УДК 612 (092 С)

НАУКОВА ТВОРЧІСТЬ П.Г. КОСТЮКА (1924-2010)

Клименко Л.О., канд. істор .наук
(Київський медичний університет УАНМ)
Опанасенко С.М.
(Глухівський національний педагогічний університет ім. О. Довженка)

Статтю присвячено видатному українському фізіологові П.Г. Костюку. Описано його дослідження та отримані результати. Охарактеризовано його внесок у розвиток світової фізіології. Відображено педагогічна, науково-організаційна та громадська діяльність.

20 серпня 2014 р. видатному фізіологу і біофізику, академіку НАН і АМН України (1994), РАН (1974), Європейської Академії (Academia European) (1989), Німецької академії Природознавства "Леопольдіна" (1966), АН Чехословаччини (1990), Угорської АН (1990) Платону Григоровичу Костюку виповнилось би 90 років.

Платон Григорович народився в сім'ї вчених, мати – хімік, а батько – відомий науковець-психолог Григорій Силович Костюк, засновник української школи психології. Його ім'ям названо столичний Інститут психології АПН України. Виховання Платона Григоровича в атмосфері постійного наукового пошуку, постійний приклад діяльності батьків, а також внутрішній потяг до науки визначив вибір майбутньої професії. Після закінчення школи в 1941 р. сім'ю Г.С. Костюка було евакуйовано в Сталінград, де Платон Григорович поступив одразу в два інститута: медичний і педагогічний – на факультет іноземних мов. Велика Вітчизняна війна перериває навчання і сім'я в 1942 р. переїздить в Кзил-Орда, де П.Г. Костюк продовжує навчання на біологічному факультеті Медичного університету. В 1943 році його призивають до Червоної армії в запасний полк. Прагнення продовжити навчання привело його до Харьківського військового-медичного училища, що знаходилось на той час в Ашхабаді, паралельно він працював фельдшером резервного медичного батальона.

Після демобілізації в 1945 р. Костюк повернувся до Києва і продовжив навчання на біологічному факультеті Київського державного університету, який закінчив в 1946 р. В 1949 р. він також закінчив лікувальний факультет Київського медичного інституту.

Схильність до наукових досліджень проявилась в Платона Григоровича ще в студентські роки. Будучи студентом, він працював в в лабораторії загальної фізіології при Київському університеті, яку очолював відомий вже на той час електрофізіолог Данило Семенович Воронцов. Перші наукові пошуки були направлені на дослідження механізмів функціонування нервової системи. Цей науковий напрямок він продовжив і після закінчення університету, що відобразилось в кандидатській (1950) та докторській (1957) дисертаціях.

Кандидатська дисертація присвячена питанням адаптації в ізольованому руховому нервовому волокні жаби до електричного струму під впливом різних фізичних та хімічних чинників: іонів калію, водневих іонів, наркотиків, температури, ціанідів, монойодацетату, солей миш'яку, тобто речовин, які справляють специфі-

чну дію на обмін речовин у нервовій тканині. Дослідження показали, що швидкість адаптації збільшується при інтенсифікації обміну речовин і зменшується при його послабленні. Таким чином було доведено, що адаптація – це протоплазматичний процес, який нормалізує природну поляризацію мембрани нерва при подразненні [1].

В подальших дослідженнях Платона Григоровича Костюка важливими стали два напрямки: структурно-функціональна організація нервової системи і молекулярно-біофізичні механізми збудження і гальмування в нервових клітинах. Проводячи фундаментальні дослідження в цих напрямках, Костюк намагався використовувати новітні методи дослідження і зробити об'єкт дослідження максимально простим – з метою досягнення найліпшого контролю над експериментальною моделлю. Використовуючи методику внутрішньоклітинного відведення потенціалів при дослідженні процесів збудження і гальмування в центральних частинах двухнейронної рефлекторної дуги спинного мозку, П.Г. Костюк отримав достовірні дані про зміну збудливості мотонейронів після поодинокого ортодромного і антидромногого потоку імпульсів.

Виявилось, що гальмування мотонейрона антагоністичного м'яза супроводжується збільшенням його мембранного потенціалу, тобто в ньому виникає типовий гіперполяризаційний гальмівний постсинаптичний потенціал. Було вивчено функціональну різницю між структурами рефлекторної дуги і особливості реагування на різні фармакологічні речовини. Результати досліджень висвітлені в монографії „Двонейронна рефлекторна дуга" [2], яка фактично стала підручником для багатьох фізіологів.

Починаючи з 1958 р., Платон Григорович завідує відділом загальної фізіології нервової системи Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця. Інститут фізіології стає основним місцем його багатогранної діяльності.

