

МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТРАМУРАЛЬНОГО НЕРВОВОГО АПАРАТУ ДВАНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ В ІНТАКТНИХ ЩУРІВ

Івано-Франківський національний медичний університет (м. Івано-Франківськ, Україна)

ihor.bilinsk@ukr.net

В стінці дванадцятипалої кишки, між різними її шарами, розташовується інтрамуральний апарат, який гістологічно представлений трьома сплетеннями: підсерозним, м'язово-кишковим і підслизовим. Найбільш вираженим є м'язово-кишкове сплетення, що розташовується між повздожним та циркулярним шарами гладких міоцитів дванадцятипалої кишки та в їх товщі, яке і стало об'єктом нашої уваги. Метою дослідження було світлооптично та ультраструктурно встановити морфо-функціональні особливості нервових клітин м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки в інтактних щурів. Дослідження виконано на 15 білих безпородних статевозрілих щурах-самцях. Для світлооптичного дослідження гістозрізи забарвлювали за методом Нісля 0,5% водним розчином крезилового фіолетового. Проводили морфологічну оцінку стану нервових клітин та визначали ступінь їх змін. Ультраструктурне вивчення матеріалу проводили на електронному мікроскопі ПЕМ – 125 К («Selmi», Україна), при прискорюючій напрузі 75 кВт, із наступним фотографуванням при збільшеннях від 1600 до 16000 разів. Світлооптично та електронно-мікроскопічно встановлено, що в м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки найчастіше зустрічаються нейрони, які мають характерну будову і відносяться до незмінених та становлять 79,50% в проксимальному відділі та 81,00% в дистальному. Рідше відзначаються недиференційовані нейрони, а також нервові клітини з морфологічними змінами зі сторони органел. Вогнищевий хроматоліз, ектопія ядра та ядерця виявлені у нейронах відносяться до зворотних змін, що становлять 18% в проксимальному відділі та 16,5% в дистальному, а великокомірчаста вакуолізація цитоплазми, тотальний хроматоліз, різке зморщення або сильне набухання нейронів, каріопікноз та каріолізис – до незворотних змін (2,5% в обох відділах). Ступінь змін нейронів дорівнює 40,23% і 38,40%. Отже у м'язовому-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки в інтактних тварин переважають незмінені нейрони. Серед змінених частіше виявляються нервові клітини із зворотними змінами і лише поодинокі з них мають незворотній характер.

Ключові слова: інтрамуральний нервовий апарат, дванадцятипала кишка, м'язово-кишкове сплетення, нейрони.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом НДР «Вікові особливості патоморфогенезу деяких органів нейроендокринної, серцево-судинної, травної та дихальної системи при цукровому діабеті», (номер державної реєстрації 0116U003598).

Вступ. Ентеральна нервова система, що вивчається в фізіології та медицині уже більше 150 років [1],

являє собою власну нервову систему шлунково-кишкового тракту та бере участь в фізіологічних процесах, які відбуваються в кишечнику та при їх порушеннях [2, 3, 4].

Інтрамуральний нервовий апарат дванадцятипалої кишки розвинутий добре і представлений гістологічно трьома сплетеннями: підсерозним, м'язово-кишковим та підслизовим. Проте найбільш вираженим є м'язово-кишкове сплетення (Ауербах), яке і стало об'єктом нашого дослідження. Воно розташовується в м'язовій оболонці дванадцятипалої кишки між поздовжнім і циркулярним шарами гладких м'язово-кишкових клітин та у їх товщі [5, 6, 7, 8, 9, 10]. У гангліях м'язово-кишкового сплетення знаходяться нейрони овальної, трикутної та веретенної форми. За будовою виділяють мультиполярні, біполярні і псевдоуніполярні нервові клітини, у щурів найчастіше спостерігаються уніполярні нейрони, рідше біполярні і Догеля другого типу [10].

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури показав, що детально вивчено типи нервових клітин та існуючі зв'язки між ними, але менше уваги приділено морфологічній оцінці ступеня змін нейронів дванадцятипалої кишки в інтактних тварин. Отже питання морфо-функціональних особливостей нервових клітин у м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки в нормі вивчене недостатньо повно і тому представляється актуальним для дослідження.

