*Лекція № 21*

*Тема:* Загальна анатомія периферичної нервової системи. Спинномозкові нерви. Задні гілки спинномозкових нервів

*План:*

1. Загальна будова периферичної нервової системи. Будова нерва.
2. Види нервових волокон, їх будова.
3. Властивості нервових волокон, закони проведення збудження по нервових волокнах.
4. Класифікація нервів.
5. Характеристика **спинномозкових** нервів. Формування **спинномозкового** нерва.
6. Утворення гілок спинномозкових нервів.
7. Задні гілки спинномозкових нервів.

*1. Загальна будова периферичної нервової системи. Будова нерва*

**Периферична нервова система (systema nervosum periphericum)** є частиною нервової системи, яка знаходиться за межами головного і спинного мозку. Через периферичну нервову систему головний і спинний мозок здійснює регуляцію функцій усіх систем, апаратів, органів і тканин.

Периферична нервова система (ПНС) утворена: вузлами (черепними, спинномозковими і вегетативними), нервами (31 пара спинномозкових і 12 пар черепних), нервовими сплетеннями, а також чутливими та руховими нервовими закінченнями. З функціональної точки зору периферична частина нервової системи складається з провідників, що сполучають нервові центри з рецепторами і робочими органами.

Периферичні нерви утворені пучками нервових волокон (мієлінізованих і немієлінізованих). Це відростки нейронів передніх рогів спинного мозку, спинномозкових вузлів, або вузлів черепних нервів.

Нервові волокна об’єднані сполучнотканинними компонентами (оболонками): ендоневрієм, периневрієм і епіневрієм.

*Ендоневрій (endоneurium)* – це тонкі прошарки пухкої сполучної тканини між окремими нервовими волокнами.

*Периневрій (perineurium)* – це тонка сполучнотканинна оболонка, що оточує пучки нервових волокон.

*Епіневрій (epineurium)* – це зовнішня пухка волокниста сполучнотканинна оболонка нерва, що зв’язує в ціле пучки нервових волокон, кількість яких залежить від діаметра нерва і може складати від одного до кількох десятків. У епіневрії зустрічаються жирові клітини, проходять кровоносні, лімфатичні судини і нервові волокна. Іннервація оболонок нервів здійснюється гілками, що відходять від даного нерва.

Нерви бувають різної довжини і товщини. Довші нерви розташовані в тканинах кінцівок, особливо нижніх. Найдовшим черепним нервом є блукаючий. Нерви великого діаметру називають *нервовими стовбурами (trunci)*, відгалуження нервів - *гілками (rami)*. Товщина нерва і розміри ділянки, що іннервується, залежать від кількості нервових волокон в нервах. У великих нервах волокна по ходу нерва можуть переходити з одного пучка в іншій, тому товщина пучків, кількість нервових волокон в них неоднакові на всьому протязі.

***2. Види нервових волокон, їх будова***

Розрізняють два види нервових волокон – безмієлінові, товщиною 1-4 мкм і мієлінові: товсті (3-22 мкм), середні і тонкі (1-3 мкм). Обидва види волокон складаються з центрально розміщеного відростка нейрона (осьового циліндра), оточеного оболонкою із шваннівських клітин (лемоцитів). Клітини Шванна синтезують білки, утворюють мієлін і розглядаються як аналоги олігодендроцитів у ЦНС. При цьому, на відміну від олігодендроцита, кожна клітина Шванна мієлінізує один аксон. Мієлін у ПНС – це компактна структура зі змінених плазматичних мембран шваннівської клітини (в ЦНС – олігодендроцита), спірально закручених навколо аксонів. 80 % маси мієліну складають ліпіди, 20 % – білки. Вміст мієлінових і безміелінових волокон в нервах різна. Так, в ліктьовому нерві кількість середніх і тонких мієлінових волокон становить від 9 до 37%, в променевому - від 10 до 27%; в шкірних нервах - від 60 до 80%, в м'язових - від 18 до 40%.

