

Веремчук Я. Ю.

здобувач

Пінський О. В.

кандидат ветеринарних наук, доцент

Житомирський національний агроекологічний університет

Морфофізіологічні особливості спинномозкових вузлів статевозрілих перепілок

Вступ. На сьогодні одним з головних завдань нейроморфології є дослідження спинномозкових вузлів (СМВ) – аферентних структур рефлекторних дуг, що виконують роль первинних центрів на шляху передачі чутливої інформації до центральної нервової системи. Вони, сприймаючи зовнішні та внутрішні подразнення, першими трансформуючи їх у нервовий імпульс, забезпечують адекватну відповідь організму на дію певних чинників [3–6]. Дослідження морфофункціонального стану нейронів СМВ має важливе значення для вивчення їх здатності до компенсаторно-приспосувальних змін [3, 6]. Тому **метою та завданням** досліджень було з'ясувати морфофізіологічні особливості структурної організації спинномозкових вузлів перепілки.

Власні дослідження. Об'єктом проведених досліджень були шийні, грудні та попереково-крижові спинномозкові вузли статевозрілих перепілок (n=8). У роботі використовували анатомічні, гістологічні, морфометричні та статистичні методи досліджень [1, 2].

Досліджувані СМВ перепілки, подібно до інших свійських птахів, є скупченням нервових клітин на межі злиття дорсального та вентрального корінців спинномозкового нерва, проте мають неоднакову форму, розміри й розташування стосовно хребетного стовпа. *Шийні* спинномозкові вузли у перепілки округлі, ззовні вкриті добре розвиненою сполучнотканинною капсулою і розташовані в межах міжхребцевих отворі. Середнє значення площі їх



повздожнього зрізу складає $0,420 \pm 0,015 \text{ мм}^2$, а товщина сполучнотканинної капсули цих вузлів – $12,83 \pm 0,92 \text{ мкм}$.

Перикаріони більшості нейроцитів мають округлу форму й оточені своєрідною мантиєю з клітин нейроглії, середня кількість яких навколо одного нейрона складає $11,29 \pm 0,35$ од. Нервові клітини локалізуються рівномірно між пучками нервових волокон. У центрі нейрона знаходяться ядра з ядерцями. Нейроцити різні за розміром: малі, середні та великі.

Аналіз розподілу об'ємів перикаріонів нейронів шийних СМВ перепілки показав, що варіаційний ряд нейропопуляції включає клітини з об'ємом перикаріона в межах від 1,211 до 42,392 тис. мкм^3 . При цьому $56,84 \pm 0,27 \%$ популяції нейронів належить великим клітинам, які мають середній об'єм перикаріонів $19,742 \pm 2,602$ тис. мкм^3 . Найменшу групу ($15,89 \pm 0,07 \%$) формують малі клітини із середнім об'ємом їх перикаріонів $4,367 \pm 0,301$ тис. мкм^3 . Група середніх нейронів складає $29,27 \pm 0,29 \%$ від нейронної популяції СМВ із середнім об'ємом перикаріонів $9,422 \pm 0,410$ тис. мкм^3 . Об'єм ядер нервових клітин СМВ коливається від 129,77 до 1622,16 мкм^3 . При цьому, середнє значення об'єму ядра малих нейронів складає $382,66 \pm 38,22 \text{ мкм}^3$, а середніх і великих $593,25 \pm 65,31$ та $919,22 \pm 54,07 \text{ мкм}^3$ відповідно.

Виходячи з викладеного, середнє значення об'єму тіл нейронів шийних вузлів становить $14,365 \pm 0,926$ тис. мкм^3 , а об'єм їх ядер – $693,77 \pm 33,36 \text{ мкм}^3$.

Найбільший показник ядерно-цитоплазматичного відношення (ЯЦВ) спостерігали у малих нейронах – $0,106 \pm 0,009$, а середні значення ЯЦВ середніх та великих нейроцитів дорівнюють, відповідно, $0,073 \pm 0,0109$ та $0,056 \pm 0,004$. При цьому встановлено, що сЯЦВ нейроцитів шийних СМВ складає $0,070 \pm 0,004$.

