І. С. Магура, В. М. Сторожук, О. Ф. Дембовецький, С. А. Кузнецов).

Після смерті Д. С. Воронцова в 1965 р. відділ електрофізіології очолив його учень проф. П. М. Серков. Цей відділ в 1967 р. був перейменований у відділ електрофізіології нервової системи. При відділі організована лабораторія електрофізіології вегетативної нервової системи (зав.— В. І. Скок). У відділі працюють тепер 20 співробітників, а в лабораторії електрофізіології вегетативної нервової системи — 10.

У відділі є електрофізіологічні установки, які дозволяють вивчати як фокальні електричні реакції головного мозку у вигляді викликаних потенціалів, так і імпульсну активність окремих нейронів. В лабораторії електрофізіології вегетативної нервової системи працюють елек-

трофізіологічні установки, пристосовані для реєстрації потенціалів окремих нейронів вегетативних гангліїв.

З 1967 р. співробітники відділу електрофізіології нервової системи вивчають викликані потенціали та імпульсну активність нейронів нової, старої і проміжної кори мозку. При цьому одержані нові дані, які уточнюють наші уявлення про параметри і топографію викликаних потенціалів слухової кори. Встановлено наявність у викликаному потенціалі слухової кори п'яти основних компонентів. Кожен із цих компонентів має свій латентний період, амплітуду і полярність (П. М. Серков і І. І. Шелест). Наркоз вибірково пригнічує деякі з цих компонентів. Зроблено висновок про зв'язок цих компонентів з процесами переробки інформації, яка надходить у головний мозок при аферентному подразненні. Встановлено наявність у слуховій корі кішок і собак невеликих зон, від яких відводяться атипові викликані потенціали з початковою електронегативністю (В. А. Гмиря, В. М. Сторожук). Одержані попередні дані про взаємовідношення викликаних потенціалів слухової кори та імпульсної активності її нейронів (В. М. Сторожук). Використання методу парних подразнень, відокремлених одне від одного точно вимірюваними мікроінтервалами часу, дало можливість виявити зміни збудливості в слуховому аналізаторі після надходження до нього залпу аферентних імпульсів. При цьому виявлена важлива роль внутрішніх колінчатих тіл у переробці інформації від периферичних відділів слухового аналізатора (П. М. Серков і І. І. Шелест).

Підведені підсумки досліджень функціональних властивостей і зв'язків нейронів соматосенсорної кори. При цьому дана оцінка фонові імпульсної активності коркових нейронів, їх відповідей на електричні подразнення периферичних нервів, прямого подразнення кори і специфічних та неспецифічних ядер таламуса. Визначена динаміка втягнення в реакцію на аферентний залп різних коркових нейронів, особливо нейронів, розміщених на виході збудження з аферентної частини кори до нейронів пірамідного тракту. Вивчені функціональні зв'язки нейронів соматосенсорної кори з симетричними точками противоположної півкулі і з такими структурами лімбічної системи, як задній гіпоталамус і мигдалевидний комплекс.

Проведено зіставлення різних компонентів викликаного потенціалу соматосенсорної кори з імпульсною активністю її нейронів. Одержано дані про слідові реакції коркових нейронів соматосенсорної кори. Результати цих досліджень узагальнені в докторській дисертації старшого наукового співробітника відділу В. М. Сторожука.

При морфологічному і електрофізіологічному вивченні старої кори одержано ряд нових даних про функціональні властивості і зв'язки пірамідних нейронів гіпокампа.

Нові і важливі для фізіології головного мозку дані одержані при вивченні низхідних впливів гіпокампа на рефлекторну діяльність спинного мозку. Встановлено, що ритмічне подразнення дорсального гіпокампа викликає тривале (до 6 сек) пригнічення потенціалів задніх корінців. Подразнення склепіння також викликає пригнічення потенціалів задніх корінців, але менш значне. Це показує наявність сильних впливів на рефлекторну діяльність спинного мозку з боку старої кори.

Вивчені викликані потенціали енторинальної кори на подразнення різної модальності. Визначені їх основні компоненти і локалізація. Показано, що в енторинальній корі міститься представництво практично всіх аферентних систем.

