



Роль М. Є. Введенського в розвитку фізіологічної науки

(До 110-річчя з дня його народження)

Д. С. Воронцов

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

Ім'я Миколи Євгеновича Введенського добре знають не тільки ті, що присвятили себе вивченню і розвитку фізіології, а й усі освічені люди, які звикли до того, що це ім'я стоїть в одному ряду поруч з іменами І. М. Сеченова та І. П. Павлова. Проте не кожний фізіолог, якби його спитати, в чому полягають заслуги Введенського перед фізіологічною наукою, був би спроможний більш-менш змістовно відповісти на це запитання.

Звичайно при цьому перелічують основні праці Введенського, деякі його загальні ідеї щодо принципів нервової діяльності, наприклад, про роль лабільності, його вчення про парабіоз як про локальне стійке, неколивне збудження, розвиток якого в будь-якому нервовому шляху призводить до блокування цього шляху для нервових імпульсів і внаслідок цього до виключення з діяльності, тобто до загальмування тих апаратів, які приводились в діяльний стан саме через ці шляхи.

Звичайно, у фізіології того часу це вчення було великим досягненням. Проте треба мати на увазі, що значення фізіологічної рухомості в діяльності нервової системи підкреслював ще вчитель Введенського — І. М. Сеченов значно раніше, ніж Введенський. Що ж до вчення про парабіоз, то згодом виявилось, що воно не має того загального значення, якого йому надавав сам Введенський.

Введенський вважав, що під впливом всякої сильної і тривалої подразнюючої дії (фізичної, хімічної або функціональної) жива тканина, особливо нервова і м'язова приходять до одноманітного ста-

В. П. Комісаренко,
ін. В. О. Трошихін,
редактор).

Воронцов, М. М. Го-
Е. К. Приходькова,
Коцький, Р. О. Фай-

додатк. 36.

редактор М. М. Азаренко
арськ. фіз. аркушів 9,0.
руку 27.VII 1962 р.

ну, який характеризується тими ж ознаками, що властиві звичайному процесу збудження, а саме: електронегативним потенціалом, втратою збудливості (рефрактерністю), оборотністю. Нормальний процес збудження дуже короткочасний і сам по собі швидко зникає. Парабіоз також зникає, якщо усунути фактор, який його викликав. Але це зникнення відбувається повільно. Нарешті, і це Введенський вважав найбільш переконливим для трактування парабіозу як збудження — здатність парабіозу підсумовуватись із звичайними нормальними нервовими збудженнями. Так, якщо в будь-якій ділянці нерва ми будемо викликати стан парабіозу і при цьому будемо надсилати в цю ділянку звичайні нервові імпульси, які можуть і не проходити через цю ділянку, то вони все ж поглиблюють стан парабіозу, немов би підсумовуються з ним. А оскільки можуть підсумовуватись однорідні явища і предмети, то звідси природно було зробити висновок, що парабіоз є, по суті, за своєю природою, збудженням, але тільки «локальним, стійким і неколивним».

Введенський прийшов до такого висновку незважаючи на те, що добре знав деякі явища, які не узгоджувались з його теорією. Так, якщо через нерв за допомогою електродів, що не поляризуються, пропускати постійний електричний струм, то в тій ділянці нерва, де струм входить в нерв (в ділянці анода), відбувається подавлення функцій нерва — подразливості і провідності, як і при парабіозі, хоч при цьому розвивається не електронегативний, а електропозитивний потенціал. Навпаки, в ділянці виходу струму з нерва (біля катода) поряд з подавленням збудливості і провідності розвивається негативний потенціал.

Ще за життя М. Є. Введенського його учень Л. Л. Васильєв досліджував в його лабораторії вплив на нерв хлористих солей лужних і лужноземельних металів і встановив, що вплив лужноземельних солей за своєю фізіологічною природою протилежний дії KCl , $RbCl$, $CsCl$ і NH_4Cl . Дія солей лужних металів посилюється під впливом нервових імпульсів, що надходять, тоді як дія лужноземельних металів, навпаки, ослаблюється або навіть усувається нервовими імпульсами. Ці спостереження Л. Л. Васильєва згодом були підтверджені Лоренте де Но і Д. С. Воронцовим.

Далі було встановлено, що і деякі інші риси схожості парабіозу із збудженням, які висунув Введенський, не відповідають дійсності. Так, виявилось, що при дії на нерв типових парабіотизуючих речовин, зокрема наркотиків, функції нерва подавляються (розвивається парабіоз) раніше, ніж з'являється електронегативний потенціал. Солі лужноземельних металів подавляють функції нерва (спричиняють парабіоз), не викликаючи негативного потенціалу, а навіть сприяючи утворенню в нерві деякої електропозитивності.

