

УДК 611.33:611.83

В.О. Ольховський, А.О. Терещенко
Харківський національний медичний університет

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ МІЄЛІНОВИХ ВОЛОКОН ВІСЦЕРАЛЬНИХ НЕРВІВ ЛЮДИНИ

В роботі узагальнені дані літератури стосовно існуючих анатомо-гістологічних класифікацій мієлінових волокон вісцеральних нервів і нервів деяких внутрішніх органів тіла людини (легені, печінка, шлунок, дванадцятипала кишка, надниркові залози), надано морфофункціональне обґрунтування прийнятої на кафедрі анатомії людини Харківського національного медичного університету класифікації мієлінових нервових волокон.

Ключові слова: *анатомія периферичної нервової системи, вісцеральні нерви, мієлінові волокна.*

Розшифрування організації двосторонніх нервових зв'язків внутрішніх органів – одна із актуальних проблем сучасної нейроморфології. У світлі останніх поглядів периферичні нерви розглядаються як динамічний апарат, що не тільки виконує функцію з'єднувальної ланки органів із ЦНС, але й активно впливає на якість зазначених зв'язків [1, 2]. Ступінь цієї активності залежить від етапів функціонально-морфологічного диференціювання нервів і явищ їхньої інволюції в онтогенезі. Показниками процесів дозрівання чи старіння фізіологічного апарату будь-якого периферичного нерва є певні зміни його внутрішньостовбурової будови. За даними літератури [3–5], саме мієлінові волокна і їхня мінливість в онтогенезі є найбільш ефективними показниками в порівняльній оцінці зрілості периферичних, у тому числі вісцеральних, нервів, що підтверджується математичним аналізом [6, 7]. Аналіз останніх даних літератури свідчить, що вісцеральні нерви не є частими об'єктами детального морфологічного вивчення. Зокрема, у літературі відсутні повні узагальнюючі дані стосовно загальноприйнятої класифікації мієлінових волокон вісцеральних нервів людини. Співробітники кафедри анатомії людини Харківського національного медичного університету (ХНМУ), використовуючи комплекс сучасних нейроморфологічних методів протягом багатьох років, вивчають макромікроскопічну анатомію й внутрішньостовбурову будову нервів внутрішніх органів у різних вікових групах [3, 8–10].

Метою даної роботи є узагальнення даних літератури щодо існуючих анатомо-гістологічних класифікацій мієлінових волокон вісцеральних нервів та спроба морфофункціонального обґрунтування прийнятої на кафедрі анатомії людини ХНМУ класифікації вказаних нервових волокон.

Аналіз літературних джерел з даного питання показує, що при дослідженні внутрішньостовбурової будови нервів автономної (вегетативної) частини периферичної нервової системи людини вчені використовують різні морфологічні методики. Одні ставлять за мету макромікроскопічні дослідження взаємовідношень між окремими їхніми пучками, що входять до складу нервів [6, 8]. Інші дослідники більше вивчають кількісні та якісні показники їх мієлоархітекtonіки [11]. Велика група дослідників використовує комплекс морфологічних та експериментально-морфологічних методів [4–7, 11–13]. За допомогою цих методів встановлені індивідуальні, вікові й видові особливості будови периферичних нервів, показані відмінності в пучковій будові та мієлоархітекtonіці різних нервів, а також одного й того ж нерва на його різних рівнях. Перші спроби вчених провести класифікацію мієлінових нервових волокон за їхніми діаметрами сягають кінця XIX ст. Так, П.В. Рудановський [14] при вивченні корінців спинномозкових нервів виділив в їхньому складі чотири групи мієлінових волокон: тонкі нервові, які, у свою чергу, включали дві групи – до 3,0 і від 3,1 до 8,0 мкм; товсті нервові, які вчений теж розпо-