Потрібно відмітити, що 40-50-ті роки були досить складними в історії фізіології. Була спроба розгромити фізіологію, як це трапилось з генетикою. В 1950 р. пройшла т. з. „Павловська сесія", організатори якої намагались звести всю фізіологію нервової системи до фізіології вищої нервової діяльності. Незважаючи на перепони, представники школи Д.С. Воронцова, в т. ч. і Платон Григорович, вивели українську фізіологію на високий рівень наукових досліджень і на довгі роки забезпечуючи їй міжнародне лідерство. Д.С. Воронцов створив могутню школу мембранологів [3], і так трапилось, що в подальшому частина його учнів стали учнями П.Г. Костюка. З 1966 року Платон Григорович Костюк очолює Інститут фізіології і виводить його на міжнародний рівень досліджень в галузі нейрофізіології. Інститут стає потужною науковою школою, яку пройшло багато талановитої молоді. Відділи в Інституті очолили відомі вчені В.І. Скок, М.Ф. Шуба, П.М. Сєрков та інші. П.Г. Костюк займався розбудовою Інституту і в 1979 р. його співробітники одержали новий 16-поверховий будинок науково-експериментального корпусу з новими сучасними приладами. В інституті стали проводитись конференції, школи, симпозіуми. Співробітники інституту залучали безліч учених із усього світу.

Використовуючи новітні підходи, Костюк і його колеги досліджували функціональні властивості мозку й спинальних нейронів, процеси передачі сенсорної інформації, механізми інтегративної діяльності нервової системи. Результати досліджень були представлені в монографіях „Структура й функція низхідних систем спинного мозку" [4].

Роботи в другому напрямку нейронаук, в яких П.Г. Костюк та його учні

досягли найвизначніших успіхів, – дослідження мембранних та молекулярних механізмів базисних нервових процесів – набули широкого розвитку також починаючи з 60х років минулого сторіччя.

Величезним кроком вперед для розвитку вітчизняної мембранології стало впровадження мікроелектродної техніки з метою дослідження молекулярних механізмів клітинних фізико-хімічних процесів. Це сприяло розвитку правильного уявлення щодо будови клітинної мембрани. В такий спосіб здійснювався перехід на більш високий методологічний рівень досліджень в галузі фізіології клітини [5]. Застосування нової апаратури дало можливість дослідити нейронну організацію спинного і головного мозку. П.Г. Костюком сумісно з Б.Я. П'ятигорським вивчено принципи передачі інформації в деяких відділах висхідних та низхідних шляхів спинного мозку. Сумісно з В.Д. Герасимовим і В.А. Майським П.Г. Костюк провів низку досліджень, в яких здійснено зміну залежності мембранного потенціала і мембранної проникності від зміни зовнішньоклітинної концентрації різних іонів. В процесі дослідження було встановлено участь іонів кальцію в деяких нейронах в перенесенні позитивних зарядів через мембранну всередину клітини, співвідношення іонної проникності мембрани в спокою і в стані активності, тимчасовий характер активації та інактивації провідності для певних іонів тощо [6, 7].

Сумісно з В.А. Майським, Н.Х. Погорелою та Г.Г. Скібо здійснено мікроскопічне та ультрамікроскопічне вивчення нейронної та синаптичної організації різних відділів сірої речовини спинного мозку і виявлені джерела низхідних на висхідних шляхів в центральній нервовій системі [8].

Співробітники Інституту фізіології П.Г. Костюк, І.С. Магура, О.А. Кришталь, П.А. Дорошенко вперше в СРСР використали метод фіксації напруги на мембрані нервової клітини [9, 10]. Сутність даного методу полягає у підтриманні на заданому рівні трансмембранної різниці потенціалів певної ділянки мембрани за допомогою підсилювача зворотного зв'язку і вимірювання іонного струму. Даний метод дозволяє зробити мембранний потенціал контрольованою величиною, а також вимірювати іонні струми на мембрані, вивчати їх залежність від мембранного потенціалу, кінетику їх активації, деактивації та інактивації. З допомогою цього методу було встановлено низку властивостей збудливої мембрани тіла нервової клітини, зокрема, вивчено характеристику кальцієвих трансмембранних струмів.

В 70-х р. співробітниками інституту також успішно освоєні методи ізоляції окремих нервових клітин різних тварин, що дало можливість вивчити іонні струми через плазматичну мембрану нейронів [11].

