*Лекція № 20*

*Тема:* Провідні шляхи центральної нервової системи. Оболонки спинного і головного мозку

*План:*

1. Групи провідних шляхів у спинному і головному мозку
2. Висхідні проекційні екстероцептивні провідні шляхи
3. Висхідні пропріоцептивні та інтероцептивні провідні шляхи
4. Низхідні рухові провідні шляхи. Пірамідні провідні шляхи
5. Екстрапірамідні провідні шляхи
6. Оболонки спинного і головного мозку

**Провідними шляхами** називають пучки функціонально однорідних нервових волокон, що з'єднують різні центри в центральній нервовій системі, які займають в білій речовині головного і спинного мозку певне місце і проводять однакові імпульси.

Завдяки численним синапсам нейрони контактують один з одним, утворюючи ланцюги, по яких нервові імпульси поширюються тільки в певному напрямку - від рецепторних нейронів через вставні до ефекторних нейронів. Це обумовлено морфо-функціональними особливостями синапсів, які проводять збудження (нервові імпульси) тільки в одному напрямку - від пресинаптичної мембрани до постсинаптичної.

За одними ланцюгами нейронів імпульс поширюється доцентрово - від місця виникнення в шкірі, слизових оболонках, органах руху, судинах до спинного або головного мозку. За іншими ланцюгами нейронів імпульс проводиться відцентрово з мозку на периферію до робочих органів - м'язів і залоз. Відростки нейронів направляються зі спинного мозку до різних структур головного мозку, а від них в зворотному напрямку - до спинного мозку і утворюють пучки, що з'єднують між собою нервові центри. Ці пучки і складають провідні шляхи.

***1. Групи провідних шляхів у спинному і головному мозку***

У спинному і головному мозку виділяють три групи нервових волокон (провідних шляхів): асоціативні, комісуральні та проекційні.

**Асоціативні нервові волокна** (короткі та довгі) з'єднують між собою групи нейронів (нервові центри), розташовані в одній половині мозку. ***Короткі (внутрішньочасткові) асоціативні шляхи*** з'єднують прилеглі ділянки сірої речовини і розташовуються в межах однієї частки мозку. Серед них виділяють *дугоподібні волокна великого мозку (fibrae arcuatae)*, які згинаються дугою і з'єднують між собою сіру речовину сусідніх звивин, не виходячи за межі кори (інтракортикально), або проходячи в білій речовині півкулі (екстракортикально). ***Довгі (міжчасткові) асоціативні пучки*** з'єднують між собою ділянки сірої речовини, розташовані на значній відстані одна від одної, зазвичай в різних частках. До них відносяться *верхній повздовжній пучок (fasciculus longitudinalis superior),* що проходить у верхніх шарах білої речовини півкулі і з'єднує кору лобової частки з тім'яною і потиличною; *нижній поздовжній пучок (fasciculus longitudinalis inferior)*, що лежить в нижніх шарах білої речовини півкулі та зв'язує сіру речовину скроневої частки з потиличною, і *гачкоподібний пучок (fasciculus uncipatus)*, що з'єднує кору в області лобного полюса з передньою частиною скроневої частки. Волокна гачкоподібного пучка згинаються дугою навколо острівця.

У спинному мозку асоціативні волокна з'єднують між собою нейрони, розташовані в різних сегментах, і утворюють власні пучки спинного мозку (міжсегментарні пучки), які розташовуються поблизу сірої речовини. Короткі пучки перекидаються через 2-3 сегмента, довгі з'єднують далеко віддалені один від одного сегменти спинного мозку.

**Комісуральні (спайкові) нервові волокна** з'єднують однакові центри (сіра речовина) правої і лівої півкуль великого мозку, утворюючи мозолисте тіло, спайку склепіння і передню спайку. Мозолисте тіло сполучає між собою нові відділи кори великого мозку правої і лівої півкуль. У кожній півкулі волокна розходяться віялоподібно, створюючи *променистість мозолистого тіла (radiatio corporis callori)*. Передні пучки волокон, що проходять в коліні і дзьобі мозолистого тіла, з'єднують кору передніх відділів лобових часток, утворюючи *лобові щипці (forceps frontalis)*. Ці волокна охоплюють з двох сторін передню частину поздовжньої щілини головного мозку. Кору потиличних і задніх відділів тім'яних часток великого мозку з'єднують пучки волокон, що проходять у валику мозолистого тіла. Вони утворюють так звані *потиличні щипці (forceps occipitalis)*. Згинаючись назад, пучки цих волокон охоплюють задні відділи поздовжньої щілини великого мозку. Волокна, що проходять в центральних відділах мозолистого тіла, пов'язують кору центральних звивин, тім'яних і скроневих часток півкуль великого мозку.

