Н-34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УРСР

КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ВИПУСК III

«РАДЯНСЬКА ШКОЛА»
КИЇВ — 1958

НАУКОВІ ЗАПИСКИ КРИВОРІЗЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ
Випуск III 1958

Д. Н. ІВАЩЕНКО,

ст. викладач

КОРКОВА СТИМУЛЯЦІЯ І ГАЛЬМУВАННЯ РЕФЛЕКСІВ НА РОЗТЯГАННЯ

Перші спроби вивчення кортикальної регуляції соматичних функцій [Фрітч і Гітціг (1870), Введенський (1896), Бехтерєв (1899) і ін.] і вегетативних функцій [Данилевський (1896), Бехтерєв і Міславський (1890), Павлов і Шумова-Сімановська (1890), Остроумов (1895) і ін.] відносяться до XIX ст.

Найбільші можливості повного вивчення цих важливих проблем сучасної біології і медицини з'являються в XX ст. на основі методу умовних рефлексів Павлова [Павлов (1903, 1924), Красногорський (1911, 1939), Іванов-Смоленський (1933), Биков (1947) і ін.], а також при допомозі методу подразнення кори великого мозку.

І. П. Павлов завжди підкреслював провідну роль кори великого мозку в регуляції всіх соматичних і вегетативних функцій в організмі. Кора великого мозку координує, регулює не тільки поточну діяльність органів, але і діяльність, що викликає при подразненні їх рецепторів безумовні рефлекси. Кора може стимулювати або гальмувати рефлекторну діяльність різних органів. На можливість одержання гальмування, а також посилення спинномозкових рефлексів при подразненні рухової зони кори великого мозку вказували Бубнов і Гейденгайн (1881), Введенський (1896), Ухтомський (1911), Черкес (1952) і ін. Але в цих роботах не робилося аналізу шляхів здійснення коркових впливів на спинномозкові рефлекси, тим більше відносно рефлексів на розтягання.

Самойлов і Кисельов (1930), Ллойд (1943), Брукс і Іккле (1948), Воронцов (1953), Костюк (1953) і ін. вивчали питання збудження і гальмування рефлексів на розтягання на спинальних і децереброваних тваринах під впливом рефлекторних імпульсів, що виникають і діють в межах спинного мозку. Що стосується впливу коркових імпульсів на пропріоцептивні рефлекси розтягання через різні шляхи, то ці питання залишаються не розробленими.

Загальною метою нашого дослідження є вивчення впливу кори великого мозку через соматичні і симпатичні шляхи на пропріоцептивні рефлекси на розтягання, які мають важливе значення в здійсненні рухів (ходіння, бігання і т. ін.) і рефлекторного тонусу людини і тварин.

Відповідно до загальної мети в першій серії дослідів поставлено завдання — дослідити вплив коркових імпульсів через соматичні шляхи, а в другій серії — через симпатичні шляхи на пропріоцептивні рефлекси розтягання.

МЕТОДИКА

Досліди проводились на кішках в 1952—1953 роках. З метою визначення величин рефлексів на розтягання м'язів і їх зміни під впливом коркових імпульсів нами (1948) розроблена нова чутлива рефлексоеластометрична методика, тому що відомі методики (ізометрична, пінцет і ін.) не задовольняли наші потреби. Робота запропонованої нами установки — рефлексоеластометра заснована на принципі важеля першого роду, що знаходиться в прямовисному положенні. Рефлексоеластометр складається з двох важких вертикальних штативів, на яких закріплений горизонтально залізний стержень, що упирається в експериментальний столик. На столику фіксується тварина (кішка) з відпрепарованим піддослідним м'язом задньої кінцівки. На горизонтальному стержні на затискувачах знаходяться: прямовисний важіль-стрілка (вагою 5—7 *г*) на осі, що може відхилятися в сторони, і пристрій, необхідний для пуску в хід важеля-стрілки під впливом тягаря, що падає. Співвідношення малого і великого плечей важеля-стрілки 23 *мм* : 395 *мм* = = 1 : 17. До малого плеча важеля-стрілки прикріпляється міцна нитка, один кінець якої з'єднаний з дистальним сухожилком піддослідного м'яза, а другий кінець нитки з'єднаний через блочок з тягарем (100 або 200—300 *г*), що розтягує м'яз по ходу досліду. Кінець довгого плеча важеля-стрілки щоразу відхиляється по міліметровій шкалі під впливом тягаря, що падає і розтягує м'яз (передній великогомілковий, триголовий гомілки або чотириголовий стегна). М'яз, що зв'язаний нервом з центральною нервовою системою, чинить опір при його розтяганні більший, ніж м'яз паралітичний, про що можна судити з відхилень стрілки по міліметровій шкалі рефлексоеластометра. Критерієм оцінки сили рефлексу на розтягання служить рефлекторний опір, вимірюваний (умовно) в міліметрах шкали, як різниця між рефлекторно-в'язкоеластичним і між в'язкоеластичним опорами м'яза при його розтяганнях до і після перерізування нервових зв'язків між піддослідним м'язом і центральною нервовою системою.