© В.О. Ольховський, А.О. Терещенко, 2014

ділив на дві групи – від 8,1 до 14,0 мкм і від 14,1 до 20,0 мкм. А.М. Максименков [13] поділив усі мієлінові нервові волокна на 4 групи: тонкі волокна (діаметром від 0,1 до 4,0 мкм); середні (діаметром від 4,1 до 6,0 мкм); товсті (діаметром від 6,1 до 10,0 мкм) та дуже товсті (більше 10,1 мкм). Автор також виділив характерні для більшості периферичних нервів крайні форми їх внутрішньостовбурової пучкової будови – малопучкову (1–3 пучки) та багатопучкову (4 та більше пучків). Подальші дослідження внутрішньостовбурової будови периферичних нервів торкалися встановлення співвідношень між епіневрієм, периневрієм, ендоневрієм та нервовими волокнами різного діаметра [7]. Складність мікроскопічної будови периферичних нервів учені пояснюють прямою залежністю від складності функцій органів, які вони іннервують [11, 15]. При співставленні результатів досліджень будови соматичних нервів з будовою вісцеральних нервів, як свідчать морфологи, поряд з їхньою подібністю є значні відмінності в будові мієлінових волокон [16]. Це стосується як кількісного вмісту мієлінових волокон, так і якісних показників їхніх розмірних груп. Зокрема, у відсотковому відношенні соматичні нерви завжди містять менше тонких мієлінових волокон, ніж нерви вегетативної нервової системи і, навпаки, більше волокон товстого та дуже товстого діаметрів [6, 8, 15].

Матеріал і методи. Досліджено внутрішньостовбурову будову позаорганих нервів деяких внутрішніх органів тіла людини (легені, печінка, шлунок, дванадцятипала кишка, надниркові залози), узятих від трупів та органокомплексів різного віку (плоди, новонароджені, діти, зрілий та похилий вік), рис. 1.

Останні за життя не мали патології нервової системи та досліджуваних органів. При цьому використано комплекс сучасних нейроморфологічних, морфометричних і математичних методів – макромікроскопічне препарування за Воробйовим, гістологічні та гістотопографічні методи (Крутсай, Вейгерта-Паля, Більшовського-Грос та ін.). Слід підкреслити, що гістологічні методи, такі як Крутсай та Вейгерта-Паля дозволили нам виявити на мікропрепаратах не лише мієлінові волокна нервів, а їхні епі- й периневрії. Безмієлінові волокна не забарвлювалися за вказаними методами, а місця їх компактного роз-

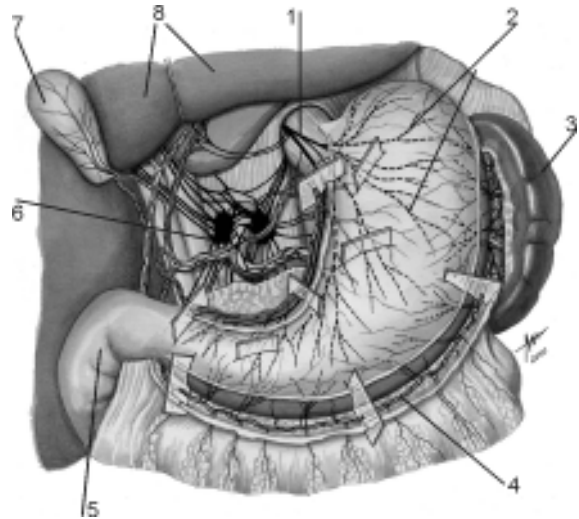


Рис. 1. Позаяоргани нерви шлунка. Схема.

Рівні забору матеріалу при їх вивченні:
 1 – передній блукаючий стовбур; 2 – шлункові нерви переднього блукаючого стовбура;
 3 – селезінка; 4 – навколосудинне нервово-сплетення шлунково-чепцевих артерій (велика кривина шлунка); 5 – дванадцятипала кишка; 6 – черевне сплетення;
 7 – жовчний міхур; 8 – печінка

ташування на мікропрепаратах мали, таким чином, вигляд «полів просвітлення» (рис. 2). На поперечних зрізах нервів підраховували загальну кількість мієлінових волокон, а також вивчали їх «спектр» за групами: тонкі нервові волокна (від 0,1 до 3,0 мкм), середні (від 3,1 до 8,0 мкм), товсті (від 8,1 до 12,0 мкм) та дуже товсті (більше 12,1 мкм). Наведена класифікація ґрунтується на функціональних особливостях вісцеральних нервів [7, 15, 17].