***Мієлінові нервові волокна*** в периферійному нерві характеризуються високою швидкістю проведення нервових імпульсів (до 120 м/с). Мієлінові волокна містять осьові циліндри великого діаметра, оточені мієліновою оболонкою, навколо якої розташована нейролема, утворена тонким шаром цитоплазми і ядром шваннівської клітини. Утворення мієлінової оболонки в периферійному нерві починається з занурення осьового циліндра у клітину Шванна і супроводжується формуванням довгого мезаксона, який починає обертатись навколо аксона. По мірі збільшення числа витків у процесі дозрівання мієліну вони розташовуються щільніше і частково зливаються; проміжки між ними заповнені цитоплазмою шваннівської клітини.

Сегменти мієліну відокремлені один від одного малими сегментами, в яких оголений аксон оточений інтерстиціальним простором. Ці сегменти, які називають ***вузлами (перехватами, або перетяжками) Ранв’є***, є місцем знаходження множинних натрієвих каналів. Коли мембрана аксона збуджена, згенерований електричний імпульс не може пройти через високорезистентну оболонку мієліну і виходить назовні та деполяризує аксональну мембрану на наступному вузлі. Довжина міжперехватних ділянок пропорційна діаметру волокна. Так, при діаметрі 10-20 мкм довжина проміжку між перехватами становить 1-2 мм. Тому розповсюдження деполяризації в мієліновому волокні здійснюється стрибками від вузла до вузла (сальтаторно). При цьому швидкість проведення збудження по мієліновому волокну прямо пропорційна діаметру волокна і довжині між вузлами Ранв’є (чим більший діаметр і чим довші інтервали, тим вища швидкість проведення збудження).

***Безмієлінові нервові волокна*** в периферичному нерві розміщуються переважно у складі вегетативної нервової системи і характеризуються відносно низькою швидкістю проведення нервових імпульсів (0,5-2 м/с). Вони утворюються шляхом занурення осьового циліндра (аксона) у цитоплазму шваннівських клітин. При цьому плазмолема шваннівської клітини прогинається, оточуючи аксон, і утворює дублікатуру – *мезаксон*. Поверхня безмієлінового волокна вкрита базальною мембраною, перетяжок Ранв’є не утворює.

***3. Властивості нервових волокон, закони проведення збудження по нервових волокнах***

Нервове волокно характеризується *збудливістю* і *лабільністю*. Збудливість і лабільність мієлінових волокон вища, ніж безмієлінових. Відомо, що мієлінові волокна можуть відтворювати до 1000 імпульсів за 1 с.

Закони проведення збудження по нервових волокнах:

1) закон ізольованого проведення збудження;

2) закон анатомічної і фізіологічної цілісності нервового волокна;

3) закон двостороннього проведення збудження;

4) закон практичної невтомлюваності нервових волокон;

5) закон прямо пропорційної залежності швидкості проведення імпульсу від діаметра нервового волокна.

***Закон ізольованого проведення збудження.*** У нерві імпульси розповсюджуються вздовж кожного волокна ізольовано, тобто не переходять з одного волокна на інше і впливають тільки на ті клітини ефектора, з якими контактують закінчення цього нервового волокна.

***Закон анатомічної і фізіологічної цілісності нервового волокна*** стверджує, що необхідною умовою проведення збудження у нерві є не тільки його анатомічна безперервність, але й фізіологічна цілісність. Якщо порушити властивості мембрани волокна (перев’язка, блокада новокаїном, тощо), то проведення збудження по волокну припиняється. На цьому законі ґрунтується застосування в клінічній медицині місцевих анестетиків, які блокують активність натрієвих каналів, насамперед у вузлах Ранв’є.