Порядок проведення дослідів в першій серії був такий: кішка наркотизувалася ефіром під скляним ковпаком і фіксувалася спиною вниз на операційному столі. Робиться трахеотомія і вставляється Т-подібна трубка однією віткою в трахею, друга

вітка цієї трубки опускається в склянку, на дні якої є вата, змочена ефіром, а на третю вітку одягається гумова трубка, яка може бути звужена затискувачем до бажаної величини. Цим регулюється доступ чистого повітря в легені, тобто ступінь наркозу. Під час операції наркоз був глибоким, але дихання і пульс були добрими.

Коли наступав глибокий наркоз, дальша підготовка тварини для досліду велася таким чином:

1. Відпрепаровувався дистальний кінець піддослідного м'яза з сухожилком.

2. Проводилась денервація останніх м'язів і шкіри шляхом перерізання відповідних нервів. До нерва піддослідного м'яза підготовлявся доступ шляхом розрізу шкіри і розсування м'язів. Потім тварина переверталась животом вниз, фіксувалась до експериментального столу прив'язуванням тулуба, голови і кінцівок, а кінцівка з піддослідним м'язом міцно фіксувалась до столу при допомозі сталевих цвяхів в надп'ятково-гомілковому, колінному і кульшовому суглобах. Сухожилок піддослідного м'яза сполучався міцною ниткою, як уже говорилось, через блочок з тягарем рефлексоеластометра, при допомозі якого визначалася величина рефлексу на розтягання.

3. Підготовлялась ділянка кори великого мозку для подразнення шляхом видалення частини черепної кришки з утворенням отвору розміром 3×4 *см* і більше. Тверда оболонка розрізалась або залишалась. Через 1—2 год. і більше після операції приступали до дослідів.

Подразнення кори великого мозку відбувалось при допомозі індукційного апарата (з джерелом струму 2—4 *в*) при відстанях між котушками 8—13 *см* через платинові електроди або подразнення викликалось кристаликом кам'яної солі на фоні однопроцентного розчину фенолу.

При дослідженні впливу подразнень рухових точок лобної долі кори і ін. на рефлекси розтягання по ходу досліду визначалося:

1. Початковий (2—3 вимірювання) рефлекторно-в'язкоеластичний опір ($P_н$) м'яза 2—4-секундному розтяганню, тобто опір піддослідного м'яза розтяганню при збереженні нервових зв'язків між ним і центральною нервовою системою.

2. Його зміна при подразненні лобної долі кори великого мозку.

3. В'язкоеластичний опір м'яза розтяганню ($E_н$), тобто опір м'яза після перерізування зв'язків між ним і центральною нервовою системою. Різниця між опорами $E_н - P_н$ складає величину рефлексу на розтягання $\triangle P$.

Вимірювані величини записувались в протоколах дослідів, на основі яких складались таблиці і можна викреслювати криві рефлекторних реакцій м'язів на розтягання і їх зміни при коркових впливах.

Друга серія дослідів була присвячена дослідженню впливів подразнень кори великого мозку (лобні долі) через симпатичну нервову систему на рефлекси розтягання. Вирішення цього питання здійснювалось нами по таких варіантах:

1. Виявлення нервових імпульсів в симпатичних шляхах при подразненні лобної долі кори мозку.