В лабораторії електрофізіології вегетативної нервової системи методом внутріклітинного відведення вивчені закономірності синаптичної

передачі в нейронах війчастої ганглії, яка має хімічну, а не електричну природу.

Уточнено дані про провідність гангліїв сонячного сплетення висновок, що у верхньому шлунку для здійснення периферичних сонячного сплетення виявлені синаптичні зв'язки з логічною основою здійснення (А. В. Сиром'ятников).

Методом внутріклітинного відведення окремих нейронів вивчені її зміни при деяких вегетативних захворюваннях. Вивчені електрофізіологічні властивості (то-гастричного) ганглію річкового діатором нервового збудження (гомолец).

В 1958 році в Інститут фізіології було засновано відділ загальної фізіології П. Г. Костюком (до 1967 року наукового співробітника Інституту фізіології), але далі інтенсивно розвивався, у складі якого ввійшли відділи інституту. Під час роботи в Інституті фізіології П. Г. Костюком набув широкої відомості як вченого, а також своїми фундаментальними дослідженнями в галузі фізіології.

Відділ почав свою роботу з дослідження у різних напрямках. П. Г. Костюком разом з іншими вченими вивчали різноманітні процеси в центральній нервовій системі, зокрема процеси в синаптичних шляхах, які можуть зберігатись у клітинах і приводити до часткових імпульсів. Було вивчено процеси в синаптичних шляхах, які можуть зберігатись у клітинах і приводити до часткових імпульсів. Було вивчено процеси в синаптичних шляхах, які можуть зберігатись у клітинах і приводити до часткових імпульсів.

В 1958 р. аспірант П. Г. Костюком вивчав процеси в синаптичних шляхах, які можуть зберігатись у клітинах і приводити до часткових імпульсів. Було вивчено процеси в синаптичних шляхах, які можуть зберігатись у клітинах і приводити до часткових імпульсів.

передачі в нейронах війчастого ганглію кішки і показано, що ця передача має хімічну, а не електричну природу (В. І. Скок і Л. Мельниченко).

Уточнено дані про провідні шляхи верхнього шийного ганглію та гангліїв сонячного сплетення кішки. На підставі цих даних зроблено висновок, що у верхньому шийному симпатичному ганглії нема умов для здійснення периферичних рефлекторних впливів. У ганглії цього ж сонячного сплетення виявлені як ефекторні, так і аферентні волокна, що мають синаптичні зв'язки з нейронами ганглію. Це може бути морфологічною основою здійснення периферичного рефлексу (В. І. Скок і А. В. Сиром'ятников).

Методом внутріклітинного відведення досліджено тонічну імпульсацію окремих нейронів верхнього шийного симпатичного ганглію і вивчені її зміни при деяких вегетативних рефлексах (В. Миргородський). Вивчені електрофізіологічні властивості нейронів вегетативного (сомато-гастричного) ганглію річкового рака. Показано, що можливим медіатором нервового збудження в цьому ганглії є ацетилхолін (В. І. Богомолець).

В 1958 році в Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР було засновано відділ загальної фізіології, який очолив член-кореспондент АН СРСР П. Г. Костюк. Спочатку відділ складався всього з одного наукового співробітника (І. П. Семенютіна) та лаборанта (Л. О. Савоськіної), але далі інтенсивно розширювався і за 10 років перетворився на один з основних, устаткованих найновітнішою апаратурою відділів інституту. Під час реорганізації інституту цей відділ було перейменовано на відділ фізіології та біофізики нервової клітини. Відділ набув широкої відомості як у Радянському Союзі, так і за його межами своїми фундаментальними дослідженнями в галузі загальної та спеціальної фізіології.

Відділ почав свою роботу з порівняльного вивчення природи процесу збудження у різних типах нервових клітин та м'язових волокнах. П. Г. Костюком разом з І. П. Семенютіним за допомогою внутріклітинного відведення потенціалів мотонейронів були вивчені особливості збуджуючих синаптичних потенціалів, що створюються в них по монотата полісинаптичних шляхах; було показано, що полісинаптичні реакції можуть зберігатись у клітині після генерації в ній біжучого імпульсу і приводити до часткової інактивації процесу генерації наступних імпульсів. Було вивчено залежність таких потенціалів від рівня мембранного потенціалу клітини. Великий інтерес мало проведення П. Г. Костюком в 1958 році одного з перших досліджень особливостей синаптичних процесів та біжучих імпульсів у проміжних нейронах спинного мозку. Була виявлена відсутність у цих нейронах помітної слідової гіперполяризації після імпульсу, а також невелика критична величина деполаризації. Ці дані були представлені на XXI Міжнародному фізіологічному конгресі в Буенос-Айресі у 1959 р.