Мета дослідження. Світлооптично та ультраструктурно встановити морфо-функціональні особливості нервових клітин м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки в інтактних щурів.

Об'єкт і методи дослідження. Дослідження виконували на 15 білих безпородних статевозрілих щурах-самцях. Для гістологічного дослідження нейронів м'язово-кишкового сплетення шматочки з проксимального та дистального відділів дванадцятипалої кишки фіксували в 96% етилового спирту, об'єм якого в 20 разів перевищував об'єм тканини, до від'ємної проби на жир, після чого проводили до парафінових блоків за загальноприйнятою методикою. Гістологічні зрізи забарвлювали за методом Нісля 0,5% водним розчином крезилового фіолетового.

Ступінь змін (СЗ) нейронів визначали за формулою:

$$CЗ = C \times 100 / A, \text{ де } C = 2b + 2v + 3г + 4д + 5e + 6ж + 6з; A = a + C.$$

Морфологічну характеристику стану нервових клітин м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки та виявлені їх зміни позначали в балах, використовуючи при цьому схему Свіщева А.В. (табл. 1).

Для електронно-мікроскопічного дослідження шматочки стінки дванадцятипалої кишки попередньо фіксували протягом 4 год. в 2,5% розчині глютарового альдегіду з наступною дофіксацією у 2%

розчині тетраоксиду осмію (розведеному на 0,1 М фосфатному буфері з рН 7,4) протягом 2 год. Матеріал для дослідження послідовно просочували в сумішах епоксидних смол з абсолютним ацетоном у наступних співвідношеннях: 1:3 (30 хв.); 1:1 (1 год.); 3:1 (1 год.) та заливали чистою епоксидною смолою. Для вивчення локалізації нервових клітин м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки спершу виготовляли напівтонкі зрізи, забарвлюючи їх 1% розчином метиленового синього. Ультратонкі зрізи отримували на ультрамікротомі Tesla BS-490A. Вивчення матеріалу проводили на електронному мікроскопі ПЕМ – 125 К («Selmi», Україна), при прискорючій напрузі 75 кВт.

Усі маніпуляції на тваринах проводили в чіткій відповідності до «Загально етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013), вони не суперечили положенням Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), Директиві Ради Європи 86/609/ЄЕС (1986), Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 15.12.2009 року та наказам МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. і відповідали вимогам комісії з питань етики Івано-Франківського національного медичного університету (протокол № 104/18 від 25.10.2018 р.).

Результати дослідження та їх обговорення. М'язово-кишкове сплетення дванадцятипалої кишки розташовується між повздожним та циркулярним м'язовими шарами, являє собою сітку, яка складається з скупчень нервових клітин, гліальних елементів, що їх оточують, а також нервових волокон.

При світлооптичному дослідженні препаратів, забарвлених 0,5% водним розчином крезолового фіолетового за методом Нісля, виявляється поліморфізм нейронів м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки. У гангліях нервового сплетення знаходиться від 3 до 20 нервових клітин. Більшість нервових клітин мають типову будову – незмінні нейрони, які становлять 79,50% в проксимальному відділі дванадцятипалої кишки та 81,00% в дистальному (табл. 2), найчастіше зустрічаються клітини округлої або овальної форми, зрідка – веретеноподібної та грушоподібної.

Нейрони мають кулясте або овальне ядро, яке знаходиться в центрі або дещо зміщене до периферії. В ядрі у вигляді дрібних гранул дифузно розташовується гетерохроматин. У центрі каріоплазми відзначається одне, інколи два інтенсивно базofilних ядра, які розміщуються центрально або дещо ексцентрично. В цитоплазмі у вигляді невеликих грудочок та зерен візуалізується базofilна речовина (рис. 1).