Особливо важливим моментом у концепції Введенського було його уявлення про природу процесу гальмування. Вперше явище гальмування в організмі було відкрите братами Веберами (1845). Вони констатували, що подразнення блукаючого нерва викликало ослаблення, сповільнення або навіть повне припинення серцевих скорочень. У 1863 р. І. М. Сеченов відкрив явище гальмування в центральній нервовій системі. Він показав, що при хімічному подразненні проміжного мозку жаби рефлекторна діяльність її спинного мозку зазнає сильного пригнічення. Після видалення подразника рефлекторна діяльність повертається до норми.

Це було надзвичайно важливе відкриття, яке переконливо показало участь у діяльності нервової системи, крім процесу збудження, ще й

іншого процесу, за якого Сеченова негайно після того часу і викликав центральне гальмування.

Через порівняння опублікував своє к подразненням і зб проаналізував відкр того м'яза. Це яви частому подразнюва ку подразнення, нез тривалому подразн по собі це явище вже було відомо, ц ний від організму, підмітив одну важл ливому світлі, а са або принаймні зроб го скорочення, чого стомлений. Введенс явищем гальмуванн ний аналіз цього я воно створюється Введенський, може виявляючи ознак с відпочиває і віднов вих закінченнях.

Після цього Вв на з'ясування механ що нерв, так само : цесу збудження, мо збудження — «лока зом. Парабіоз розв валих подразників, що ці імпульси дос іологічну рухомість надходять.

Такі умови сам нерв має високу л Тоді в низьколабіл жень розвивається випадку фізіологічн чини, в силу своєї р самим виключає рс впливу нервових ім

Отже, виявляє тилежне збудженн в нервовій системі яльності відбуває

Ця моністична вірогідною, тому ш неодмінно треба бу яке викликає в ньо вих центрів, там я було, звичайно, пер

ластиві звичайному потенціалом, втратою певний процес збудження зникає. Парабіоз викликав. Але це зник-ський вважав най-збудження — здат-мальними нервови-ерва ми будемо ви-лати в цю ділянку, и через цю ділянку, би підсумовуються ні явища і предме-парабіоз є, по суті, альним, стійким і

ажаючи на те, що його теорією. Так, поляризуються, про-ці нерва, де струм давлення функцій іозі, хоч при цьому тивний потенціал. тода) поряд з по-ся негативний по-

Д. Васильєв дослід-их солей лужних і ноземельних солей KCl, RbCl, CsCl і впливом нервових них металів, нав-ми імпульсами. Ці рджені Лоренте де

жкості парабіозу із ють дійсності. Так, юючих речовин, зо-ивається парабіоз) ал. Солі лужнозе-ють парабіоз), не рияючи утворенню

енського було його рше явище галь-ами (1845). Вони кликало ослаблен-евих скорочень. У центральній нерво-зненні проміжного ку зазнає сильного рна діяльність по-

ереконливо показа-у збудження, ще й

іншого процесу, за своїм ефектом протилежного першому. Це відкрит-тя Сеченова негайно привернуло до себе величезну увагу фізіологів того часу і викликало жваве обговорення питання про природу цен-трального гальмування.

Через порівняно короткий час після цього (1886) М. Є. Введенський опублікував своє капітальне дослідження «Про співвідношення між подразненням і збудженням при тетанусі», в якому він описав і проаналізував відкрите ним явище периферичного гальмування скелет-ного м'яза. Це явище полягало в тому, що при сильному і досить частому подразнюванні рухового нерва м'яз, скоротившись на почат-ку подразнення, незабаром після цього починає розслаблюватись і при тривалому подразненні нерва може повністю розслабитись. Саме по собі це явище не викликало великого інтересу, оскільки давно вже було відомо, що нервово-м'язовий препарат, особливо ізольова-ний від організму, швидко стомлюється. Але Введенський при цьому підмітив одну важливу особливість, яка представила це явище в особ-ливому світлі, а саме: якщо це часте і сильне подразнення ослабити або принаймні зробити більш рідким, м'яз негайно ж зазнавав різко-го скорочення, чого не могло би бути, якщо б препарат був сильно стомлений. Введенський відразу ж зрозумів, що він має справу з явищем гальмування, тільки периферичного. Ретельний експерименталь-ний аналіз цього явища, яке він назвав «песимумом», показав, що воно створюється не в нерві, який, як це переконливо показав Введенський, може безперервно працювати протягом багатьох годин, не виявляючи ознак стомлення, і не в м'язі, який під час песимуму відпочиває і відновлює свої скоротливі властивості, а в рухових нерво-вих закінченнях.

Після цього Введенський спрямував свою дослідницьку діяльність на з'ясування механізму утворення песимуму. І саме тоді він відкрив, що нерв, так само як і інші збудливі утворення, крім звичайного про-цесу збудження, може при певних умовах розвивати особливу форму збудження — «локальне, стійке і неколивне», яке він назвав парабіо-зом. Парабіоз розвивається не тільки при дії на нерв сильних і три-валих подразників, а й під впливом природних нервових імпульсів, як-що ці імпульси досить сильні і частота їх надходження перевищує фі-зіологічну рухомість того елемента нервової системи, куди ці імпульси надходять.