В 1958 р. аспірантом Ю. П. Лиманським були розпочаті роботи по внутріклітинному відведенню реакцій нейронів ретикулярної формації довгастого мозку. В ході цієї роботи вперше було точно вивчено особливості синаптичної активності та гальмування ретикулярних нейронів і показано, що основою взаємодії в них аферентних імпульсів лежать збуджуючі та гальмівні постсинаптичні потенціали. Відсутність у ретикулярних нейронів помітної слідової гіперполяризації створює у них можливість генерації високочастотних розрядів потенціалів дії; здатність до таких ритмічних розрядів є основою тонічного характеру впливів ретикулярної формації на інші мозкові центри.

Одночасно у відділі були розпочаті експериментальні дослідження основних процесів у поперечносмугастих м'язових волокнах. З одного боку, З. О. Сорокіна розпочала дослідження природи створення асиметрії у розподілі неорганічних іонів між протоплазмою волокна та його середовищем. Вона застосувала такі нові методи, як мікроін'єкція різних іонів всередину клітини і вимірювання виникаючих при цьому змін мембранного потенціалу, вимірювання швидкості обмінювання радіоактивних іонів і згодом пряме вимірювання активності іонів натрію, калію та водню в протоплазмі волокна. Ці роботи показали, що іони калію в протоплазмі волокна перебувають в основному у вільному стані (хоч і не обмінюються цілком на зовнішній калій) і є основним фактором, що створює мембранний потенціал на поверхні клітини; інші іони відіграють лише посередню роль у цьому процесі. Іони ж натрію частково якимось чином зв'язані. З другого боку, П. Г. Костюк і О. І. Шаповалов, прикомандирований з Ленінградського медичного інституту, вивчали особливості активності поперечносмугастих м'язових волокон. Було встановлено, що при відсутності в середовищі іонів кальцію волокна починають генерувати ритмічну імпульсну активність, яка подібна до автоматичної активності інших збудливих структур. Застосувавши двоканальні мікроелектроди, автори вивчили особливості залежності такої активності від рівня мембранного потенціалу волокна. В. О. Майський виміряв основні характеристики мембрани м'язового волокна, застосувавши два внутріклітинні мікроелектроди, і показав можливість зміни опору його протоплазми під впливом збільшення зовнішньої концентрації іонів калію. Нарешті, було досліджено особливості синаптичної активації поперечносмугастих м'язових волокон; у цих дослідженнях основну увагу було звернуто на зміни синаптичних реакцій при ритмічному подразненні нерва. П. Г. Костюком було встановлено, що при такій стимуляції може наставати блок проведення безпосередньо в симпатичних закінченнях, який приводить до періодичного випадіння постсинаптичних реакцій, а також часткове зменшення трансинаптичної дії нервових закінчень; блок генерації потенціалів дії у м'язовому волокні в зв'язку з надмірною його синаптичною деполаризацією має другорядне значення у порушенні нервово-м'язової передачі. Ці дослідження були продовжені аспіранткою І. А. Владимировою, яка застосувала методику прямого дослідження хімічної чутливості постсинаптичної мембрани за допомогою мікроелектрофоретичного підведення до неї ацетилхоліну. Вони привели до створення теорії механізму песимального гальмування нервово-м'язової передачі, що є далшим розвитком теорії, запропонованої в 1938 р. Д. С. Воронцовим.