У м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки поруч із незмінними нейронами зустрічаються нервові клітини, морфологічний стан яких дозволяє говорити про них як про змінені. Найчастіше структурні зміни спостерігаються у середніх та великих нейронах, рідше виникають у малих нервових клітинах. Здебільшого виявляються нервові клітини, які мають ексцентрично зміщене набрякле ядро, дрібнозернисту базofilну речовину, яка блідо забарвлена та розташовується дифузно – нейрони з

Таблиця 1 – Морфологічна характеристика стану нейронів та їх оцінка в балах

Морфо-функціональний стан нейронів	Бали	Умовні позначки
Незмінні	1	а
Гіперхромні	2	б
З початковими явищами набухання і хроматолізу	2	в
З вираженими явищами набухання і хроматолізу	3	г
Вакуолізовані	4	д
Дегідратовані	5	е
Атрофовані	6	ж
Загиблі	6	з

Таблиця 2 – Розподіл нейронів м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки за морфо-функціональним станом

Морфо-функціональний стан нейронів	Відділ	
	Пр.	Д.
Незмінні	79,50%	81,00%
Гіперхромні	4,00%	3,50%
З початковими явищами набухання і хроматолізу	9,00%	8,50%
З вираженими явищами набухання і хроматолізу	5,00%	4,0%
Вакуолізовані	1,00%	1,50%
Дегідратовані	0,50%	0,50%
Атрофовані	1,00%	1,00%
Загиблі	0,00%	0,00%
СЗ	40,23%	38,40%

Примітка: Пр – проксимальний відділ дванадцятипалої кишки; Д – дистальний відділ дванадцятипалої кишки.

початковими явищами набрякання та хроматолізу, що становлять 9,00% в проксимальному відділі та 8,50% в дистальному. Рідше спостерігаються нейрони з вираженими явищами набухання та хроматолізу (5,00% і 4,00%), у них майже відсутня базofilна речовина, тіло нейрона набрякле та кулястої форми. Окремі нервові клітини мають інтенсивно забарвлені ядра та базofilну речовину – гіперхромні нейрони (4,00% і 3,50%), в інших нейронах виявляються дрібні вакуолі – вакуолізовані нейрони (1,00% і 1,50%). Значно рідше відмічаються дегідратовані нервові клітини (0,50% в обох відділах), вони мають видовжену форму з чіткими контурами та гіперхромне ядро з цитоплазмою. Деякі нейрони зі збереженою формою клітини мають малі розміри тіла і ядра. Дуже рідко виявляються атрофовані нейрони (1,00% в обох відділах), навколо яких спостерігається скупчення гліоцитів. Загиблі нейрони нами не виявлені. Ступінь змін нейронів (СЗ) становить (40,23% і 38,40%).

При електронно-мікроскопічному дослідженні нервових клітин м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки ми виявили, що ядро нейрона низької електронної щільності, має овальну або округлу форму, розміщене центрально або дещо ексцентрично (рис. 2). Воно має рівні контури та світлу цитоплазму, покрите ядерною оболонкою, яка відмежує його від цитоплазми. Між мембранами ядерної оболонки відзначається перинуклеарний простір, у тих місцях, де мембрани контактують між