Такі умови саме і створюються в нервово-м'язовому апараті, де нерв має високу лабільність, а рухові нервові закінчення — низьку. Тоді в низьколабільному елементі під впливом частих і сильних збуд-жень розвивається локальне, стійке і неколивне збудження (в даному випадку фізіологічний парабіоз), яке, досягнувши максимальної вели-чини, в силу своєї рефрактерності блокує проходження імпульсів і тим самим виключає розташований нижче елемент (м'яз) із збуджуючого впливу нервових імпульсів, тобто загальмовує цей елемент.

Отже, виявляється, що гальмування за своєю природою не про-тилежне збудженню, а являє собою лише модифікацію збудження, що в нервовій системі при всій складності і різноманітності форм її ді-яльності відбувається лише один процес, а саме — процес збудження.

Ця моністична точка зору Введенського безперечно здавалася дуже вірогідною, тому що для викликання гальмування в нервовій системі неодмінно треба було застосувати подразнення того чи іншого нерва, яке викликає в ньому збудження, а це збудження, досягнувши нерво-вих центрів, там якимсь чином перетворюється в гальмування. Треба було, звичайно, перевірити, чи справді в нервових центрах діють такі

самі закономірності в співвідношенні збудження і гальмування, які Введенський відкрив у периферичному нервовому апараті. Для цього Введенський організує спеціальне дослідження рефлекторної діяльності спинного мозку жаби при стрихнінному отруєнні, а пізніше спільно з О. О. Ухтомським досліджує з цією метою спинний мозок кішки. Але тут справа виявилась не такою простою і ясною, як на нервово-м'язовому препараті. Поряд з фактами, які більш або менш легко узгоджувались з концепцією парабіозу, Введенський натрапив і на такі факти, які важко було, якщо взагалі можливо, пояснити з точки зору парабіотичного гальмування.

Нелегко було укласти в концепцію парабіотичного гальмування і гальмуючий вплив блукаючого нерва на серце, якому Введенський приділив велику увагу. Справді, виявилось, що при певних умовах слабкі подразнення блукаючого нерва, які не збуджують симпатичних волокон серця, можуть посилювати і прискорювати скорочення серця (Д. С. Воронцов). Водночас приєднання до порівняно слабого подразнення одного блукаючого нерва такого ж слабого подразнення другого посилює їх гальмуючу дію («корроборація» — М. Є. Введенський, 1913). Все ж не можна було повністю пояснити гальмуючий вплив блукаючого нерва на серце песимальним гальмуванням.

Введенський сам чудово розумів, що і явище парабіозу, і побудована на ньому теорія парабіотичного гальмування ще далекі від того, щоб їх можна було вважати доведеними і класти в основу розуміння механізму координуючої діяльності центральної нервової системи. В цьому відношенні на мене справило досить сильне враження висловлювання М. Є. Введенського в 1912 р., коли теорія парабіотичного гальмування була повністю сформульована, з приводу думки одного визначного фізіолога. Я тоді був аспірантом у Введенського і за його пропозицією займався дослідженням електрокардіограми. В цей час в лабораторії був одержаний черговий номер Архіву Пфлюгера, в якому була надрукована стаття цього фізіолога, що стосується електрокардіограми жаби. В цій статті висловлювалась думка, що зубець *T* електрокардіограми можна розглядати з точки зору Введенського як прояв парабіозу. Прочитавши цю статтю, я показав Миколі Євгеновичу те місце, де говорилося про зубець *T* як вираз парабіозу. Він уважно прочитав цей абзац, кинув журнал на стіл і сказав: «Якщо ми будемо одне незрозуміле явище пояснювати іншим, ще незрозумілішим, то від цього жодне з них не стане нам ні на йоту яснішим». Я застиг від здивування: Введенський, який відкрив парабіоз і на його основі створив струнку і захоплюючу теорію гальмування, вважає парабіоз незрозумілим, загадковим!!! Що це означає? Ніщо інше, як те, що це явище становить, на думку Введенського, проблему, яка підлягає ґрунтовному дослідженню і з'ясуванню.

І дійсно, даліше дослідження песимуму (Д. С. Воронцов) показало, що в його розвитку парабіоз не має вирішального значення, він лише створює основу для гальмуючої дії частих імпульсів. І тому, коли ми часте подразнювання нерва швидко змінюємо на рідке, то вже через 20—30 мсек. скорочення м'яза досягає нормальної величини; так само швидко скорочення подавляється, коли ми знову застосовуємо часте подразнювання. А тимчасом, якщо б песимум визначали парабіозом, то для його усунення, як і для його розвитку, був би потрібний значно триваліший час.