У 1961 р. роботи по вивченню механізмів процесів збудження і гальмування в нервових клітинах були значно розширені в зв'язку з приходом у відділ нових співробітників. М. М. Преображенський зареєстрував електричні потенціали нейронів в області судинорухового центра довгастого мозку і показав, що існують нейрони, які реагують підвищенням або зниженням частоти своєї активності при пресорних та депресорних рефлексів. В. Д. Герасимов застосував мікроелектродний метод для дослідження потенціалів гігантських нейронів молюсків. Він виміряв характеристики мембранного потенціалу та потенціалу дії цих нейронів і встановив важливий факт можливості збереження активності нейронів у розчинах без іонів кальцію. Згодом роботи по вивченню гігантських нейронів у відділі значно розширилися, і В. Д. Герасимов разом з П. Г. Костюком і В. О. Майським детально вивчали фізико-хімічні характеристики мембрани таких нейронів, відносно її проник-

ність до різних іонів та вплив на неї, що в певних умовах генерації здійснюватись за рахунок трансбарію. Всі одержані дані мають фізіологічному вивченні природи досліджень був присвячений ви-напичних закінчень та пов'язан-ня. Наявність такої деполариза-ональне її значення були детал-стюка разом з проф. Дж. Екк-м. Канберра (Австралія). Згод-ченком вивчив деякі особливост-ному мозку амфібій, в тому чи-впливами з області ретикуляр-

Велике значення для успіху-сліджень мало удосконалення-тигорським удосконалених поп-ними мікроелектродами (з ча-зв'язком), а також автоматів-дів, які тепер дістали широке-бораторіях СРСР. Було ств-імпульсної активності окреми-статистичну обробку величез-при дослідженні такої активн-

Створення у відділі нові-почати з 1966 р. нові дослі-плазми збудливих клітин, їх-утворень, а також досліджен-інформації нервовою клітин-були виділені за допомогою-фугування фракції основних-центрація в них основних-мірності обмінного поглина-середовища. Одержані дан-про роль катіонно-обмінних-клітині. І. С. Магурою бул-бранних іонних струмів пр-показано, що при ритмічній-механізму переносу іонів-хоменко одержав дані про-при зменшенні концентра-вищі. Аспірант С. Н. Айра-ного транспорту іонів-мембранного потенціалу і-люсків може створювати-ється з різницею потенці-

При вивченні ролі ст-нервовій системі Д. А. Е-М. М. Преображенський-синаптичних зв'язків ряд-ку, що дозволило з'ясу-ланках відповідних сист-нання висхідних шляхів-даточну ланку з переда-аналогічна ланка в шл-

ність до різних іонів та вплив на неї двовалентних іонів; було показано, що в певних умовах генерація потенціалів дії у таких клітин може здійснюватись за рахунок трансмембранних струмів іонів кальцію та барію. Всі одержані дані мають важливе значення при порівняльно-фізіологічному вивченні природи нервової активності. Великий цикл досліджень був присвячений вивченню тривалої деполяризації пресинаптичних закінчень та пов'язаного з нею пресинаптичного гальмування. Наявність такої деполяризації, механізм її виникнення та функціональне її значення були детально вивчені під час роботи П. Г. Костюка разом з проф. Дж. Екклсом та Р. Шмідтом в університеті м. Канберра (Австралія). Згодом П. Г. Костюк разом з В. Б. Тимченком вивчив деякі особливості пресинаптичної деполяризації в спинному мозку амфібій, в тому числі можливість її створення низхідними впливами з області ретикулярної формації мозкового стовбура.

Велике значення для успішного розгортання мікроелектродних досліджень мало удосконалення техніки, особливо розроблення Б. Я. П'ятигорським удосконалених попередніх підсилювачів для роботи з скляними мікроелектродами (з частотно-залежним позитивним зворотним зв'язком), а також автоматів для виготовлення скляних мікроелектродів, які тепер дістали широке застосування у електрофізіологічних лабораторіях СРСР. Було створено комплекс апаратури для аналізу імпульсної активності окремих нейронів, що дозволяє автоматизувати статистичну обробку величезного об'єму інформації, що одержується при дослідженні такої активності.