***Закон двостороннього проведення збудження по нервовому волокну*** стверджує, що будь-яке нервове волокно (аферентне чи еферентне) здатне проводити збудження в обох напрямах (до нейрона чи від нього). Однак реально за рахунок наявності одностороннього проведення збудження в хімічних синапсах всі нервові волокна проводять збудження в одному напрямку, характерному для даного волокна (по аферентних волокнах – у ЦНС, по еферентних волокнах – від ЦНС до органа).

***Закон практичної невтомлюваності нервових волокон***, сформульований Н. Є. Введенським, вказує на те, що нервове волокно має малу втомлюваність. Дійсно, проведення імпульсу по нервовому волокну не порушується протягом тривалого (багатогодинного) експерименту. Вважають, що нервове волокно відносно невтомлюване внаслідок того, що процеси ресинтезу енергії в ньому ідуть з достатньо великою швидкістю і встигають відновити втрати енергії, що виникають при проходженні збудження. У момент збудження енергія нервового волокна витрачається на роботу натрій-калієвого насоса. Особливо великі втрати енергії виникають у вузлах Ранв’є внаслідок великої щільності тут натрій-калієвих насосів.

***Закон прямо пропорційної залежності швидкості проведення імпульсу від діаметра нервового волокна*** був встановлений лауреатами Нобелівської премії (1944) американськими фізіологами *Джозефом Ерлангером* і *Гербертом Гассером*. На основі цього закону автори запропонували широковідому класифікацію нервових волокон.

***4. Класифікація нервів***

Залежно від будови і виконуваної функції розрізняють нерви: чутливі, рухові і змішані. Говорити про чисто рухові, або чисто чутливі нерви неможливо, тому що спинномозкові та черепні нерви містять в своєму складі вегетативні постгангліонарні волокна, за якими здійснюється вегетативна іннервація органів і тканин.

***Чутливі нерви*** сформовані відростками нейронів чутливих вузлів черепних нервів або спинномозкових вузлів. ***Рухові нерви*** складаються з відростків нервових клітин, що лежать в рухових ядрах черепних нервів або в ядрах передніх стовпів спинного мозку. ***Вегетативні нерви*** утворені відростками клітин вегетативних ядер черепних нервів або бічних стовпів спинного мозку. В периферичній нервовій системі людини переважають ***змішані нерви***, що містять ті та інші волокна.

Залежно від органу, що іннервується, розрізняють: шкірні (поверхневі) і м'язові (глибокі) нерви (гілки), які зберігають сегментарний план іннервації тіла людини. Перші з них розташовуються в підшкірній жировій клітковині на поверхні фасції тіла, другі - під цією фасцією, між м'язами або групами м'язів. ***Шкірні нерви*** та їх гілки не супроводжуються кровоносними і лімфатичними судинами і містять чутливі (аферентні) нервові волокна, що іннервують шкіру, і вегетативні волокна, що іннервують шкірні залози, гладкі м'язи, що піднімають волосся, судини, тканинні елементи. ***М'язові нерви*** і їх гілки, як правило, входять до складу судинно-нервових пучків і містять рухові (еферентні), чутливі (аферентні) і вегетативні нервові волокна, що іннервують м'язи, суглоби, кістки, судини.

Області розподілу нервів або їх гілок не обмежуються ділянкою, що походить з одного сегмента (метамера), а заходять на сусідні сегменти тіла - похідні вище- і нижчележащих метамерів.

У будові периферичної нервової системи є ряд закономірностей:

- нерви є парними і розходяться симетрично в сторони від головного і спинного мозку, що лежить по осьовій лінії тіла;

- нерви, подібно до артерій, йдуть до органів по найкоротшому шляху. Якщо в процесі внутрішньоутробного розвитку орган переміщується, то нерв відповідно подовжується і слідує за ним;

- нерви, що іннервують м'язи, формуються при злитті корінців спинномозкових нервів, які відповідають сегментам спинного мозку і міотомам, з яких походять ці м'язи. При подальшому переміщенні м'язів джерело іннервації зберігається поблизу зони закладки. М'язи, які утворюються з кількох міотомів, іннервуються нервами, до складу яких входять нервові волокна, відповідні міотомам, що дають початок м'язам;

- нервові стовбури супроводжують артерії, вени, лімфатичні судини, утворюючи судинно-нервові пучки, розташовані на згинальних поверхнях кінцівок, будучи захищеними сполучнотканинними піхвами, м'язами.