Не підтвердилась і думка Введенського про лабільність різних елементів нервової системи. Він вважав, що найбільш рухливим у функціональному відношенні є нервові волокна, менш рухливим — нервові

закінчення або, клітина. Остання система є такою секунду, тобто волокно. Цікаво, що в цих нейронів здирони (наприклад

Останнім часом казали, що гальмування в них негативного потенціалу м'язової чутливості

Траутвейн і в блукаючого і в нах синусного ахні. Після припинення з тим відновленням

Отже, в ряді експериментів зникненням електричного магала теорія Е. Г. Трофімова, що в нервово-м'язовій системі є ком позитивного і песимального а

І все ж розуміючи, що взагалі і нашої системи, а скоріше, нашої

Навряд чи можна ігнорувати допоміжні а не є основною (І. П. Павлов), опиниться в суспільстві, що його сила вив нові, перед нами живе теоретичне встановлення те (лабільності) практичної нестаття подразнюванні був найважливішим на той час думкою Введенським в буху пороку, а Введенським в або навіть зовсім м'яз, коли до нього швидко відновлення або коли ослаблене дуже важливе в системі; 4) від і взагалі збудження у формі нервово-го середовища

закінчення або, взагалі, синапс і дуже низьколабільним — нервова клітина. Останні дослідження показали, що в центральній нервовій системі є такі нейрони, які відтворюють ритм імпульсів до 800 на секунду, тобто мають майже таку саму лабільність, як і нервове волокно. Цікаво відзначити, що нейрити деяких з таких високолабільних нейронів здійснюють гальмуючий вплив на іннервовані ними нейрони (наприклад, клітини Реншоу на мотонейрони).

Останнім часом численні авторитетні фізіологи переконливо показали, що гальмування в нервових клітинах пов'язане не з розвитком в них негативного потенціалу, а, навпаки, із збільшенням позитивного потенціалу на їх зовнішній поверхні (мотонейрони, нейрони м'язової чутливості у раків).

Траутвейн із співробітниками переконливо показав, що подразнення блукаючого нерва, поряд з гальмуванням серця, викликає в клітинах синусного автоматичного вузла позитивний потенціал на їх поверхні. Після припинення подразнення цей потенціал зменшується, а разом з тим відновлюються і автоматичні скорочення серця.

Отже, в ряді випадків гальмування безсумнівно пов'язане не з виникненням електронегативності в гальмованих клітинах, як цього вимагала теорія Введенського, а з розвитком в них позитивного потенціалу. Це, звичайно, не виключає того, що гальмування в нервових центрах може бути і песимальної природи, на що вказує спостереження Л. Г. Трофімова, а також Т. Мамонець і Д. Воронцова. Але незаперечно, що в нервових центрах, а також у вегетативних органах (серце, гладком'язові органи) гальмування є анодичним, пов'язане з розвитком позитивного потенціалу і, отже, за своєю природою протилежне песимальному або парабіотичному гальмуванню.

І все ж роль і значення М. Є. Введенського в розвитку фізіології взагалі і нашої вітчизняної особливо від цього аж ніяк не зменшуються, а скоріше, навпаки, ще більше зростають.

Навряд чи можна заперечувати те положення, що теорії в науці відіграють допоміжну роль для одержання необхідних фактичних даних, а не є основною метою науки. Найголовнішим в науці є «пан факт» (І. П. Павлов), здатний спростувати будь-яку теорію, якщо тільки він опиниться в суперечності з нею. Так і щодо Введенського треба визнати, що його сила, його головна заслуга полягають в тому, що він виявив нові, перед тим невідомі науці факти, які мають надзвичайно важливе теоретичне значення. До цих фактів належать: 1) безпосереднє встановлення телефонічними дослідженнями функціональної рухомості (лабільності) різних ланок нервово-м'язового апарата; 2) виявлення практичної нестормимості ізольованого нерва при безперервному його подразнюванні частотою 100 на секунду протягом восьми годин. Це був найважливіший факт, який вказував на те, що всупереч пануючій на той час думці нервовий процес не є суто хімічним, подібним до вибуху пороху, а більш делікатним і економним процесом; 3) відкриття Введенським властивості рухових нервових закінчень ослаблювати або навіть зовсім припиняти передачу нервових імпульсів з нерва на м'яз, коли до них надходять досить сильні і часті імпульси, і досить швидко відновлювати цю передачу, коли частота імпульсів знижується або коли ослаблюється їх сила (песимум частоти і сили). Цей факт мав дуже важливе значення для пізнання природи гальмування в нервовій системі; 4) відкриття ним нової, перед тим невідомої реакції нерва і взагалі збудливих утворень на тривале і сильне подразнення чи то у формі нервових імпульсів, чи то глибоких і тривалих змін зовнішнього середовища нерва (хімічних, механічних, термічних, фізико-хіміч-

них); ця реакція при досягненні нею повного розвитку характеризується цілковитою втратою подразливості, а разом з тим і провідності імпульсів, розвитком електронегативності, своєю оборотністю при усуненні умов, що її викликали, і здатністю цієї реакції посилюватись під впливом звичайних нервових імпульсів, які надходять до місця її виникнення.