Результати досліджень сприяли розробці способу внутрішньоклітинного діалізу соми ізольованих клітин. Дана методика в світовій науковій літературі відома як „метод Костюка" [12-14]. Застосування її давало можливість змінювати іонний склад зовнішнього і внутрішньоклітинного середовища нейрону і тим самим виявнити роль іонів у процесах збудження та гальмування. Розробка нових методик сприяла подальшому прогресу електрофізіології не тільки в Україні,

а й в світовій науці. Подальший процес вивчення мембрани йшов у напрямку дослідження іонних струмів через поодинокі трансмембранні канали, утворені макромолекулами канальних білків, дослідження процесів молекулярної рецепції біологічно активних агентів та внутрішньоклітинної сигналізації. Разом з учнями та співробітниками П.Г. Костюк вперше зареєстрував струми через окремі кальцієві канали та з'ясував роль кальцію як одного з найважливіших універсальних внутрішньоклітинних посередників. Ці фундаментальні дослідження були зареєстровані в 1983 р. як наукове відкриття.

З використанням цього методу також було виявлено наявність воротного механізму, отримано дані про селективність та провідність іонних каналів, їх потенціалзалежність, кінетику активації та інактивації. Під керівництвом П.Г. Костюка Н.С. Веселовським зі співробітниками було зроблено низку досліджень, в результаті яких виявлено повільні натрієві канали, які відрізняються від швидких певними функціональними характеристиками – вони не чутливі до специфічного блокатору швидких каналів тетродотоксину, але можуть блокуватись блокаторами кальцієвих каналів; тому було висунуто припущення про наявність природної проміжної модифікації іонних каналів [15].

В пошуках фактору, що впливає на функціонування кальцієвих каналів, учні П.Г. Костюка використали вище названий метод перфузії. Дослідження проводились на нейронах молюсків та щурів. Крім перфузії розчином з цАМФ разом з АТФ та іонами магнію, як кофактора гідролізу АТФ, використовувались блокатори, зокрема, толбутамід. В результаті численних досліджень структури і функцій кальцієвих каналів було створено модель, яка описує двокомпонентну структуру кальцієвих каналів і можливі фізико-хімічні механізми, які забезпечують їх іонну вибірковість. Також було виявлено механізми регуляції функціонування іонних каналів: більшість кальцієвих каналів метаболічно залежні (клітинний метаболізм створює необхідну передумову для роботи іонних каналів, наявність цАМФ-залежної протеїнкінази) і частина кальцієвих каналів метаболічно незалежні [16].

Неабиякий внесок учні П.Г.Костюка зробили у розкриття причин порушень при деяких специфічних формах мозкової патології – гіпоксії, цукровому діабеті тощо. Платон Григорович дослідив, як відбувається перехід інформації з електричної форми в молекулярну. Завдяки цим процесам людина здатна вчитися, пам'ятати, усвідомлювати. Платон Костюк довів, що найважливішу роль тут відіграють саме іони кальцію.

Велика заслуга П.Г. Костюка у створенні школи нейрофізіологів. Серед його учнів відомі вчені: В.І. Скок, О.А. Кришталь, М.С Веселовський., С.А. Федулова, П.А.Дорошенко, Г.Г. Скібо, В.А. Майський, а також молоді науковці О.О. Лук'янець, І.В. Степанова та ін. Під безпосереднім науковим керівництвом Платона Григоровича були виконані та успішно захищені 28 докторських та 97 кандидатських дисертацій. Учні з повагою і душевним теплом характеризують наукову творчість П.Г. Костюка і вміння творчо керувати колективом [17]. Це блискучий експериментатор, яскрава

особистість, доброзичлива і толерантна людина. З 1966 по 2010 рр. він беззмінно очолював Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України. Всі свої зусилля він направив на підняття наукових досліджень на високий рівень. Саме завдяки науковим досягненням П.Г. Костюка і його учнів Інститут досяг рівня загальновизнаного міжнародного дослідницького центра. Вченим було створено Міжнародний центр молекулярної фізіології НАН України (1992 р.), міжнародну кафедру ЮНЕСКО „Молекулярна та клітинна фізіологія" (2000 р.). Співробітники інституту активно співпрацюють з низкою вищих навчальних закладів у підготовці молодої наукової зміни.

Наукова спільнота – як вітчизняна так і світова – високо оцінила заслуги П.Г. Костюка, відмічаючи особливу роль у створенні наукової школи та називаючи його місіонером в науці. Також відмічається його вміння завжди пишатися досягненнями свого колективу. Вчений постійно говорив „ми", підкреслюючи не особисті досягнення, а успіхи всього колективу [18-20].