***5. Характеристика спинномозкових нервів. Формування спинномозкового нерва***

Виділяють **31 пару** **спинномозкових нервів (nervi spinales):** *8 шийних, nervi cervicales (C1-C8); 12 грудних, nervi thoracici (Тh1-Тh12); 5 поперекових, nervi lumbales (L1-L5); 5 крижових, nervi sacrales (S1-S5); 1 куприкова пара спинномозкових нервів, nervus coccygeus (Со)*. Спинномозкові нерви відповідають сегментам або метамерам тіла, тому позначаються латинськими літерами відповідно сегментам спинного мозку, з якого виходять корінці цих нервів. Кожен сегмент спинного мозку пов'язаний з відповідним сегментом тіла. Цей зв'язок зберігається, починаючи з ембріонального періоду, протягом усього життя індивідуума.

**Спинномозкові нерви** є змішаними і утворюються при злитті ***заднього (чутливого) корінця, radix posterior (sensoria)*** і ***переднього (рухового) корінця, radix anterior (motoria)***. Передні корінці виходять із спинного мозку вздовж передньобічних борозен; задні корінці – вздовж задньобічних борозен. Обидва корінці одного спинномозкового нерва зближуються один з одним у ділянці міжхребцевого отвору. Тут задній корінець містить ***чутливий вузол спинномозкового нерва (спинномозковий вузол), ganglion sensorium nervi spinalis (ganglion spinale)***, до якого передній корінець тільки прилягає, не будучи з ним органічно зв’язаний. Після вузла волокна переднього корінця змішуються з волокнами спинномозкового вузла, утворюючи ***стовбур спинномозкового нерва (truncus nervi spinalis)***, який виходить з хребтового каналу через міжхребцевий отвір.

Спинномозковий вузол складається з тіл чутливих псевдоуніполярних нейронів. Задній корінець спинномозкового нерва утворений аксонами нейронів спинномозкового вузла, які формують аферентні волокна – соматочутливі та вісцерочутливі, що входять в задній ріг спинного мозку. Довгі відростки нейронів спинномозкового вузла (дендрити) направляються на периферію, де закінчуються рецепторами.

Передній корінець різних спинномозкових нервів відрізняється за складом і утворений аксонами мотонейронів переднього сірого стовпа (переднього рогу) спинного мозку та аксонами вегетативних (симпатичних) нейронів проміжного сірого стовпа (бічного рогу), які є тільки на рівні від VIII шийного до II поперекового сегментів спинного мозку. Ці аксони формують еферентні волокна – соматорухові (іннервують скелетні м’язи) і вісцерорухові та секреторні (здійснюють іннервацію міоцитів гладких м’язів, кардіоміоцитів та залозистого епітелію).

Нерви мають різну кількість нервових волокон залежно від величини іннервованої ділянки; тому найтовстіші – крижові і нижні шийні нерви, які іннервують потужні м’язи кінцівок і значну шкірну поверхню. Задні корінці товщі від передніх, за винятком І пари шийних нервів, у якої вони тонші. Корінці спинномозкових нервів проходять спочатку в підпавутинному просторі та оточені безпосередньо м’якою мозковою оболоною. Між передніми і задніми корінцями проходить *зубчаста зв’язка (lig. denticulatum)*. Підходячи до міжхребцевих отворів, корінці залишаються щільно вкриті всіма трьома мозковими оболонами, які біля спинномозкового вузла зростаються між собою і продовжуються у сполучну піхву.