Цю своєрідну реакцію він уподібнював процесу збудження, який відрізняється від звичайного своєю локальністю, сталістю і тривалістю, і назвав її парабіозом. Деякі німецькі фізіологи називали цю реакцію «дауереррегунг» (Еббекке). Щодо цієї реакції необхідно розрізняти дві сторони: 1) сам факт такої реакції нерва й інших збудливих утворень (наприклад, ідіомускулярне скорочення м'яза) і 2) теоретичне тлумачення цього факту як своєрідного збудження (теорія парабіозу). Факт лишається фактом, хоч він з часом і вточнюється, і розширюється, і поглиблюється, тоді як теорія, побудована на цьому факті, виявилась невідповідною дальшому поглибленню наших знань щодо цього факту.

Я обмежуюсь вказівкою лише на ці чотири факти, які були встановлені Введенським. Звичайно, Введенський, як і будь-який інший дослідник, що присвятив усе своє життя невтомним дослідженням, збагатив науку численними новими фактами, але їх теоретичне значення було підпорядковане цим основним теоретично найважливішим фактам.

Але в дослідницькій діяльності, крім виявлення нових фактів, величезне значення має і та галузь дослідження або той напрям у дослідженні, який сприяє встановленню нових фактів. Наприклад, морфологи і систематики, як зоологи, так і ботаніки, а також мікробіологи у великій кількості і чи не щомісяця знаходять нові види тварин, рослин, мікробів, однак ці нові факти не викликають будь-яких істотних змін у цих науках.

Проте візьмемо інший приклад. Наприкінці XVIII сторіччя болонський професор Л. Гальвані помітив, що нервово-м'язовий препарат жаби при з'єднанні металевим провідником його нерва з м'язом негайно ж робить скорочення. Своє спостереження він старанно дослідив і прийшов до висновку, що це явище зумовлюється електрикою, яка виробляється живим м'язом і яку він на цій підставі назвав тваринною електрикою. І хоч основне спостереження Л. Гальвані було підтверджене його співвітчизником А. Вольта, але Вольта зовсім інакше розтлумачив його, а саме, він твердив, що скорочення, яке бачив Гальвані, викликалось не тваринною електрикою, а електрикою, що містилася в металевому провіднику, яким з'єднували нерв з м'язом. На цьому ґрунті між Гальвані і Вольта виник гарячий спір, і хоч Гальвані припускав дуже переконливий дослід для підтвердження свого погляду (скорочення без участі металів), авторитет Вольта переміг винахідливість Гальвані. Ідея Гальвані про тваринну електрику завмерла на кілька десятків років, і все ж пізніше було незаперечно доведено, що живий стан якнайтісніше пов'язаний з електричною енергією і честь відкриття електрики в живих організмах залишилась за Гальвані. Його ім'я увічне такими термінами, як гальванічний струм, гальванічний елемент, гальванометр, гальванізація, гальванопластика. Але слава Гальвані оснований не тільки на відкритті тваринної електрики, а головним чином на тому, що він приступив до дослідження нового феномена природи, перед тим невідомого науці, привернув до нього увагу вченого світу і тим дав поштовх дальшому вивченню цього феномена і використанню його для потреб людини. Вольта, Ампер, Фарадей і ряд інших дослідників вивчили цю нову силу і вказали шляхи її використан-

ня. Гальвані ми шукаємо трики, а й за те, енергії.

Повертаючись до розвитку фізіологічної була майже викли підпорядкована ме сторіччя Клод Бернар живому організмі, діяльність органів, відбувається в життєвій плазмі живе або ганізується і відкриває «фігура» (Клод Бернар), переклав Анатоль Френкель визначає основне живого стану, ме увага дослідника диться протоплазм.

Пізніше що виник, розвивався. В грандіозних роках прийом, засоби, нью в ній самій. і ми не далекі від того, що є співжиттям стивостей і діяльності, так би мовити, життя — в кінці (с. 160).

От М. Є. Введенський інтереси на вивчення спрямував свій погляд на живі нерви і на їх діяльність, які тоді були в механізми їх електричні прояви. Їх сприймання він вважав за функцію волокон, рухових.

Поряд з цим вивченням нервової властивості нерва, з якого часу без ознак живих закінчень в нервах (песимізм) рідшанні або осередку вивченні цієї особливості збудження, сильні (парабіоз) внутріклітинних шляхів проникнення дали фундаментальні знання і до його Л. Герман, М.