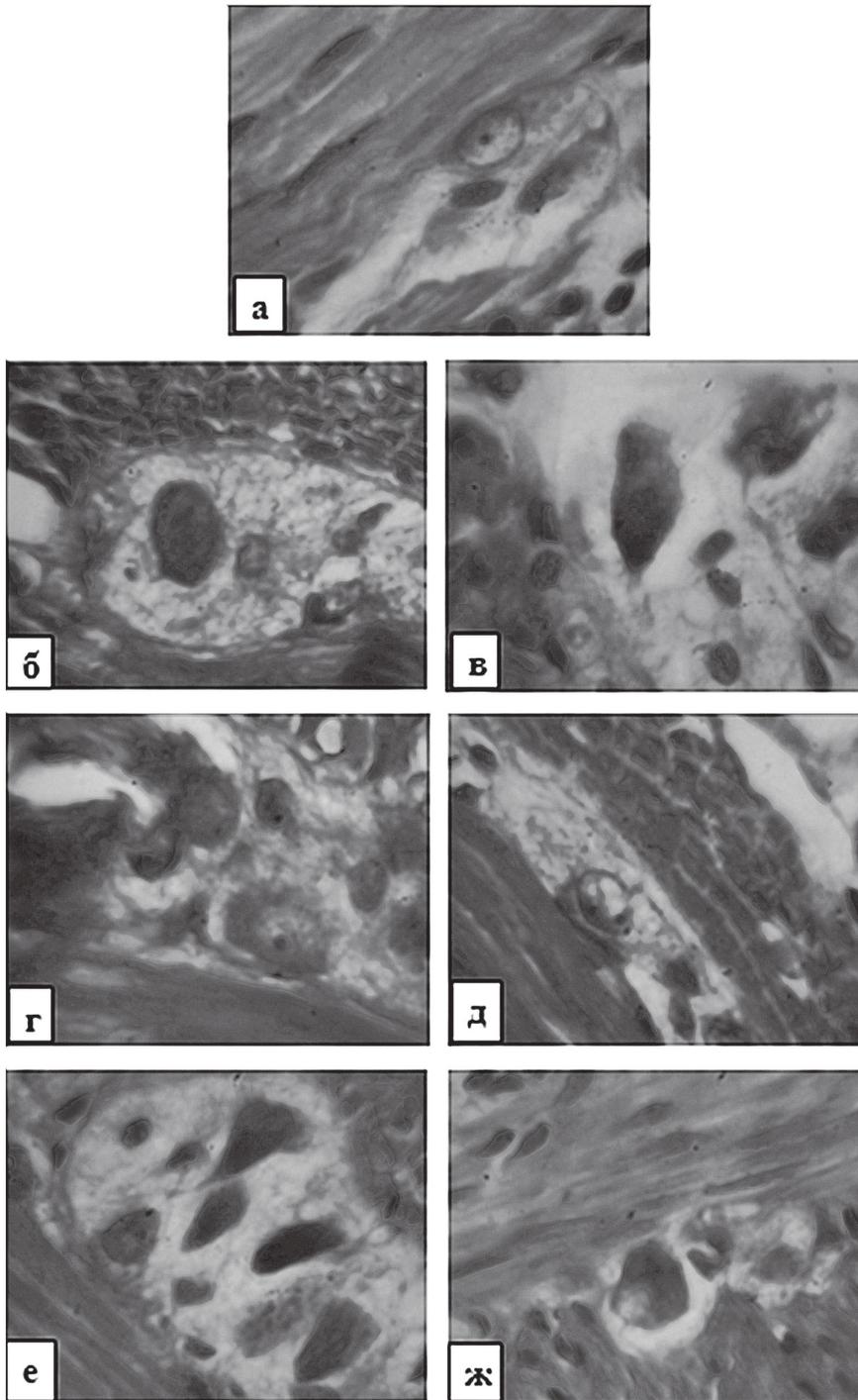


Рисунок 1 – Різновидності морфологічного стану нейронів м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки інтактних щурів: а – незмінений нейрон; б – гіперхромний; в – з початковими явищами набухання і хроматолізу; г – з вираженими явищами набухання і хроматолізу; д – вакуолізований; е – дегідратований; ж – атрофований. Забарвлення за Нісля. Зб.: ок.5, об. 40.

собою утворюються ядерні пори. Ядерце найчастіше займає центральне положення. Гетерохроматин в ядрі розподіляється рівномірно, але зрідка можливі ділянки його скупчення біля внутрішньої мембрани ядерної оболонки. Гранулярна ендоплазматична сітка добре розвинута та складається з цистерн, розташованих паралельно одна одній, на зовнішній поверхні яких знаходяться рибосоми. У цитоплазмі нейрона зустрічаються нечисленні мітохондрії невеликих розмірів, овальної форми та помірної електронної щільності. Також спостерігаються поодинокі

лізосоми різноманітної форми з високою електронною щільністю.

Поблизу нейронів або на деякій відстані від них знаходяться гліоцити в середньому 2-3 клітини. Вони мають неправильну трикутну або витягнуту форми і є меншими ніж сусідні нервові клітини. Ядро гліоцита також неправильної форми. В цитоплазмі гліоцитів виявляються цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки з рибосомами, міхурці комплексу Гольджі, поодинокі мітохондрії, мікротрубочки, нейрофіламенти, вільні рибосоми і їх скупчення (полісоми). В м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки окрім нейронів і гліоцитів також розташовуються безмілінові нервові волокна з наявними аксонами і дендритами.