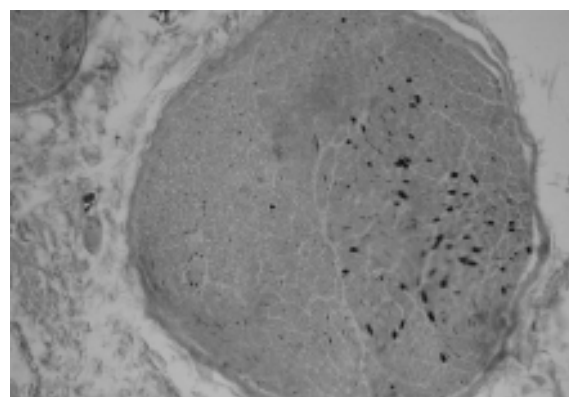


Рис. 2. Мієлінові і безмієлінові («поля просвітлення») нервові волокна на поперечному зрізі шлункового нерва переднього блукаючого стовбура в ділянці кардіальної частини шлунка. Чоловік 35 років. Окраска за Крутсай. Мікрофотографія, $\times 400$

У кожному конкретному випадку визначалися мікророзміри нервів, у тому числі їх сполучнотканинних оболонки, підраховувалися всі мієлінові волокна відповідно до прийнятої класифікації. Отримані результати заносилися до спеціального протоколу (рис. 3), який також було розроблено школою харківських морфологів (доц. Й.І. Шапіро, проф. В.В. Бобін, проф. В.М. Лупир). Варіаційно-статистичний аналіз проводився відомими методами. Узагальнена динаміка кількісного і якісного складу мієлінових волокон досліджуваних вісцеральних нервів у вивчених вікових групах заносилася до протоколу.

Результати та їх обговорення. Використання макромікроскопічного дослідження вісцеральних нервів одночасно з вивченням їхньої внутрішньостовбурової будови на тотальних поперечних зрізах нервів, безумовно, надало змогу ширше уявити іннерваційні зв'язки досліджуваних внутрішніх органів людини. У кожній серії мікропрепаратів дослідження нервів проводили за допомогою окуляра-мікромметра та вимірювали діаметр нервових стовбурців і їхніх мієлінових волокон. Виявлено значну індивідуальну мінливість зазначених нервів, насамперед в анатомічних варіантах їхнього формування. Тотальні поперечні зрізи нервів показали, що вони складаються в основному з безмієлінових волокон (про що свідчить наявність великих «полів просвітлення» на гістологічних препаратах) і значно меншої кількості мієлінових провідників виділених нами розмірних груп (рис. 3). З віком значно збільшується товщина пери- і епіневрія. Разом з тим, на всьому протязі онтогенезу зберігається звичайна округла або овальна форма поперечних зрізів вивчених нервів. Вміст мієлінових і безмієлінових волокон на різних препаратах також піддається вираженій індивідуальній мінливості. Так, в окремих нервах проходять винятково безмієлінові волокна. Аналіз особливостей структурної організації вісцеральних нервів в окремих вікових групах свідчить, що їх мієлоархітекtonіка характеризується як дуже динамічна й мінлива в ході пре- і постнатального розвитку. Від плодів 8 місяців до кінця юнацького віку відбувається закономірний ріст загальної кількості мієлінових волокон. Останнє ми пов'язуємо з процесами мієлінізації шваннівської оболонки безмієлінових волокон, що входять у нерви