ня. Гальвані ми шануємо не тільки за його відкриття тваринної електрики, а й за те, що він був піонером у дослідженні електричної енергії.

Повертаючись до М. Є. Введенського й оцінюючи його роль у розвитку фізіологічної науки, слід мати на увазі, що до нього фізіологія була майже виключно наукою про функції органів і була повністю підпорядкована медицині. І тільки на початку другої половини XIX сторіччя Клод Бернар висунув положення про те, що основним у живому організмі є життя, тобто життєвий процес, який визначає і діяльність органів, і життя всього організму. Життєвий же процес відбувається в живій речовині, в протоплазмі клітини. «Одна тільки протоплазма живе або росте, працює, фабрикує продукти, безперервно дезорганізується і відроджується. Вона діяльна як речовина, а не як форма або фігура» (Клод Бернар, «Життєві явища, спільні для тварин і рослин», переклад Антонович, 1878, с. 168). Цим Клод Бернар насамперед визначає основне завдання фізіології як біологічної науки: пізнання живого стану, механізм якого закладений у протоплазмі, а для цього увага дослідника має бути спрямована всередину клітини, де знаходиться протоплазма.

Пізніше цю саму думку І. П. Павлов висловив так: «Адже організм виник, розвинувся з клітини: все, що є в організмі, було в клітині. В грандіозних розмірах організму мікроскопічна клітина видає нам її прийоми, засоби, її механізм, поки що невидимі, недоступні безпосередньо в ній самій. Шлях сучасної органної фізіології і прямий, і ясний, і ми не далекі від повного знання життя, як *асоціації органів*. Але орган є співжиттям клітин; його властивості, діяльність залежать від властивостей і діяльності клітин, що його складають. Отже, органна фізіологія, так би мовити, почала своє вивчення з середини життя; початок, дно життя — в клітині» (І. П. Павлов, Полн. собр. соч., т. 5, 1949, с. 160).

От М. Є. Введенський і спрямував свою увагу і свої наукові інтереси на вивчення внутріклітинного механізму нервової діяльності, спрямував свій погляд в «дно життя». Він брав ізольовані з організму, але живі нерви і м'язи, і наскільки йому дозволяли ті засоби дослідження, які тоді були в розпорядженні нашої науки, прагнув проникнути в механізми їх діяльності. Для цього він насамперед використав електричні прояви, що супроводжують діяльність і нервів, і м'язів. Для їх сприймання він застосував телефон, який дав йому можливість визначати функціональну рухомість (лабільність) нервових і м'язових волокон, рухових нервових закінчень і нервових клітин.

Поряд з цим згаданий метод виявив цілком несподівану в ті часи властивість нерва виконувати свою діяльність протягом дуже тривалого часу без ознак стомлення. Він виявив своєрідні властивості нервових закінчень виходити з діяльності при частих і сильних подразненнях нерва (песимум) і швидко відновлювати свою діяльність при порідшанні або ослабленні цього подразнення, а при більш глибокому вивченні цієї особливості він встановив, що це є проявом загальної властивості збудливих утворень приходити в стан локального неколивого збудження при різноманітних впливах, якщо вони тривалі і досить сильні (парабіоз). Це, звичайно, були перші кроки по шляху пізнання внутріклітинного механізму життєвої діяльності, які лише намічали шлях проникнення всередину клітинного механізму і тим самим заклали фундамент загальної фізіології. Він був першим у цьому відношенні і до його напряду приєдналися Готч, К. Лукас і Едріан в Англії, Л. Герман, М. Ферворн, Бернштейн, Гебер в Німеччині.

Наскільки важкою була ця справа, можна бачити з висловлювань І. П. Павлова в його лекціях, прочитаних у 1912—1913 рр., коли працями Введенського, Ферворна, Лукаса, Шеррінгтона та ін. була вже міцно заснована загальна фізіологія нервової системи. «Яким чином здійснюється фабрикація слини, якими силами, з яких матеріалів? Адже в цьому запитанні суть справи, у відповіді на нього — повне знання. А втім в цьому відношенні ми знаємо дуже мало. І взагалі, ви бачите, що фізіологія, яка стосується клітини, є поки що фізіологія справді безпорадна, яка тільки-но починається, вона — фізіологія майбутнього... А ви подумайте, що треба зробити, які засоби треба мати в своєму розпорядженні, щоб увійти в саму клітину і відповісти на запитання, як вона працює... Відповісти на ці запитання надзвичайно важко. Тут потрібна буде величезна гострота розуму, величезні, геніальні хитрування».