Ультраструктурне дослідження нейронів відповідно до світлооптичного виявляє нервові клітини з різними морфологічними змінами з боку органел.

Здебільшого спостерігаються нервові клітини з незначно зміненими органелами. Цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки не створюють паралельних рядів, вони характеризуються менш впорядкованим розміщенням, фрагментуються та набувають округлої або неправильної форми, і стають схожими на вакуолі. Спостерігається зменшення чисельності рибосом, що прикріплюються до змінених цистерн гранулярної ендоплазматичної сітки. Цитоплазма нейронів характеризується зниженням вмісту полісом та наявністю вогнищ просвітлення. Ядра цих клітин мають нечіткі контури, із збільшеною щільністю хроматину. Поблизу ядра спостерігається скупчення полісом. У цих нервових клітинах відзначається збільшене ядерце. Є характерним зменшення чисельності мітохондрій, в результаті часткового або тотального їх руйнування. Зміни органел цих нервових клітин нагадують такі які описані світлооптично як вогнищевий хроматоліз.

Рідко зустрічаються нервові клітини у яких ділянки просвітлення займають більшу частину та прогресує розвиток хроматолізу. Мітохондрії збільшені, матрикс їх просвітлений. Іноді цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки та мітохондрії нагадують ве-

ликі вакуолі. Для них є характерним розширення перинуклеарного простору, вкорочення цистерн гранулярної ендоплазматичної сітки, відсутність рибосом та зменшення числа полісом.

Також зустрічаються поодинокі нервові клітини в цитоплазмі яких відмічається скупчення рибосом та полісом, що створюють групи різного розміру. Такі нейрони при світлооптичному дослідженні описані як гіперхромні. У їх цитоплазмі знаходяться набряклі мітохондрії, розширені цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки, скупчення лізосом та поодинокі дрібні вакуолі.

У нейронах м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки інтактних щурів виявлені морфологічні зміни носять зворотний і незворотний характер. До зворотних змін відноситься вогнищевий хроматоліз, ектопія ядра та ядерця, а до незворотних – великокомірчата вакуолізація цитоплазми, тотальний хроматоліз, різке зморщення або сильне набухання нейронів, каріопікноз та каріолізис.

Електронно-мікроскопічне дослідження нейронів підтверджує дані світлооптичного та найчастіше виявляє клітини, що мають типову ультраструктурну будову. Рідше відмічаються недиференційовані нейрони, а також нервові клітини з морфологічними змінами зі сторони органел.

Висновки. Отже у м'язовому-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки в інтактних тварин переважають незмінні нейроніти, що становлять 79,50% в проксимальному відділі та 81,00% в дистальному. Серед змінених частіше виявляються не-

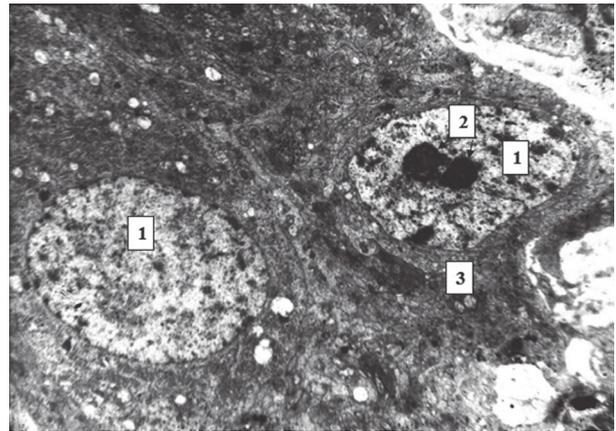


Рисунок 2 – Ультраструктура нейронів без ознак морфологічних змін та з двома ядерцями м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки інтактного щура. 36.: 4800. Позначення: 1 – ядро; 2 – ядерце; 3 – мітохондрія.

рвові клітини із зворотними змінами – 18% в проксимальному відділі та 16,5% в дистальному, і лише поодинокі з них мають незворотний характер – 2,5% в обох відділах. Ступінь змін нейронів (С3) дорівнює (40,23% і 38,40%).