плодів і новонароджених. Так відбувається специфічна диференціація нейронів тих центрів, що відповідають за регуляцію діяльності внутрішніх органів. В оцінці фізіологічних особливостей досліджених нервів ми спиралися на той факт, що швидкість проведення імпульсу по вісцеральних нервах і їх подразливість залежать від ступеня розвитку мієлінової оболонки нервових волокон [1, 2, 16]. Для аналізу результатів дослідження мієлоархітекtonіки вивчених нами нервів велике значення мають дані [6, 8, 13] та інших нейроморфологів про відсутність різниці в будові вісцеральних і соматичних нервів й про те, що мієлінові нервові волокна товстого та дуже товстого діаметра, що входять до складу вісцеральних нервів, є відростками клітин спинномозкових вузлів і виконують аферентні функції. Не виключено, що на наших препаратах середні, товсті та дуже товсті мієлінові нервові волокна вступають до складу блукаючих стовбурів по сполучних нервах, що існують між ними, і симпатичного стовбура у грудній порожнині. При функціональній оцінці вивчених нервів варто також враховувати уявлення про те, що нервові волокна вісцеральних і соматичних нервів побудовані однаково [5, 13, 16]. Крім того, дані результатів електрофізіологічних досліджень показують, що волокна однакового діаметра, що входять до складу зазначених нервів, не відрізняються один від одного за швидкістю проведення імпульсів [1, 6, 8]. Мієлінові волокна великого діаметра (товсті та дуже товсті) – А-волокна (альфа, бета, гамма, дельта підгруп), на думку дослідників [7, 9, 15, 17], є швидкопровідними волокнами у вісцеральній сфері. Імпульс рухається по них зі швидкістю до 120 м/с. Що ж до безмієлінових і тонких мієлінових волокон, то автори відзначають, що вони проводять повільні імпульси (від 0,2 до 1,6 м/с). Ці провідники позначаються ними як С-волокна. Категорія середніх мієлінових волокон за електрофізіологічними показниками займає проміжне положення (В-волокна).

З цих позицій шлункові нерви блукаючих стовбурів новонароджених складаються із безмієлінових і тонких мієлінових волокон, які забезпечують проведення повільної імпульсації. Надалі, в міру наростання товщини мієлінових оболонок, з'являється все більша кількість середніх і товстих мієлінових воло-

ПРОТОКОЛ №
Гістологічного дослідження нерва _____

I	Загальна частина	
1	Труп (чол., жін.)	
2	Вік	
3	Причина смерті	
4	Дата	
II	Спеціальна частина	
1	Назва нерва	
2	Розміри поперечного зрізу нервового стовбура	
3	Форма поперечного зрізу нервового стовбура	
4	Товщина зовнішнього епіневрія	
5	Товщина периневрія	
6	Ступінь розвитку внутрішнього епіневрія	
7	Наявність судин в оболонках	
8	Кількість пучків нервових волокон у нерві	
9	Характер пучковості (мало-, багатопучкові)	
10	Форма пучків	
11	Розміри окремих пучків	
12	Наявність вторинних пучків	
13	Характер розташування пучків у нерві	
14	Симетрія в кількості і формі пучків	
15	Загальна кількість нервових волокон у нерві	
16	Кількість і відсотковий вміст мієлінових нервових волокон	
17	Кількість і відсотковий вміст безмієлінових нервових волокон	
18	Кількість і відсотковий вміст тонких мієлінових волокон (0,1–3,0 мкм)	
19	Кількість і відсотковий вміст середніх мієлінових нервових волокон (3,1–8,0 мкм)	
20	Кількість і відсотковий вміст товстих мієлінових нервових волокон (8,1–12,0 мкм)	
21	Кількість і відсотковий вміст дуже товстих мієлінових нервових волокон (більше 12,0 мкм)	
22	Морфофункціональний характер нерва	
23	Додаток – фото №	
24	Примітки	