Створення у відділі нових технічних можливостей дозволило розпочати з 1966 р. нові дослідження фізико-хімічної структури протоплазми збудливих клітин, їх поверхневої мембрани та внутріклітинних утворень, а також дослідження ролі синаптичних процесів у переробці інформації нервовою клітиною. З. О. Сорокіною та Ю. Д. Холодовою були виділені за допомогою методу диференціального ультрацентрифугування фракції основних структур м'язових волокон, виміряна концентрація в них основних неорганічних катіонів та досліджені закономірності обмінного поглинання цими фракціями іонів з навколишнього середовища. Одержані дані дозволили висловити певні припущення про роль катіонно-обмінних систем у нерівномірному розподілі іонів у клітині. І. С. Магурою була дана кількісна характеристика трансмембранних іонних струмів при генерації клітиною потенціалів дії. Було показано, що при ритмічній імпульсації настає поступова інактивація механізму переносу іонів натрію крізь мембрану. Аспірант М. Т. Пархоменко одержав дані про трансмембранні струми в нервовій клітині при зменшенні концентрації іонів кальцію в навколишньому середовищі. Аспірант С. Н. Айрапетян дослідив можливу роль процесів активного транспорту іонів натрію крізь мембрану клітини у створенні мембранного потенціалу і встановив, що такий транспорт у нейронів м'язів може створювати різницю потенціалів на мембрані, яка сумується з різницею потенціалів, що створюється дифузійними процесами.

При вивченні ролі синаптичних процесів у передачі інформації в нервовій системі Д. А. Василенко, П. Г. Костюк, Ю. П. Лиманський, М. М. Преображенський детально дослідили особливості організації синаптичних зв'язків ряду висхідних та низхідних систем спинного мозку, що дозволило з'ясувати принципи передачі інформації в окремих ланках відповідних систем. Було показано, що перше синаптичне з'єднання висхідних шляхів пропріоцептивної чутливості являє собою передаточну ланку з передаточною функцією, близькою до одиниці, тоді як аналогічна ланка в шляхах передачі шкірної чутливості має частотно-

залежну нелінійність і в певному діапазоні функціонує як підсилювач. Одержані характеристики спінальних проміжних нейронів, що забезпечують передачу низхідних впливів з кори великих півкуль; вперше безпосередньо підтверджена гіпотеза про різну роль швидко- та повільнопровідних пірамідних волокон у фазному та тонічному контролі рухової активності та виявлені особливості синаптичної організації проміжних нейронів, які можуть сприяти розділенню цих двох видів контролю. Виявлена система гальмівного контролю з боку стовбурових структур синаптичної передачі вісцеральної імпульсації на проміжні та рухові нейрони спинного мозку. Вперше були зареєстровані синаптичні потенціали нейронів трійчастого і під'язикового ядер, що виникають у відповідь як на периферичну імпульсацію, так і на низхідні впливи з боку кори великих півкуль. Активну участь у розробці цієї проблеми взяли аспіранти відділу. О. І. Пілявський встановив особливості синаптичних процесів, що виникають у проміжних та рухових нейронах спинного мозку під впливом імпульсації з червоного ядра, Г. Г. Скібо — закономірності активації нейронів ядра Бурдаха під впливом пропріоцептивної та шкірної імпульсації, О. Г. Задорожний — характер синаптичних впливів пірамідної імпульсації на нейрони висхідних аферентних шляхів спинного мозку, З. А. Тамарова — синаптичні процеси в проміжних та рухових нейронах, що виникають під впливом інтероцептивної аферентної хвилі.

Слід відзначити також проведення вперше досліджень особливостей зміни центральних синаптичних закінчень під час їх дегенерації в зв'язку з перерізкою аферентних волокон, з якими вони пов'язані (Л. О. Савоськіна), а також дослідження особливостей функції електротонічних зв'язків між нервовими клітинами, що відзначаються в нервовій системі деяких безхребетних тварин (В. Д. Герасимов). Останнім часом у відділі фізіології і біофізики нервової клітини широко розгортаються дослідження структури синаптичних зв'язків, функцію яких вивчають електрофізіологічно, за допомогою методів світлової та електронної мікроскопії, що дає змогу визначити структурні основи особливостей синаптичних процесів тих чи інших нейронів.

Відділом фізіології та біофізики проведена надзвичайно велика робота по підготовці кадрів для мікроелектродних досліджень. У ньому пройшли практику по оволодінню цим методом працівники багатьох наукових закладів Ленінграда, Москви, Єревана, Кишинєва, а також братніх соціалістичних країн (Болгарії, Угорщини, Чехословаччини, Югославії).