Перспективи подальших досліджень. В перспективі є використання морфометричного дослідження нейронів, що дасть можливість глибше зрозуміти особливості стану нейронів дванадцятипалої кишки та роль її інтрамурального нервового апарату в інтактних тварин та при різних захворюваннях та патологічних станах.

Література

1. Dmitriyeva VA, Odintsova VV. Enteral'naya nervnaya sistema i psichosomaticheskiye aspekty zaboлевaniy zheludochno-kishechnogo trakta. Meditsinskiy al'manakh. 2011;1(14):166-169. [in Russian].
2. Khochanskiy DN, Makarova OV. Sovremennyye predstavleniya o strukture i funktsii enteral'noy nervnoy sistemy. Morfologicheskoye vedomosti. 2015;1:106-117. [in Russian].
3. Costa M, Brookes SJH, Hennig GW. Anatomy and physiology of the enteric nervous system. Gut 2000;4(47):15-19. DOI: http://dx.doi.org/10.1136/gut.47.suppl_4.iv15.
4. Furness JB. Types of neurons in the enteric nervous system. Journal of the Autonomic Nervous System. 2000;81(1-3):87-96. DOI: 10.1016/S0165-1838(00)00127-2.
5. Mandic P, Filipovic T, Gasic M, Djukic-Macut N, Filipovic M, Bogosavljevic I. Quantitative morphometric analysis of the myenteric nervous plexus ganglion structures along the human digestive tract. Vojnosanit Pregl. 2016;73(6):559-565.
6. Malashko VV, Latvis V, Anishaushkas M. Morfofunktsional'nyye osnovy mezhneyronnykhv zaimodeystviy v nervnoy sisteme zhivotnykh. Sel'skoye khozyaystvo-problemy i perspektivy. 2018;40:121-131. [in Russian].
7. Khochanskiy DN, Makarova OV, Buravkov SV, Kiryukhin SO. Gistoarkhitektonika enteral'noy nervnoy sistemy obodochnoy kishki u polovozrelykh samtsov myshey C57BL/6. Zhurnal anatomii i gistopatologii. 2017;1(6):92-100. DOI: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-92-100. [in Russian].
8. Shahrestani J, Das JM. Neuroanatomy, Auerbach plexus [Internet]. Treasure Island: StatPeals Publishing; 2020 [updated 2021 Jun 4]. 15 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551559/>.
9. Giancola F. Interspecies study of the enteric nervous system and related pathologies [dissertation]. Bologna BO: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna; 2016. 184 p.
10. Vorobel' M D. Morfologicheskoye osobennosti mezhhyshechnogo nervnogo spleteniya kishchnika. V: Kulaga OK, Barkovskyy YeV, redactor. Sb. tez. dokl. 69-y nauch.-prakt. konf. studentov i molodykh uchenykh s mezhdunar. uchastiyem Aktual'nyye problemy sovremennoy meditsiny i farmatsii; 2015; Minsk. Minsk: BGMU; 2015. s. 1035. [in Russian].

МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТРАМУРАЛЬНОГО НЕРВОВОГО АПАРАТУ ДВАНДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ В ІНТАКТНИХ ЩУРІВ

Білінський І. І., Попович Ю. І., Федорак В. М.

Резюме. В стінці дванадцятипалої кишки, між різними її шарами, розташовується інтрамуральний апарат, який гістологічно представлений трьома сплетеннями: підсерозним, м'язово-кишковим і підслизовим. Найбільш вираженим є м'язово-кишкове сплетення, що розташовується між повздожним та циркулярним шарами гладких м'язів дванадцятипалої кишки та в їх товщі, яке і стало об'єктом нашої уваги. *Мета дослідження.* Світлооптично та ультраструктурно встановити морфо-функціональні особливості нервових клітин м'язово-кишкового сплетення дванадцятипалої кишки в інтактних щурах. *Методи.* Дослідження виконано на 15 білих безпородних статевозрілих щурах-самцях. Для світлооптичного дослідження гістозрізи забарвлювали за методом Нісля 0,5% водним розчином крезилового фіолетового. Проводили морфологічну оцінку стану нервових клітин та визначали ступінь їх змін. Ультраструктурне вивчення матеріалу проводили на електронному мікроскопі ПЕМ – 125 К («Selmi», Україна), при прискорюючій напрузі 75 кВт, із наступним фо-