2. Вплив кори великого мозку через симпатичну нервову систему на рефлекси розтягання.

Згідно з методичними вказівками, що є в першій серії, у кішки під ефірним наркозом проводилась трахеотомія, оголення кори великого мозку, а для постановки дослідів першого варіанта другої серії відбувалось препарування шийного симпатичного нерва і реєстрація його потенціалів дії при допомозі катодного осцилографа. Для цього активний електрод накладали, звичайно, на правий шийний симпатичний нерв, а індиферентний — на нижню частину шиї. Знімання електрограми з шийного симпатикусу відбувалося при подразненні (індукційним струмом або кристаликом кам'яної солі) лобних долей кори протилежної і односторонньої великих півкуль. Потенціали дії посилювались в 300 000 або 1 000 000 раз.

З метою дослідження впливу подразнень кори на рефлекси розтягання через симпатичні шляхи (другий варіант) в додаток до підготовки дослідів першої серії проводилось перерізування або передавлення спинного мозку в ділянці 6—7 грудних сегментів.

Визначення величин рефлексів на розтягання та їх зміни під дією кори великого мозку у кішок проводились при стані легкого наркозу. Тому що всі досліди проводились при стані легкого наркозу, нам довелось дослідити вплив наркозу (ефіру) на рефлекси розтягання у кішки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДІВ І ІХ ОБГОВОРЕННЯ

Спочатку нами було досліджено вплив різних доз ефірного наркозу на рефлекси розтягання різних м'язів.

Для прикладу приводимо табл. 1, де демонструється вплив різних доз ефірного наркозу на рефлекси розтягання триголового м'яза кішки.

Табл. 1 показує, що поступове збільшення доз наркозу приводить до повного зникнення рефлексів на розтягання як при перерізуванні нерва, що йде до випробовуваного м'яза, і поновлення їх при послабленні доз наркозу.

Слід відмітити, що при легкому наркозі ці рефлекси досить легко виявляються.

Таким чином, при поглибленні наркозу рефлекси на розтягання послаблюються до їх зникнення внаслідок, мабуть, блоку проведення збудження в міжнейронних синапсах.

Таблиця 1

Вплив різних доз ефірного наркозу на рефлекси розтягання триголового м'яза кішки

Дослід № 4 від 12.VI 52 р.

Умови досліду	*T*—час в хвилинах	*P*—навантаження м'яза в *г*	$P_и$—рефлекторно-еластичний опір в *мм*	$E_н$—в'язко-еластичний опір в *мм*	ΔP—величина рефлексу на розтягання в *мм*	Примітка
Норма—легенький наркоз	1	300	180	—	20	
	3	300	180	—	20	
	5	300	180	—	20	Поступове збільшення доз наркозу
Наркоз середньої глибини	10	300	187	—	13	
	12	300	190	—	10	
Глибокой наркоз	16	300	200	—	0	
	18	300	200	—	0	
Послаблення наркозу	22	300	196	—	4	
	26	300	190	—	10	Поступове зменшення доз наркозу
	32	300	180	—	20	
	34	300	180	—	20	
Перерізування нерва	35	—	—	—	—	
	37	300	—	200	0	
	39	300	—	200	0	

Дослідивши вплив наркозу, ми перейшли до вивчення впливів подразнення рухової зони кори великого мозку на рефлекси розтягання.

Відомо, що Павлов, на основі дослідів Красногорського (1911) і інших, розглядав рухову зону як руховий синтез-аналізатор.

Методом подразнення кори великого мозку була встановлена збудливість і рухова функція кори відносно соматичних органів скелетних м'язів, починаючи з дослідів Фрітча і Гітціга (1870). Дослідами ряду інших авторів, вітчизняних і зарубіжних, точно встановлено представництво окремих груп м'язів в мозковій корі.

Ми використали метод подразнення з метою вивчення впливів кори великого мозку на рефлекси розтягання. Відповідно до вищеописаних методичних вказівок, після підготовки кішки до досліду, через годину-дві після операції відбувалось фарадичне або сольове подразнення кори великого мозку біля хрестовидної борозни з метою відшукання рухової точки кори для випробовуваного м'яза, сухожилок якого з'єднано з ниткою рефлексоеластометра. Після цього відбувалось визначення рефлекторноеластичного опору м'яза розтяганню до, під час і після подразнення відшуканої рухової точки кори для цього м'яза. Потім перерізались нервові зв'язки між м'язом і центральною нервовою системою і вимірювався в'язкоеластичний опір паралітичного м'яза.