Корінці спинномозкових нервів прямують від спинного мозку до міжхребцевого отвору наступним чином:

1) корінці верхніх шийних нервів розташовуються майже горизонтально, І шийний нерв виходить між потиличною кісткою і І шийним хребцем, ІІ шийний – між І і ІІ шийними хребцями;

2) корінці нижніх шийних нервів ідуть навскіс від спинного мозку вниз, знаходячись перед входом у міжхребцевий отвір на один хребець нижче від місця відходження зі спинного мозку;

3) корінці 10 верхніх грудних нервів прямують ще більш похило вниз і перед входженням у міжхребцевий отвір розміщені приблизно на 2 хребці нижче свого початку;

4) корінці двох останніх грудних нервів і наступних 5 поперекових, 5 крижових і одного куприкового нерва прямують вниз вертикально і утворюють з однойменними корінцями протилежної сторони *кінський хвіст (cauda equina)*. Відокремлюючись від кінського хвоста, корінці ще в хребтовому каналі з’єднуються у спинномозкові нерви і виходять назовні через крижовий розтвір.

Більшість спинномозкових вузлів залягає в міжхребцевих отворах у щільних мішкоподібних піхвах твердої спинномозкової оболонки; нижні поперекові вузли розташовані частково в хребтовому каналі; крижові, крім останнього, містяться в крижовому каналі поза твердою оболоною.

***6. Утворення гілок спинномозкових нервів***

Після виходу з хребтового каналу через міжхребцевий отвір, шийні, грудні та поперекові нерви поділяються на гілки (крижові та куприковий нерви розгалужуються в крижовому каналі).

Кожний спинномозковий нерв розгалужується на дві великі гілки (передню та задню), а також віддає назад тонку оболонну гілку. Крім того, від VIII шийного - II поперекового спинномозкових нервів, на початку кожного нерва, одразу після його утворення, відходить біла сполучна гілка.

***Передні гілки (вентральні гілки), rami anteriores (rami ventrales)*** спинномозкових нервів за складом волокон є змішаними і відрізняються від задніх тим, що більшість передніх гілок, з’єднуючись одна з одною петлями, утворюють шийне, плечове, поперекове, крижове та куприкове сплетення, від яких відходять периферичні нерви. В сплетеннях відбувається обмін волокнами, що належать сусіднім сегментам спинного мозку. Завдяки перерозподілу чутливих волокон в сплетеннях встановлюється взаємозв'язок однієї ділянки шкіри з сусідніми сегментами спинного мозку, тому при дії зовнішніх чинників на шкіру відповідні сигнали передаються багатьом м'язам. В результаті підвищується надійність периферичної іннервації і забезпечуються складні рефлекторні реакції організму. Лише передні гілки грудних спинномозкових нервів зберігають метамерну будову і продовжуються у міжреброві нерви, не утворюючи сплетень. Передні гілки та їх сплетення іннервують шкіру і м'язи шиї, грудей, живота і кінцівок.

***Задні гілки (дорсальні гілки), rami posteriores (rami dorsales)*** спинномозкових нервів значно тонші за передні (виняток становлять дві верхні пари шийних нервів) і за складом волокон є змішаними. Задні гілки зберігають метамерну (сегментну) будову, пов’язані з дорсальними відділами сомітів і не утворюють сплетень. Задні гілки іннервують похідні цих відділів сомітів (автохтонну мускулатуру спини і відповідні ділянки шкіри: шкіру потиличної області, шкіру і м'язи задньої ділянки шиї, спини, поперекової області та сідниць).

***Оболонна (менінгеальна) гілка*** ***(ramus meningeus)*** містить чутливі та симпатичні волокна і, відійшовши від спинномозкового нерва, повертається назад через міжхребцевий отвір в хребетний канал та іннервує оболонки спинного мозку. Раніше оболонну гілку називали поворотним нервом.

***Білі сполучні гілки (rr. communicantes albi)*** містять вкриті мієліном прегангліонарні симпатичні волокна (аксони нейронів бічного проміжного ядра сірої речовини спинного мозку), які досягають певного вузла симпатичного стовбура і з’єднують його зі спинномозковими нервами.