А от Введенський сподівався зазирнути всередину клітинного механізму лише за допомогою відповіді м'яза на подразнення її нерва, телефону і гальванометра. Цілком очевидно, що при цих умовах важко було сподіватися на великий успіх за порівняно короткий період діяльності однієї людини і при тих дуже обмежених знаннях з цього питання, які були тоді на озброєнні науки. Було лише відомо, що в нервовій системі при застосуванні подразнення розвивався якийсь процес, що дістав назву збудження. Цей процес, виникнувши в місці подразнення, поширюється звідси по нервових волокнах з порівняно малою швидкістю, як це встановив Гельмгольц, і супроводжується електронегативним потенціалом тривалістю близько 0,002 сек., як це показав Бернштейн. От і все, що було відомо про нервовий процес до того часу, коли Введенський приступив до дослідження динаміки нерва або, вірніше, нервового волокна.

Приступаючи до вивчення нової, ще невідомої галузі, неминуче доводиться усе нове, на що ми при цьому натрапляємо, зіставляти, порівнювати з уже відомим нам. «Читаць повинен глибоко проникнутись аксіомою, яка лежить в основі всякого людського вивчення, що створюється, — підніматися з метою вивчення від простого до складного або, що є тим самим, пояснювати складне більш простим, але аж ніяк не навпаки. Потім йому вже стає самому ясно, що дальшим кроком вивчення має бути зіставлення, порівняння досліджуваних складних фактів з іншими, простішими, але схожими на них у тому чи іншому відношенні», — говорив учитель Введенського І. М. Сеченов.

І от Введенський усі ті нові явища в нервовій діяльності, на які він натрапляв у своїх дослідженнях, зіставляв, порівнював з єдиним тоді відомим у цій галузі процесом, який здавався найбільш простим і звичним, — з процесом збудження.

Можна було бути певним, що в міру розширення та поглиблення наших знань у цій галузі неминуче виявиться, що наші первісні порівняння і зіставлення були лише наближеними і не відповідали справжній природі цих нових явищ або їх властивостей, як це було і в інших галузях науки. При більш глибокому вивченні ці нові явища діставали іншу оцінку, їх підводили під іншу класифікацію. Так сталося і з трактуванням відкритих Введенським нових фактів. І це, звичайно, анітрохи не применшує заслуг Введенського перед наукою, хоч деякі «послідовники» Введенського дуже цим засмучуються і напружують усі свої зусилля, щоб «відгородити вчення Введенського» від «перекручень і викривлень», не розуміючи того, що ці «перекручення» є цілком неминучим і природним наслідком дальшого розвитку наших знань у тій галузі, яку почав розробляти Введенський.

Це показує, або теорії, а тої і важливих резу-

Мета кожного порядку або існувати в усіх востях і діяльності значення для людини, сліджуваний галузі ви щодо передбачати з'ясовувати ті величезні, пізнаннями можливістю джуваними явищами

Органна фізіологія в діяльності кономірностей во вкладає в живого органна фізіологія необхідно проникати І от це й почав риклітинний механізм пізнання цього механізму діяльністю ко, як від експерименту фікації, але той механізм, безсумнівно такого ж за значенням механізмом рування не тільки

Ось у чому і полягає, ось у чому полягає його слава

Що саме той механізм заслугою перед нами, що цей напрям шології, і ботаніки, цесами і структур досліджувала не тільки ра, органів), а Широкого розмаху гії, особливо у фізіології того розширився, у формі загальної фізики з різних фізико-хімічного, ки цього напрямку альні хитрування» дений в ній життя

Ті високі темпешої радянської науки всередину в зом з тим розширюється науковий клітинний механізм

Це показує, що найбільш важливе значення в науці мають не ідеї або теорії, а той напрям у дослідженнях, який веде до найбільш цінних і важливих результатів.

Мета кожного наукового дослідження полягає у встановленні того порядку або закономірностей, які, за нашим переконанням, мають існувати в усіх ділянках пізнаваного світу, в тому числі й у властивостях і діяльності живого організму та його частин. Це має важливе значення для людини, тому що дає їй можливість передбачення в досліджуваній галузі і на підставі цього ставити себе в найвигідніші умови щодо передбачуваного. Але, крім того, наукове дослідження може з'ясовувати ті внутрішні механізми, які зумовлюють виявлювані закономірності. Пізнання ж механізмів закономірностей відкриває перед нами можливість не тільки передбачати, а й впевнено керувати досліджуваними явищами або властивостями.

Органна фізіологія обмежувалась лише виявленням закономірностей в діяльності органів і цілого організму. Пізнати механізми цих закономірностей вона, звичайно, не могла хоч би тому, що ці механізми закладені в живій речовині, в протоплазмі, всередині живої клітини, чого органна фізіологія не досліджувала. Для пізнання цих механізмів необхідно проникнути всередину клітини, безпосередньо до них підійти. І от це й почав робити Введенський, який прагнув зазирнути у внутріклітинний механізм нервової тканини і тим самим прокладав шлях до пізнання цього механізму, а через це — до впевненого оволодіння нервовою діяльністю. Звичайно, до цього ще дуже далеко, так само далеко, як від експериментів Гальвані на лапках жаби до сучасної електрифікації, але той напрям у дослідженні, якому поклав початок Введенський, безсумнівно веде і, можна бути цілком впевненим, приведе до такого ж за значенням результату, тобто до оволодіння внутріклітинним механізмом життєвого стану і життєдіяльності, до впевненого керування не тільки нервовою діяльністю, а життєвими процесами взагалі.