Спинномозкові вузли *шийного потовщення*, подібно до шийних СМВ, мають округлу форму, інколи – овальні. Вони ззовні вкриті добре розвиненою сполучнотканинною капсулою, товщина якої, за даними органометричних досліджень, є найбільшою порівняно з таким показником у інших досліджуваних СМВ перепілки і становить $15,47 \pm 1,08 \text{ мкм}$. Крім того, для цих вузлів характерна найбільша площа повздожнього зрізу ($0,725 \pm 0,014 \text{ мм}^2$), що вірогідно ($p < 0,001$) більше у 1,73 рази, ніж у шийному відділі.



Нервові клітини СМВ шийного потовщення розташовані рівномірно і без видимого їх скупчення в окремі групи між пучками нервових волокон. На гістопрепаратах цих вузлів, зафарбованих гематоксиліном та еозином, ядра нейронів чітко контуровані. У центрі ядра помітне інтенсивно забарвлене одне ядрце, а в окремих ядрах їх може бути два.

Проведеними дослідженнями встановлено, що відсотково кількість великих нейронів значно превалює, як і в шийних СМВ, і становить $66,69 \pm 0,23$ % від загального вмісту нервових клітин. Середні нейрони складають $19,26 \pm 0,21$ % нейронної популяції, що вірогідно ($p < 0,001$) менше на $10,01$ %, ніж у шийному відділі. Найменш численними є малі нейрони ($14,05 \pm 0,36$ %).

Середні значення об'єму малих нейронів шийного потовщення мають тенденцію до зменшення порівняно з такими у шийних СМВ, а середніх та великих, навпаки, до збільшення і складають $4,099 \pm 0,252$ тис. мкм^3 ; $9,668 \pm 0,218$ та $22,335 \pm 1,540$ тис. мкм^3 відповідно. При цьому об'єм їх ядер відповідно становить $376,19 \pm 36,17$; $591,41 \pm 52,2$ і $1043,38 \pm 38,85$ мкм^3 .

Морфометричні показники середніх значень об'єму клітин СМВ шийного потовщення складають $16,387 \pm 0,900$ тис. мкм^3 , що більше на $2,022$ тис. мкм^3 , ніж у шийних СМВ. Прослідковується тенденція до збільшення об'ємів ядер нейронів СМВ шийного потовщення і їх СЯЦВ порівняно з попереднім досліджуванім відділом.

З'ясовано, що нейрони з малим об'ємом перикаріона мають найбільше значення ЯЦВ ($0,105 \pm 0,009$). У середніх та великих нейронах цей показник на рівні $0,066 \pm 0,006$ і $0,057 \pm 0,006$. Середня кількість клітин-сателітів навколо одного в середньому складає $13,64 \pm 0,36$ гліоцити, що вірогідно ($p < 0,001$) більше порівняно з показником у шийному відділі на $2,35$ одиниці. Це пов'язано зі збільшенням розмірів нейронів СМВ шийного потовщення і рівня їх морфофункціональної активності.

Грудні спинномозкові вузли, на відміну від попередніх досліджуваних відділів, видовжено-округлі, деякі – овальні. Вони розміщені білатерально у міжхребцевих отворах. Згідно з результатами органометричних досліджень, площа повздовжнього зрізу грудних СМВ складає $0,646 \pm 0,018$ мм^2 , а товщина їх сполучнотканинної капсули становить $14,54 \pm 1,16$ мкм .



На відміну від попередніх відділів, нейрони грудних СМВ переважно локалізовані біля капсули поодинокі, рідше малими групами, і розділені прошарками нервових волокон. Перикаріони більшості нервових клітин округлої форми, їх ядра з одним або двома ядерцями розташовані в центрі, рідше – ексцентрично.

Нейроцити грудних СМВ перепілки, як і в інших відділах, мають різні розміри, тому серед них легко диференціювали малі, середні та великі клітини. Проте, на відміну від усіх досліджуваних СМВ перепілки, вміст малих нервових клітин у грудних вузлах превалює ($49,67 \pm 0,24$ %). Середнє значення об'єму їх перикаріонів дорівнює $4,358 \pm 0,143$ тис. мкм³. Група середніх нейронів становить $38,99 \pm 0,13$ % нейронної популяції з об'ємом клітин $9,317 \pm 0,220$ тис. мкм³, а найменш численну групу утворюють нервові клітини з найбільшими об'ємами перикаріона – $22,778 \pm 0,930$ тис. мкм³. Слід відмітити, що середній показник об'єму ядра малих нейроцитів складає $367,84 \pm 24,26$ мкм³, а середніх та великих, відповідно, $619,37 \pm 36,7$ та $976,61 \pm 35,12$ мкм³. Середній об'єм перикаріонів нейроцитів грудних вузлів є найменшим серед усіх досліджуваних СМВ і становить $11,468 \pm 0,670$ тис. мкм³, причому для нейронів цих вузлів характерні найменші розміри їх ядер ($615,99 \pm 37,21$ мкм³).