Відділ регулярно проводить всесоюзні симпозиуми з питань загальної фізіології, присвячені функції протоплазматичних мембран (1964), синаптичним процесам (1966) та механізмам надсегментарного контролю діяльності спинного мозку (1968).

Останнім часом електрофізіологічні методи дослідження застосовуються і в інших відділах інституту.

У відділі нейрології, перейменованому після реорганізації інституту на відділ фізіології нейро-гуморальних регуляцій (зав. відділом акад. О. Ф. Макаренка), електрофізіологічні методи досліджень використовуються для вивчення функціональних взаємовідношень між ретикулярною формацією стовбура мозку, гіпоталамусом і корою головного мозку (О. Ф. Макаренко і Р. С. Златін). Дослідження проводяться разом з лабораторією фізіологічної кібернетики (Є. А. Шкабара і М. І. Куликов) з використанням крос-кореляційного аналізу за допомогою лінійно-обчислювальних машин. Методом мікроелектродного відведення і при допомозі машинної обробки одержаних даних проведено аналіз

фонові електричні при специфічних і му ж відділі викон фії (О. Ф. Макарен фальною патологіє характерних для і

У відділі вищ них потенціалів с менту (В. А. Гмир рименту вивчають різної висоти та к метод поширарого вчення електрично собак при утворен казано, що при ц ності в місцях пр При виробленні пр ка і зникає при ст стемі умовних ре і стабільною.

В лабораторії наук В. О. Черкеє вчення функціона дарної системи, та веденими в умова у кішки хвостатог лахів і альфа-поді на стороні видален тричної активності зано також, що з частотою 6 на с яка не усувається них ядер таламуса

У відділі фізі електрофізіологічн координації діяль дихального центр особливостей діял дана їх класифіка у нормальних нег еднання фазних с

Зараз у відді дяться досліджен довгастого і спинн

У відділі фізі сахарозного містк ні електрофізіолог оносних судин. В гладком'язових кл ження кисню. Вия востей гладком'яз області глад

У відділі пато також проводятьс властивостей глад

фонові електричної активності нейронів зорової кори кролика та її змін при специфічних і неспецифічних подразненнях (Р. Р. Велика). В цьому ж відділі виконано ряд досліджень з клінічної електроенцефалографії (О. Ф. Макаrenchенко, М. Л. Горбач). Показано, що у хворих з дієнцезальною патологією можна виділити чотири типи електроенцефалограм, характерних для певної клінічної картини захворювання.

У відділі вищої нервової діяльності проведено вивчення викликаних потенціалів слухової кори собак в умовах хронічного експерименту (В. А. Гмиря-Нові). У цьому ж відділі в умовах гострого експерименту вивчають викликані потенціали слухової кори кішок на тони різної висоти та короткі звукові поштовхи. Для аналізу застосовується метод пошарового відведення (О. Ф. Дембиовський). Проведено вивчення електричної активності різних відділів кори головного мозку собак при утворенні рухово-захисного рефлексу (В. М. Думенко). Показано, що при цьому відбувається синхронізація електричної активності в місцях представництва умовного і безумовного подразників. При виробленні простого умовного рефлексу ця синхронізація не стійка і зникає при стабілізації умовного рефлексу, а при формуванні системи умовних рефлексів (стереотип) вона робиться більш виразною і стабільною.

В лабораторії фізіології підкоркових структур (зав. доктор мед. наук В. О. Черкес) електрофізіологічні методи застосовуються для вивчення функціональних взаємовідношень між утвореннями стріопалідарної системи, таламусом і корою головного мозку. Дослідами, проведеними в умовах хронічного експерименту, показано, що видалення у кішки хвостатого ядра викликає різке пригнічення барбітурових спалхів і альфа-подібної електричної активності в сомато-сенсорній корі на стороні видалення. В зоровій ділянці кори мозку істотних змін електричної активності при цьому не відбувається (Г. М. Груздев). Показано також, що електричне подразнення головки хвостатого ядра з частотою 6 на сек викликає в сенсомоторній корі реакцію втягнення, яка не усувається зруйнуванням переднього і латерального вентральних ядер таламуса (В. О. Черкес).