Рис.3. Зразок протоколу гістологічного дослідження нерва

кон. До кінця юнацького – початку першого періоду зрілого віку кількість товстих і дуже товстих груп мієлінових волокон досягає найбільших показників. Отже, саме в цьому віковому періоді в шлункових нервах блукаючих стовбурів стає максимум швидкопровідних мієлінових нервових волокон. Фізіологічні спостереження багатьох авторів [6, 7, 9] також переконливо свідчать на користь величезного значення бульбарних провідників у забезпеченні рефлекторної діяльності шлунка. Абсолютне й відносне зменшення вмісту мієлінових нервових волокон середнього, товстого й дуже товстого діаметра в шлункових нервах блукаючих стовбурів осіб похилого та старечого віку свідчить у першу чергу про зменшення аферентних зв'язків шлунка з центрами головного мозку. Це призводить, імовірно, до зменшення можливостей формування нових рефлекторних механізмів шлунка. Також необхідно відзначити, що внутрішньостовбурова будова нервів блукаючих стовбурів передньої і задньої стінки шлунка є подібною в одного й того ж об'єкта – на їх поперечних зрізах значно більшу площу займають «поля просвітлення» (безмієлінові нервові волокна) порівняно з незначними ділянками мієлінових волокон. Останні містять спектр мієлінових нервових волокон різного діаметра зі значною перевагою за абсолютною й відносною кількістю тонких мієлінових нервових волокон у всіх вікових групах. Таким чином, шлунок зв'язаний із ЦНС в основному за допомогою повільно провідних мієлінових нервових волокон (С-волокна). Завдяки цьому аферентна імпульсація від шлунка (А-волокна і їх підгрупи: альфа, бета, гама, дельта) у звичайних умовах не включається у сферу свідомості людини й набагато поступається у своєму представництві в корі великих півкуль вищим органам чуттів [5].

Література

1. *Амвросьев А.П.* Анатомия афферентных систем пищеварительного тракта / А.П. Амвросьев. – 1. Амвросьев А.П. Анатомия афферентных систем пищеварительного тракта / А.П. Амвросьев. – Минск: Наука и техника, 1972. – 311 с.
2. *Васягина Н.Ю.* Сократительная активность миелиновых нервных волокон / Н.Ю. Васягина // Морфологічні основи наукових досліджень у медицині: наук.-практ. конф., присвяч. 110-річчю з дня народження М.І. Зазибіна. – К., 2013. – С. 49–50.
3. *Измайлова Л.В.* Возрастные особенности паравазальных нервов печени / Л.В. Измайлова, В.В. Кузьмина, В.М. Лупырь // Морфологічні основи наукових досліджень у медицині: наук.-практ. конф., присвяч. 110-річчю з дня народження М.І. Зазибіна. – К., 2013. – С. 54.

Отже, точні дані про структурну організацію кондукторної ланки іннервації досліджених внутрішніх органів мають велике значення для визначення механізмів іннерваційних взаємозв'язків ЦНС з відповідними нейротканинними контактами. Таким чином, дослідження мієлогенезу та мієлоархітектоніки вісцеральних нервів має вирішальне значення для розуміння їх функціонування й дозволить більш детально розкрити закономірності будови кондукторної ланки іннервації внутрішніх органів, встановити їх вікові, індивідуальні та видові особливості.

Висновки

1. Вісцеральні нерви досліджених внутрішніх органів тіла людини складаються у переважній кількості з безмієлінових нервових волокон (про що свідчать великі «поля просвітлення» на поперечних зрізах їх гістологічних препаратів) і значно меншої кількості мієлінових нервових провідників, в основному тонкого діаметра – від 0,1 до 3,0 мкм (у середньому близько 93% у всіх вікових групах).
2. Мієлогенез вісцеральних нервів характеризується як дуже динамічний і мінливий у ході пре- і постнатального розвитку. Зокрема, у нервах відбувається закономірний ріст загальної кількості мієлінових волокон від плодів 8 місяців до кінця юнацького й початку першого періоду зрілого віку.
3. На всьому протязі зрілого віку в складі вивчених нервів загальна кількість мієлінових волокон утримується на високому рівні до початку похилого віку, коли їхня кількість починає трохи зменшуватися. У старечому віці це зменшення стає найбільш виразним.
4. Особливості внутрішньостовбурової будови досліджених вісцеральних нервів є відображенням мінливості їхнього функціонального значення на етапах онтогенезу людини.