Окрім того, сЯЦВ їх нейронів зменшується до $0,067 \pm 0,003$. Це свідчить про підвищення рівня морфофункціональної активності нервових клітин порівняно з показником у інших вузлах.

Змінюється форма спинномозкових вузлів у *попереково-крижовому* відділі. Вони мають неправильно округлу форму і, на відміну від шийних та грудних СМВ, розміщені білатерально за межами міжхребцевих отворів. Зовні попереково-крижові спинномозкові вузли мають менш виражену сполучнотканинну капсулу, ніж у інших досліджуваних вузлах, товщина якої становить $8,25 \pm 0,61$ мкм. Площа їх повздовжнього розрізу складає $0,596 \pm 0,011$ мм², що вірогідно ($p < 0,001$) зростає у 1,42 рази щодо такого шийних СМВ і на $0,129$ мм² вірогідно ($p < 0,001$) менший, ніж у вузлах шийного потовщення.

Вміст середніх нейронів значно превалює і становить $60,54 \pm 0,18$ % від загальної кількості клітин. Великі нейрони складають $32,67 \pm 0,18$ % нейронної популяції, а малі нервові клітини ($6,79 \pm 0,009$ %) утворюють найменш численну групу.



Нервові клітини попереково-крижових СМВ, як і в шийному відділі, рівномірно розміщені між чітко вираженими прошарками нервових волокон. Перикаріони більшості нейронів округлі. Ядро з одним, рідше двома ядерцями, розташоване в центрі перикаріона, рідше – ексцентрично. Слід зазначити, що вірогідно ($p < 0,01$) зростає середня кількість клітин-сателітів навколо одного нейрона з $11,22 \pm 0,31$ од. у грудних вузлах до $12,79 \pm 0,56$ од. – у попереково-крижових.

Аналіз отриманих морфометричних даних свідчить про те, що середні показники об'єму перикаріонів великих та середніх клітин цих вузлів більші, ніж грудних, і становлять, відповідно, $9,822 \pm 0,672$ та $23,130 \pm 2,014$ тис. $\mu\text{м}^3$, а об'єм перикаріонів малих нейронів, навпаки, є вірогідно ($p < 0,01$) меншим у 1,45 рази, і дорівнює $3,008 \pm 0,434$ тис. $\mu\text{м}^3$. При цьому, середній об'єм перикаріонів нервових клітин цих СМВ має тенденцію до збільшення порівняно з грудними і становить $12,669 \pm 1,586$ тис. $\mu\text{м}^3$. Окрім того, спостерігали тенденцію до збільшення середнього значення об'єму ядер нейронів цих вузлів порівняно з грудними ($652,02 \pm 64,08 \mu\text{м}^3$). Виходячи із середніх значень об'єму ядра та перикаріона нервових клітин СМВ попереково-крижового відділу, їх сЯЦВ збільшується до $0,083 \pm 0,006$ і є найвищим порівняно з іншими досліджуваними вузлами.

Спинномозкові вузли *попереково-крижового потовщення*, подібно до шийного потовщення, розміщені за межами міжхребцевих отворів. Проте, на відміну від шийного, вони мають видовжено-овальну форму, рідше – округлі. За результатами проведених органометричних досліджень, площа повздовжнього зрізу цих вузлів суттєво не відрізняється від такої у грудному відділі і становить $0,676 \pm 0,02 \text{ мм}^2$, причому цей показник вірогідно ($p < 0,01$) більший у 1,13 рази, ніж у попереково-крижовій ділянці і вірогідно ($p < 0,05$) менший на $0,049 \text{ мм}^2$ порівняно з площею СМВ шийного потовщення. Середнє значення товщини їх сполучнотканинної капсули дорівнює $13,75 \pm 0,87 \mu\text{м}$.