У відділі фізіології дихання (зав. відділом доц. Д. О. Кочерга) електрофізіологічні методи застосовуються для вивчення механізмів координації діяльності дихальних м'язів і функціональної організації дихального центра. Методом електроміографії проведено вивчення особливостей діяльності нейромоторних одиниць дихальних м'язів і дана їх класифікація (Д. О. Кочерга). Встановлено, що дихальні рухи у нормальних ненаркотизованих тварин являють собою складне поєднання фазних скорочень і тонічних напружень дихальних м'язів.

Зараз у відділі за допомогою мікроелектродної методики проводяться дослідження функціональних властивостей дихальних нейронів довгастого і спинного мозку.

У відділі фізіології кровообігу (зав. проф. М. І. Гуревич) методом сахарозного містка і мікроелектродного відведення потенціалів вивчені електрофізіологічні властивості гладком'язових клітин різних кровоносних судин. Вивчено вплив на електричну і скоротливу активність гладком'язових клітин адреналіну, норадреналіну і зниженого напруження кисню. Виявлені деякі особливості електрофізіологічних властивостей гладком'язових клітин м'язової стінки судин різних судинних областей.

У відділі патології кровообігу (зав. доктор біол. наук М. Ф. Шуба) також проводяться дослідження по вивченню електрофізіологічних властивостей гладких м'язів кровоносних судин і травного тракту. Ви-

значена вольт-амперна характеристика мембрани гладком'язових клітин, і на основі цього обчислений опір і ємкості мембрани клітин. Показано, що виникнення в гладкому м'язі скорочення залежить від швидкості наростання початкового компонента потенціалу дії, тоді як величина скорочення залежить від амплітуди дальшого повільного компонента (Н. Кочемасова).

У відділі біофізики вивчали зміни електричної активності деяких відділів головного мозку при дії іонізуючого випромінювання.

У відділі патології вищої нервової діяльності проведено вивчення електричної активності головного мозку хворих на епілепсію (Расін). В експериментах на тваринах вивчають електричну активність різних відділів головного мозку, особливо лімбічної системи, під час експериментально викликаного епілептичного припадку, а також у стані підвищеної судорожної готовності (В. М. Синицький).

Крім робіт, які виконуються в Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, електрофізіологічні дослідження проводяться і в інших інститутах АН УРСР (Інститут кібернетики, Інститут зоології).

Таке минуле і сучасне електрофізіології в АН УРСР. Як видно з наведених даних, воно характеризується великою різноманітністю і високим науковим рівнем електрофізіологічних досліджень.

Щодо завдань і перспектив на майбутнє, то планами на наступну п'ятирічку передбачаються далі дослідження природи синаптичних потенціалів і потенціалів дії з вивченням енергетичних і молекулярних змін у субклітинних структурах, які при цьому виникають.

Планується також далі вивчення таких електричних феноменів у різних утвореннях нервової і м'язової систем, як постійний потенціал, фонові електрична активність, викликані потенціали та імпульсна активність окремих нейронів.

Ці дослідження будуть спрямовані на з'ясування таких найважливіших питань сучасної нейрофізіології, як природа процесів збудження і гальмування та їх взаємодія на нейронному рівні, нейронна і функціональна організація ряду систем і центрів головного мозку, визначення ролі і значення різних утворень нервової системи в кодуванні, переробці і збереженні інформації.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ

В останні роки вивчення закономірностей, організації проблем щодо ролі організації вченні ролі особи вченні наукової школи, вченні зв'язку з цим на організації діяльності ми вважали, що вченні гомольця, одного з вченні О. В. Палладіанських патофізіологічних роботи, талановиті

У невеликій ж багатогранної науковий керував кафедрою великих науково-дослідницьких Академію наук України темою спеціального деяких характерних і керівника науковця тим, що Олександр статтю «Основні розповіді про деякі

Сучасна наука як одну з неодмінних мованість досліджень лективу (школи) у школі О. О. Богословських досліджуваних питань ментальної роботи «попередньої ідеї» твердження цієї ідеї, — писав він, — стичному розгляді шляхом до синтезу на, очищається і

¹ Ця стаття була опублікована після його смерті.