В наш час співробітники Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця продовжують розпочаті П.Г. Костюком дослідження, направлені на з'ясування молекулярних та метаболічних процесів плазматичної мембрани та мембран субклітинних структур (ендоплазматичного ретикулума, мітохондрій, ядра) в нормі й при експериментальному моделюванні патологічних станів. Результати досліджень спрямовані на вирішення багатьох проблем в медицині, зокрема, при лікуванні ішемії, гіпоксії, діабету та епілепсії. Дослідження також направлене на тестування дії низки речовин, які здійснюють ефективні впливи на активність іонних каналів та на внутрішньоклітинні регуляторні процеси, що в перспективі їх можна застосовувати в клініці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костюк П.Г. Адаптация нерва к постепенно нарастающему электрическому току. Афтореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. – К., 1949. – 19 с.

2. Костюк П.Г. Друхнейронная рефлекторная дуга. – М.: Медгиз, 1959. – 256 с.

3. Клименко Л.О., Опанасенко С.М. Данило Семенович Воронцов – один із засновників мембранології в Україні / Л.О. Клименко // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – В.2. – Т.1. – С. 62-63.

4. Костюк П.Г. Структура й функция нисходящих систем спинного мозга. – Л.;Наука, 1973. – 280 с.

5. Костюк П.Г. Микроэлектродная техника. – К.: Изд-во АН УССР, 1960. – 127 с.

6. Герасимов В.Д., Костюк П.Г., Майский В.А. Изменения электрических характеристик мембраны гигантского нейрона при увеличении наружной концентрации ионов калия / В.Д.Герасимов // Биофизика. – 1965. – Т. 10. – №2. – С. 272-280.

7. Герасимов В.Д., Костюк П.Г., Майский В.А. / В.Д.Герасимов // Биофизика. – 1965.– Т. 10. – №3. – С.447-453.

8. Майский В.А. Структурная организация и интеграция нисходящих нейронных систем головного и спинного мозга. – Киев: Наук.думка,1983. – 176 с.

9. Kostyk P.G., Krishtal O.A., Doroshenko P.A. Calcium currents in snail neurons. I. Identification of calcium current // Pflügers Arch. – 1974. – Vol. 348. – P. 83-93.

10. Kostyk P.G., Krishtal O.A., Doroshenko P.A. Calcium currents in snail neurones. II The effect of external calcium concentration on the calcium in ward current // Pflügers Arch. – 1974. – Vol. 348. – P. 95-104.

11. Дорошенко П.А., Костюк П.Г., Кришталь О.А. Действие кальция на мембрану сомы гигантских нейронов моллюсков / П.А. Дорошенко // Нейрофизиология. – 1973. – Т. 5. – С. 621-625.

12. Kostyuk P.G., Krishtal O.A., Pidoplichko V.I. Effects of internal fluoride and phosphate on membrane currents during intracellular dialysis of nerve cells // Nature. – 1975. – Vol. 257. – P. 691-693

13. Kostyuk P.G., Krishtal O.A. Effects of calciun and calciun-chelating agents on the inward and outward current in the membrane of mollusc neurones. – J.Physiol. – 1977. – Vol. 270. – P. 569-580.

14. Костюк П.Г., Крышталь О.А. / П.Г. Костюк / Механизмы электрической возбудимости нервной клетки. – М. Наука, 1981. – 204 С.

15. Веселовский Н.С., П.Г. Костюк, Цындренко А.Я. „Медленные" натриевые каналы в соматической мембране нейронов спинальных ганглиев новорожденых крыс / Н.С. Веселовский // Доклад АН СССР. – 1980, т. 250, №1. – С. 216-218

16. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость. – М.: Наука, 1986. – 255 с.

17. Лук'янець, О. О. Пам'яті академіка П.Г.Костюка / О. О. Лук'янець. // Фізіологічний журнал. - 2010. - Т. 56, N 4. - С. 139-148

18. Трахтенберг И. Академик Костюк. О жизне и науке. Прощальное ёссе // Зеркало недели, №20, 28 мая 2010.

19. Брежестовский П. Миссионер в науке // Троицкий вариант – Наука, №10(54), 25.10.2010

20. Маціївський Ю. Платон Костюк в історії і науці // Віче. – 2011.– №9.

Клименко Л.А., Опанасенко С.Н. **Научное творчество П.Г. Костюка.** *Статья посвещена выдающемуся украинскому физиологу П.Г. Костюку. Описаны его исследования и полученные результаты. Охарактеризовано его вклад в развитие мировой физиологии. Отражены педагогическая, научно-организационная и общественная деятельность.*

Klimenko L.A., **Opanasenko S.N. Scientific creativity PG Kostiuk.** *The paper is dedicated to the outstanding Ukrainian physiologist P.G. Kostyuk. Describe of the research and research findings. The author characterizes his contribution in development of world physiology and pedagogical, scientific-organizing, social action.*