Так само як у шийному, нервові клітини у вузлах попереково-крижового потовщення розміщуються рівномірно між пучками нервових волокон. Вони мають перикаріони переважно округлої форми, неоднакових розмірів. У центрі нейрона знаходяться ядра з ядерцями.



Виявлено найбільш виражену мантийну оболонку порівняно з іншими вузлами перепілки, яка представлена, переважно, ядрами клітин-гліоцитів, прошарками сполучної тканини та нервовими волокнами. Кількість мантийних гліоцитів навколо одного нейрона становить $14,03 \pm 0,44$ од.

У нейронній популяції спинномозкових вузлів попереково-крижового потовщення, аналогічно шийним вузлам та їх потовщенням, кількість великих нейронів відсотково значно переважає і становить $73,65 \pm 0,14$ % від загальної кількості нервових клітин. На середні нейрони припадає $17,66 \pm 0,12$, на малі – $8,63 \pm 0,13$ %.

За результатами морфометричних досліджень, середній об'єм перикаріонів нейронів СМВ цього потовщення найбільший, порівняно з таким показником інших вузлів перепілки, і дорівнює $17,571 \pm 1,004$ тис. $\mu\text{м}^3$. Подібна тенденція прослідковується щодо середніх значень об'єму їх ядер – $958,29 \pm 50,5$ $\mu\text{м}^3$. Це відбувається за рахунок збільшення кількості великих нейронів, порівняно з нейронами вузлів попередніх відділів.

З'ясовано, що показник середнього ядерно-цитоплазматичного відношення становить $0,069 \pm 0,003$. Він наближений до подібного у шийній ділянці і має тенденцію до зменшення порівняно з попереково-крижовими та вузлами шийного потовщення, що вказує на підвищення рівня метаболічних процесів у нервових клітинах цього потовщення.

Таким чином, проведеними дослідженнями з'ясовано, що спинномозкові вузли перепілки мають подібну макро- і мікроструктуру, проте відрізняються певними морфологічними особливостями.

Висновки: 1. Спинномозкові вузли у перепілки, як в інших свійських птахів, є скупченням нервових клітин на межі злиття дорсального та вентрального корінців спинномозкового нерва.

2. Досліджувані спинномозкові вузли відрізняються за розміщенням, формою й розмірами: попереково-крижові вузли і СМВ шийного та попереково-крижових потовщень знаходяться за межами міжхребцевих отворів, а шийні й грудні – в їх межах; округлі вузли характерні для шийних СМВ та шийних потовщень, видовжено-овальні попереково-крижові потовщення, неправильно-округлу форму мають попереково-крижові вузли, а видовжено-округлу – грудні;



найбільші вузли шийного потовщення ($0,725 \pm 0,014 \text{ мм}^2$), а найменші ($0,420 \pm 0,015 \text{ мм}^2$) – шийні.

3. Морфометричними дослідженнями з'ясовано, що найвищі показники об'єму перикаріонів нейронів та їх ядер характерні для СМВ попереково-крижового потовщення, а найменше середнє значення ЯЦВ спостерігали у нервових клітинах грудних вузлів.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо, що подальші дослідження можуть бути направлені на вивчення ультрамікроскопічної будови та, відповідно, морфофункціональної характеристики спинномозкових вузлів у свійських птахів.

Література

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия :руководство / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990. – 384 с.
2. Горальський Л. П. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології : навчальний посібник / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, О. І. Кононський ; за ред. Л. П. Горальського. – Вид. третє, випр. і доп. – Житомир : «Полісся», 2015. – 286 с.
3. Морфологія спинного мозку та спинномозкових вузлів хребетних тварин : моногр., вид 2-ге, доп. / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, І. М. Сокульський [та ін.] ; за ред. Л. П. Горальського. – Львів : ЗУКЦ, 2016. – 296 с.
4. Оленев С. Н. Нейробиологія / С. Н. Оленев. – СПб. : Изд-во СПбПМА, 1995. – 247 с.
5. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Г. М. Чайченко, В. О. Цибенко, В. Д. Сокур. – К. : Вища шк., 2003. – 463 с.
6. Lorenz Michael D. Handbook of veterinary neurology / Michael D. Lorenz, Joan R. Coates, Marc Kent. – 5th ed. – St. Louis, Mo. : Elsevier / Saunders, 2011. – 560 p.