тографуванням при збільшеннях від 1600 до 16000 разів. *Результати.* Світлооптично та електронно-мікроскопічно встановлено, що в м'язово-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки найчастіше зустрічаються нейрони, які мають характерну будову і відносяться до незмінених та становлять 79,50% в проксимальному відділі та 81,00% в дистальному. Рідше відзначаються недиференційовані нейрони, а також нервові клітини з морфологічними змінами зі сторони органел. Вогнищевий хроматоліз, ектопія ядра та ядерця виявлені у нейронах відносяться до зворотних змін, що становлять 18% в проксимальному відділі та 16,5% в дистальному, а великокомірчаста вакуолізація цитоплазми, тотальний хроматоліз, різке зморщення або сильне набухання нейронів, каріопікноз та каріолізис – до незворотних змін (2,5% в обох відділах). Ступінь змін нейронів (СЗ) дорівнює (40,23% і 38,40%). *Висновок.* Отже у м'язовому-кишковому сплетенні дванадцятипалої кишки в інтактних тварин переважають незмінені нейрони. Серед змінених частіше виявляються нервові клітини із зворотними змінами і лише поодинокі з них мають незворотній характер.

Ключові слова: інтрамуральний нервовий апарат, дванадцятипала кишка, м'язово-кишкове сплетення, нейрони.

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE INTRAMURAL NEURAL APPARATUS OF THE DUODENUM IN INTACT RATS

Bilinskyi I. I., Popovych Yu. I., Fedorak V. M.

Abstract. *Background.* Within the wall of the duodenum, there is the intramural neural apparatus between its various layers, which is histologically presented as the following three plexuses: the subserous, the myenteric, and the submucosal ones. As the myenteric plexus, which is located between the longitudinal and circular layers of smooth duodenal myocytes and is found in the duodenum, is the most significant one, it became an object of our attention. The *aim of the study* was to establish morphological and functional characteristics of nerve cells of the duodenal myenteric plexus in intact rats using light-optical and ultrastructural techniques. *Methods.* The study was carried out on 15 white outbred sexually mature male rats. The histological sections were stained according to the Nissl method with 0.5% cresyl violet aqueous solution. The morphological assessment of the state of nerve cells was conducted and the degree of their changes was determined. The ultrastructural study of the material was carried out using the TEM-125K electron microscope (Selmi, Ukraine) at an accelerating voltage of 75 kW, followed by photographing at magnifications from 1,600 to 16,000 times. *Results.* According to the light-optical and electron microscopic studies, within the myenteric plexus of the duodenum, the most common neurons were those with a typical structure, unchanged, making up 79.50% in the proximal part and 81.00% in the distal part of the duodenum. Both undifferentiated neurons and nerve cells with morphological changes in the organelles were rarely seen. Focal chromatolysis, nuclear and nucleolar ectopy, which are regarded as reversible changes, were detected in 18% of neurons in the proximal duodenum and 16.5% of neurons in the distal duodenum, while massive cytoplasmic vacuolization, total chromatolysis, drastic neuronal shrinkage or severe neuronal swelling, karyopyknosis and karyolysis, which are regarded as irreversible changes, were detected in 2.5% of neurons in both duodenal portions. The degree of neuronal changes equaled to (40.23% and 38.40%). *Conclusions.* In the myenteric plexus of the duodenum in intact rats, unchanged neurons predominated. Among altered neurons, nerve cells with reversible changes were more frequently found; only a few of them were irreversible.

Key words: intramural neural apparatus, duodenum, myenteric plexus, neurons.

ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Bilinskyi I. I.: 0000-0002-5469-5851 ^{ABCD}

Popovych Yu. I.: 0000-0002-2401-4699 ^F

Fedorak V. M.: 0000-0003-4607-0496 ^E

Конфлікт інтересів:

Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Білінський Ігор Ігорович

Івано-Франківський національний медичний університет

Адреса: Україна, 76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька 2

Тел.: 098-79-52-654

E-mail: ihor.bilinsk@ukr.net

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Рецензент – проф. Проніна О. М.

Стаття надійшла 17.01.2021 року

Стаття прийнята до друку 05.07.2021 року