Виявилось, що фарадичне або сольове подразнення рухової зони кори лівої півкулі великого мозку викликає виразне посилення рефлексу на розтягання переднього великогомілкового або інших м'язів протилежного боку.

Для ілюстрації цих явищ приводимо табл. 2.

Таблиця 2

Вплив подразнення рухових точок кори лівої півкулі великого мозку на рефлекси розтягання правого переднього великогомілкового м'яза кішки

Дослід № 6 від 18.VI 52 р.

Умови досліду	Т—час в хвилинах	Р—навантаження м'яза в *г*	$P_н$—рефлекторноеластичний опір в *мм*	$E_н$—вязкоеласт. опір в *мм*	ΔP—величина рефлексу розтягання в *мм*	Примітка
Нормальний наркоз	0	200	190	—	20	
	2	200	190	—	20	
Фарадичне подразнення рухової зони кори	4	200	130	—	80	Відстань між котушками індукційного апарата 100 *мм*
	6	200	140	—	70	
	8	200	152	—	58	
Перерізування сідничного нерва	9	—	—	—	—	
	11	200	—	210	0	
	13	200	—	210	0	

Подразнення рухової зони кори дуже посилює рефлекси на розтягання, що вже здійснюються, або ці рефлекси посилюються, якщо їх викликати 2-, 4-секундними розтяганнями м'яза че-

рез 2 хвилини на фоні коркового подразнення, тобто взагалі посилюється тонус м'язів. Завжди, коли операція на кішці проходила успішно і препарат мав високу збудливість, ефекти посилення рефлексів на розтягання під дією кори були дуже чіткі. Таких дослідів було поставлено 8. Слід зауважити, що подразнення немоторних зон кори (тім'яної, потиличної) не викликає зміни рефлексів на розтягання, а подразнення деяких інших точок моторної зони кори мозку може викликати гальмування рефлексів цього ж м'яза.

Слід вказати на загальний закон розміщення рухових центрів у корі великого мозку: різні частини однієї половини тіла мають представництво в рухових центрах протилежної півкулі. Це відноситься і до рефлексів розтягання різних м'язів. Очевидно, кора великого мозку здійснює свій вплив на спинномозкові рефлекси розтягання через пірамідні й екстрапірамідні шляхи і, очевидно, стимуляція цих рефлексів з боку кори (рухова зона) відбувається, головним чином, через соматичні шляхи.

В другій серії дослідів ми досліджували вплив кори мозку через симпатичну нервову систему на рефлекси розтягання. На можливість цього впливу вказують досліди Айрапетянца і Балакшиної, які показали, що у кішки з перерізаним спинним мозком в нижній частині грудного відділу відбувається гальмування маятникоподібних рефлекторних рухів при показуванні цій кішці собаки. При перерізуванні симпатичного стовбура цей ефект зовсім зникає. Автори зробили висновок, що головний мозок здійснює вплив на спинномозкові рефлекси через симпатичні шляхи. В цих дослідах вид собаки викликає у кішки, очевидно, збудження кори головного мозку і через симпатичну іннервацію коркові імпульси гальмують дані спинномозкові рефлекси, в здійсненні яких велику роль відіграють пропріоцептивні рефлекси. Звідси можна думати, що кора великого мозку може здійснювати вплив на пропріоцептивні рефлекси розтягання через симпатичні шляхи.

В другій серії дослідів, як і в інших, ми виходили з павловського положення про те, що кора великого мозку здійснює вплив на всі функції організму. Звідси подразнення кори мозку повинне викликати нервові імпульси не тільки в соматичних шляхах, але і в вегетативних, зокрема в симпатичних, про що можна судити за зміною реакцій як в симпатичних шляхах, так і в функціональних структурах — органах, що іннервуються симпатикусом.

Данилевський показав, що при подразненні гіпоталамусу в шийному симпатичному нерві виникають нервові імпульси.