Ось у чому і полягає найголовніша заслуга Введенського перед наукою, ось у чому полягає велич його наукового подвигу, цим визначається його слава.

Що саме той напрям, який заклав Введенський, є його головною заслугою перед наукою, а не його теоретичні уявлення, видно з того, що цей напрям швидко здобув дуже велике поширення в біології. І зоологи, і ботаніки стали дедалі більше цікавитись внутріклітинними процесами і структурами. Створилася нова галузь науки — цитологія, яка досліджувала не тільки будову клітини та її частин (протоплазми, ядра, органоїдів), а й прагнула пізнати і механізм клітинної діяльності. Широкого розмаху дослідження в цьому напрямі дістали і в фізіології, особливо у фізіології нервової і м'язової системи, і цей напрям до того розширився, що заповнює собою значну частину нашої науки у формі загальної фізіології, яка веде атаку на внутріклітинний механізм з різних боків: морфологічного, фізіологічного, біохімічного, фізико-хімічного, фармакологічного. Уже тепер ми бачимо, що дослідники цього напрямку проявили значну «гостроту розуму, величезні, геніальні хитрування», щоб проникнути всередину клітини і пізнати закладений в ній життєвий механізм.

Ті високі темпи розвитку, які стали такими характерними для нашої радянської науки, є надійною гарантією того, що способи проникнення всередину клітини будуть розширятись, удосконалюватись, а разом з тим розширюватиметься і розцвітатиме закладений М. Є. Введенським науковий напрям, і ми дедалі повніше будемо пізнавати внутріклітинний механізм і все більше наближатися до оволодіння ним.

Особливо важлива і цінна заслуга Введенського перед нашою вітчизняною фізіологією. Якщо в світовій науці у Введенського були попередники і попутники, які йшли в ногу з ним, то в Росії Введенський був самотній. У нас він був єдиний, що скерував свою увагу на внутріклітинний механізм і прагнув його пізнати. В нашій фізіології повністю панував органічний напрям, який Павлов довів до найвищої досконалості. І тільки після того, як Введенський досяг значних успіхів у розвитку свого напрямку, до нього приєднали свої таланти Б. Ф. Веріго, В. Ю. Чаговець, П. П. Лазарев, А. Ф. Самойлов, крім безпосередніх учнів Введенського — Н. Я. Перна, І. С. Беритова, Н. П. Резв'якова, Л. Л. Васильєва, Д. С. Воронцова. І якщо в нашій фізіології загальна фізіологія має тепер значну питому вагу, то цим ми повністю завдячуємо М. Є. Введенському і створеній ним школі.

Ось чому особливо відродно пригадати життя і видатну діяльність Миколи Євгеновича Введенського в день 110-річчя його народження і з вдячністю відзначити його великі заслуги перед світовою фізіологічною наукою і особливо перед нашою вітчизняною фізіологією.

Під терміном фізіологічних процесів розуміють ті процеси, які відбуваються в організмі, що мають фізіологічний характер. Ці процеси можуть бути центральними, тобто пов'язаними з діяльністю головного мозку, або периферичними, тобто пов'язаними з діяльністю інших органів і систем організму. Фізіологічні процеси можуть бути також місцевими, тобто пов'язаними з діяльністю окремих клітин або органів.

По-друге, електричні процеси в організмі мають особливе значення. Вони можуть бути пов'язані з діяльністю нервових клітин, м'язів, серця тощо. Електричні процеси можуть бути також пов'язані з діяльністю окремих клітин або органів. Електричні процеси можуть бути також пов'язані з діяльністю окремих клітин або органів.

Нема сумніву, що можна назвати це явище увагою, оскільки воно є природною основою життя. Природа створила певні умови, в яких живі організми можуть існувати. Ці умови включають в себе як фізичні, так і хімічні фактори.

Дослідження в галузі фізіології мають велике значення для розуміння життя. Вони дозволяють вивчати процеси, які відбуваються в організмі, і знаходити способи впливу на ці процеси. Дослідження в галузі фізіології мають велике значення для розуміння життя.

Зараз уже можна сказати, що іонні струми і первинні реакції в клітинних системах можуть бути пов'язані з діяльністю окремих клітин або органів. Ці процеси можуть бути також пов'язані з діяльністю окремих клітин або органів. Ці процеси можуть бути також пов'язані з діяльністю окремих клітин або органів.