До всіх спинномозкових нервів від симпатичного стовбура проходять ***сірі сполучні гілки (rr. communicantes grisei).*** Вони представлені безмієліновими постгангліонарними симпатичними нервовими волокнами (аксони нейронів вузлів симпатичного стовбура), що йдуть у зворотному напрямку від кожного вузла симпатичного стовбура до кожного спинномозкового нерва та його відгалужень. У складі всіх спинномозкових нервів та їх гілок постгангліонарні симпатичні волокна направляються до кровоносних і лімфатичних судин шкіри, скелетних м'язів та інших тканин, що забезпечує їх функції і обмінні процеси (трофічна іннервація).

*7. Задні гілки спинномозкових нервів*

Задні гілки, відходячи від стовбурів спинномозкових нервів, обходять суглобові відростки хребців і йдуть назад між поперечними відростками хребців (у крижовій кістці через задні крижові отвори) і направляються до шкіри і м'язів спини.

Кожна з задніх гілок (за винятком І шийного, IV i V крижових та куприкового нерва) розгалужується на *присередню гілку (r. medialis)* і *бічну гілку (r. lateralis).*

Із задніх гілок спинномозкових нервів та їхніх розгалужень потрібно окремо виділити гілки, які йдуть у потиличну і сідничну ділянки. Ці гілки одержали власні назви: підпотиличний, великий потиличний, третій потиличний нерви; верхні та середні нерви сідниці.

**Підпотиличний нерв (n. suboccipitalis)** є задньою гілкою І шийного нерва. Вона виходить між потиличною кісткою і атлантом, проходить назад, ідучи у борозні хребтової артерії атланта під хребтовою артерією. Це виключно руховий нерв, який іннервує субокципітальну групу м’язів: *mm. recti capitis major et minor, mm. obliqui capitis superior et inferior, m. semispinalis capitis, m. longissimus capitis*. До шкіри потилиці *n. suboccipitalis* гілок не дає. Його чутлива гілка іннервує тільки суглоби – *a. atlantooccipitalis et a. atlantoaxialis*.

Задня гілка ІІ шийного нерва проходить між І та ІІ шийними хребцями, потім огинає нижній край *m. obliquus capitis inferior* і розгалужується на коротку бічну та довгу присередню гілки. Бічна гілка іннервує *m. splenius capitis et cervicis, m. longissimus capitis, m. semispinalis capitis, m. obliquus capitis inferior.* Присередня гілка проходить крізь *m. semіspinalis capitis* та сухожилок *m. trapezius* і піднімається на потилицю як чутливий **великий потиличний нерв (n. occipitalis major)**. Цей нерв іннервує шкіру потилиці.

Присередня гілка задньої гілки ІІІ шийного нерва йде на потилицю у вигляді чутливої шкірної гілки, як **третій потиличний нерв (n. occipitalis tertius).** Цей нерв дуже мінливий і супроводжує великий потиличний нерв, розташовуючись присередніше від нього.

Шкірні гілки задніх гілок 6-ти верхніх грудних нервів відгалужуються від їх *rr. mediales,* а решта нижніх шкірних гілок від *rr. laterales.* Всі шкірні гілки поділяються на **rr. cutanei mediales et laterales**.

І-й та XII-й грудні нерви сегментні тільки на 50% кожен, так як беруть участь у формуванні плечового та поперекового сплетення.

Бічні гілки від *rr. dorsales* трьох верхніх поперекових нервів дістали назву **верхніх нервів сідниці (nn. clunium superiores)**, а бічні гілки від *rr. dorsales* трьох верхніх крижових нервів – назву **середніх нервів сідниці (nn. clunium medii)**. Ці нерви розгалужуються у шкірі сідниць та іннервують її.

П’ятий крижовий і куприковий нерви виходять крізь крижовий розтвір.