Досліди, поставлені нами на кішках, показують, що подразнення лобних долей в ділянці хрестовидної борозни викликають потік нервових імпульсів в шийному симпатичному нерві, який виявлявся при відведенні від нерва потенціалів дії.

Часто на початку подразнення лобної долі кори мозку спостерігався ряд сильних залпів потенціалів дії в шийному симпатичному нерві протилежного боку відносно півкулі, що подразнювалася. До і після подразнення лобної долі, а також і при подразненні інших долей (тім'яної або потиличної) кори мозку в шийному симпатичному нерві не виявляються потенціали дії, що пов'язані з корою великого мозку.

Слід відмітити, що потенціали дії, які зняті в правому шийному симпатичному нерві при подразненні лобної долі лівої великої півкулі, утворювалися по величині більше приблизно в 5 раз при порівнянні їх з потенціалами дії, що зняті з того ж самого нерва при подразненні правої півкулі. Звідси можна зробити висновок, що кора великого мозку здійснює свій вплив через симпатичні шляхи головним чином на протилежний бік тіла.

Таким чином, електрофізіологічне дослідження показує, що при подразненні лобних долей кори мозку виникають нервові імпульси і в симпатичній нервовій системі, які ідуть до різних фізіологічних структур, зокрема, очевидно, і до спинномозкових рефлекторних дуг рефлексу на розтягання. Це доводять поставлені досліди над впливом подразнення лобних долей кори великого мозку на рефлекси розтягання у кішок з перерізаним або передавленим спинним мозком в ділянці 6—7 грудних сегментів. При цьому порушувалися головним чином соматичні шляхи і зберігалися симпатичні шляхи.

З 26 дослідів такого роду 19 є чіткими, з них 16 вказують на те, що рефлекси на розтягання загальмовуються під впливом подразнень кори через симпатичні шляхи, тобто рефлекси, що викликаються 2-, 4-секундним розтяганням м'яза, послаблюються.

Для ілюстрації цих гальмівних ефектів приводимо табл. 3.

Гальмування рефлексу на розтягання під дією подразнення кори мозку наступає, звичайно, повністю, швидко, а після закінчення подразнення цей рефлекс поновлюється.

Дані 3-х дослідів з 19 вказують на те, що рефлекси на розтягання можуть посилюватись через симпатичну іннервацію під впливом подразнень кори.

Експерименти показують, що кора великого мозку здійснює гальмування рефлексів, очевидно, через симпатичну нервову систему, а в деяких випадках здійснює їх посилення. Раніше нами вивчені [1947, 1948] зміни і властивості рефлексів на розтягання під впливом імпульсів, що йдуть від різних відділів симпатичної нервової системи.

Дані досліджень обох серій дослідів переконують в тому, що кора великого мозку (лобні долі) здійснює стимуляцію і гальмування, а звідси координуючий і регулятивний вплив на пропріоцептивні рефлекси на розтягання як через соматичні, так і через симпатичні шляхи.

Таблиця 3

Гальмування рефлексу на розтягання триголового м'яза гомілки під впливом кори мозку через симпатичні шляхи

Дослід № 14 від 19.VI 53 р.

Умови досліду	Т—час в хвилинах	Р—навантаження м'яза в г	$P_н$—рефлекторно-еластичний опір в *мм*	$E_н$—в'язко еластичний опір в *мм*	ΔР—величина рефлексу на розтягання в *мм*	Примітка
Норма—	0	200	230	—	22	Кішка з перерізаним спинним мозком
легкий наркоз	2	200	230	—	22	
Подразнення лобної долі кори мозку	4'20"	200	248	—	4	Подразнення тривало 40 сек., а потім перерва і знову подразнення
	6	200	252	—	0	
	8	200	252	—	0	
	10	200	240	—	10	
	12	200	232	—	20	
Перерізування нерва	13	—	—	—	—	
	14	200	—	252	0	
	16	200	—	252	0	

ВИСНОВКИ

На основі вищевикладеного матеріалу можна зробити такі висновки:

1. При легкому, рівномірному загальному наркозі (ефір) у кішки рефлекси на розтягання виявляються досить чітко і утримуються на відносно постійному рівні. В міру поглиблення загального наркозу ці рефлекси послаблюються до повного зникнення, очевидно, в результаті блоку проведення збудження в міжнейронних синапсах. При послабленні наркозу вони поновлюються.