4. Колосов Н.Г. Нервная система пищеварительного тракта позвоночных и человека / Н.Г. Колосов. – Ленинград: Наука, 1968. – 169 с.
5. Никулин В.М. Миелоархитектоника блуждающего нерва человека / В.М. Никулин // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1985. – Т. LXXXVIII, Вып. 4. – С. 29–33.
6. Лобко П.И. Чревное сплетение и чувствительная иннервация внутренних органов / П.И. Лобко. – Минск: Беларусь, 1976. – 191 с.
7. Лупырь В.М. Макромикроскопическая анатомия и миелоархитектоника нервов печени человека (анатомо-экспериментальное исследование) : автореф. дис. ... докт. мед. наук / В.М. Лупырь. – Харьков, 1988. – 34 с.
8. Бобин В.В. Внутривольное строение некоторых периферических нервов / В.В. Бобин // Материалы к макромикроскопической анатомии. – Харьков, 1978. – Т. XII. – С. 4–13.
9. Ноздрачев А.Д. Вегетативная рефлекторная дуга / А.Д. Ноздрачев. – Ленинград: Наука, 1978. – 232 с.
10. Числовский К.И. Анатомическая структура различных частей желудка и их рефлекторная функция / К.И. Числовский // Клиническая хирургия им. Грекова. – 1990. – Т. 144, № 5. – С. 101–103.
11. Мельман Е.П. Функциональная морфология иннервации органов пищеварения / Е.П. Мельман. – М.: Медицина, 1970. – 327 с.
12. Леонтюк А.С. Информационный анализ в морфологических исследованиях / А.С. Леонтюк, П.А. Леонтюк, А.И. Сыкало. – Минск: Наука и техника, 1981. – 160 с.
13. Максименков А.Н. Внутривольное строение периферических нервов / А.Н. Максименков. – М., 1963. – 203 с.
14. Рудановский П.В. О строении корешков спинальных нервов / П.В. Рудановский. – Казань, 1870–1871. – 28 с.
15. Шапиро И.И. Миелоархитектоника нервов вегетативных сплетений некоторых органов грудной и брюшной полостей / И.И. Шапиро, В.М. Лупырь, Л.В. Измайлова // Макромикроскопическая анатомия нервной системы. – Харьков, 1983. – Т. XIV. – С. 43–49.
16. Стовичек Г.В. Проблемы миелоархитектоники висцеральных нервов / Г.В. Стовичек. – Ярославль, 1975. – Вып. 2. – С. 3–23.
17. Ольховський В.О. Макромікроскопічна та мікроскопічна анатомія нервів і судин шлунка людини на етапах онтогенезу : автореф. дис. ... докт. мед. наук / В.О. Ольховський. – Харків, 2004. – 35 с.

В.А.Ольховский, А.А.Терещенко

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ МИЕЛИНОВЫХ ВОЛОКОН ВИСЦЕРАЛЬНЫХ НЕРВОВ ЧЕЛОВЕКА

В работе обобщены данные научной литературы касательно существующих анатомо-гистологических классификаций миелиновых волокон висцеральных нервов и нервов некоторых внутренних органов тела человека (легкие, печень, желудок, двенадцатиперстная кишка, надпочечные железы), представлено морфофункциональное обоснование принятой на кафедре анатомии человека Харьковского национального медицинского университета классификации миелиновых нервных волокон.

Ключевые слова: анатомия периферической нервной системы, висцеральные нервы, миелиновые нервные волокна.

V.O.Olhovskiy, A.O.Tereshchenko

MORPHOFUNCTIONAL SUBSTANTIATION OF THE CLASSIFICATION OF MYELIN FIBERS OF HUMAN VISCERAL NERVES

In the work the data from scientific literature regarding existing anatomico-histological classifications of myelin fibers of visceral nerves are summarized, and on the basis of our own researches of the nerves of some internal organs of a human body (lungs, liver, stomach, duodenum, adrenal glands), the morphofunctional substantiation of the classification of myelin nerve fibers adopted at the Department of Human Anatomy of Kharkiv National Medical University is presented.

Key words: anatomy of the peripheral nervous system, visceral nerves, myelin nerve fibers.

Поступила 21.04.14