2. Подразнення (фарадичним струмом) рухових точок кори великого мозку для відповідних м'язів кішки здійснює стимулювання рефлексів на розтягання. Подразнення деяких інших точок лобної долі кори мозку приводить до гальмування рефлексів цих же м'язів.

Дані такого роду вказують на координуючий і регулятивний вплив кори мозку, головним чином через соматичні шляхи, на рефлекси розтягання.

3. Подразнення (фарадичним струмом, кристаликом кам'яної солі на фоні однопроцентного розчину фенолу) лобної долі кори мозку в ділянці хрестовидної борозни у кішки викликає потенціали дії в шийному симпатичному нерві, причому більш сильні на протилежному боці тіла відносно півкулі, що подразнюється. Ці потенціали дії не виявляються як до і після подразнення лобної долі, так і при подразненні тім'яної або потиличної долі кори великого мозку кішки.

Очевидно, що кора великого мозку може здійснювати свій вплив на симпатичну нервову систему, а через неї на органи, зокрема на пропріоцептивні рефлекси на розтягання. Про це свідчать дані дослідів, які вказують на гальмуючий, а в деяких випадках на стимулюючий вплив кори мозку на рефлекси розтягання кішки з перерізаним спинним мозком в ділянці 6—7 грудних сегментів.

4. Кора великого мозку здійснює стимуляцію і гальмування, координуючий і регулятивний вплив на пропріоцептивні рефлекси розтягання через соматичні і симпатичні шляхи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бехтерев В. М. (1899), Основы учения о функциях головного мозга, 1903—1908.
2. Бехтерев В. М. и Мисловский Н. А., «Медицинское обозрение», **33**, 185, 1890.
3. Быков К. М., Кора головного мозга и внутренние органы, 1947.
4. Введенский Н. Е., Избранные произведения, 1951.
5. Воронцов Д. С., О механизме иннервации. Сб. «Проблема межнейронных и нейротк. отнош.», 1953.
6. Данилевский В. Я., Исследования по физиологии головного мозга, 1896.
7. Денисенко М. М., Доицова З. С., Моцный П. Е., Иващенко Д. Н. и др., Влияние вегетативной и заднекорешковой систем на различные функции организма. VII Всесоюзный съезд физиологов, доклады, 291, 1947.
8. Иванов-Смоленский А. Г., Методика исследования условных рефлексов у человека, 1933.
9. Иващенко Д. Н., Влияние симпатической нервной системы на проприоцептивные рефлексы, «Научные записки ДГУ», т. 30, 41, 1948.
10. Иващенко Д. Н., См. Денисенко М. М. и др.
11. Костюк П. Г., Торможение и суммация в дуге рефлекса растяжения, «Физиол. журн. СССР», **39**, 2, 173, 1951.
12. Красногорский Н. И., Развитие учения о физиологической деятельности мозга у детей, 1939.
13. Красногорский Н. И., Диссертация, СПБ, 1911.
14. Павлов И. П., Двадцатилетний опыт..., 1938.
15. Павлов И. П. и Шумова-Симановская Е. Д. (1890). Цит. по Павлову, Полн. собр. трудов, **2**, 258, 1949.
16. Самойлов А. Ф. и Киселев, Цит. по Самойлову, Статьи и речи, 1946.

17. Ухтомский А. А., О зависимости кортикальных двигательных эффектов от посторонних центральных влияний, 1911.
18. Черкес В. А., Торможение спинномозгового рефлекса при раздражении разных отделов головного мозга теплокровных, «Физиол. журн. СССР», **38**, 1, 35, 1952.
19. Brooks a Eccles, Journ. of Neurophysiol., 11, № 5. 401, 1948.
20. Fritsch u. Hitzig, Arch. An. u. Physiol., S. 300, 1870.
21. Heidenhain u. Bubnoff, Pfl. Arch. **26**, 137, 1881.
22. Lloyd, Journ. Neurophysiol., **6**, 294, 317, 1943.