У передній спайці проходять волокна, що з'єднують між собою ділянки кори скроневих часток обох півкуль, що належать нюховому мозку. Волокна спайки склепіння з'єднують сіру речовину гіпокампа і скроневих часток.

**Проекційні нервові волокна (провідні шляхи)** підрозділяються на висхідні і низхідні. Висхідні пов'язують спинний мозок з головним, а також ядра мозкового стовбура з базальними ядрами і корою півкуль великого мозку. Низхідні йдуть у зворотному напрямку.

***2. Висхідні проекційні екстероцептивні провідні шляхи***

**Висхідні проекційні шляхи** є аферентні, чутливі. За ними до кори великого мозку надходять нервові імпульси, що виникли в результаті впливу на організм різних факторів зовнішнього середовища, включаючи імпульси, що йдуть від органів чуття, опорно-рухового апарату, внутрішніх органів і судин. Залежно від цього висхідні проекційні шляхи поділяються на 3 групи: екстероцептивні, пропріорецептивні та інтероцептивні провідні шляхи.

**Екстероцептивні провідні шляхи** несуть імпульси від шкірного покриву (больові, температурні, дотику і тиску) та від органів чуття (зору, слуху, смаку, нюху).

***Провідний шлях больової і температурної чутливості* *(бічний спиноталамічний шлях, tractus spinothalamicus lateralis)*** складається з трьох нейронів. Рецептори перших (чутливих) нейронів, що сприймають зазначені роздратування, розташовуються в шкірі та слизових оболонках, а тіла клітин лежать в спинномозкових вузлах. Центральні відростки в складі заднього корінця направляють у задній ріг спинного мозку і закінчуються синапсами на клітинах других нейронів. Аксони других нейронів через передню сіру спайку переходять на протилежний бік спинного мозку, входять у бічній канатик і включаються у склад бічного спинно-таламічного шляху, який йде в довгастий мозок (позаду від ядра оливи) і проходить в покрівлі моста, покрівлі середнього мозку. Аксони закінчуються, утворюючи синапси на клітинах, розташованих в задньобічному ядрі таламуса (третій нейрон). Аксони цих клітин проходять через задню ніжку внутрішньої капсули і в складі пучків волокон, що віялоподібно розходяться і утворюють *променистий вінець (corona radiata)*, йдуть до нейронів внутрішньої зернистої пластинки кори (IV шар) зацентральної звивини, де знаходиться корковий кінець аналізатора загальної чутливості. Волокна третього нейрона чутливого шляху, що з'єднує таламус із корою, утворюють *таламо-кортикальні пучки (fasciculi thalamocorticales)* – *таламотім’яні волокна (fibrae thalamoparietales)*. Бічний спинно-таламічний шлях є повністю перехрещеним (всі волокна другого нейрона переходять на протилежний бік), тому при пошкодженні однієї половини спинного мозку повністю зникають больова і температурна чутливість на протилежному боці.

***Провідний шлях дотику і тиску (передній спиноталамічний шлях, tractus spinothalamicus anterior)*** несе імпульси від шкіри до клітин кори зацентральної звивини. Тіла перших нейронів лежать в спинномозкових вузлах. Центральні відростки цих клітин у складі задніх корінців спинно-мозкових нервів направляються у задній ріг спинного мозку. Аксони нейронів спинномозкових вузлів утворюють синапси з нейронами заднього рогу спинного мозку (другі нейрони). Більшість аксонів другого нейрона також переходять на протилежний бік спинного мозку через передню спайку, входять в передній канатик і в його складі слідують вгору, до таламуса. Частина волокон другого нейрона йдуть в задньому канатику спинного мозку і в довгастому мозку приєднуються до волокон медіальної петлі. Аксони другого нейрона утворюють синапси з нейронами задньобічного ядра таламуса (третій нейрон). Відростки клітин третього нейрона проходять через задню ніжку внутрішньої капсули та у складі променистого вінця йдуть до нейронів IV шару кори зацентральної звивини. Не всі волокна, що несуть імпульси дотику і тиску, переходять на протилежну сторону в спинному мозку. Частина волокон провідного шляху дотику і тиску йде в складі заднього канатику спинного мозку (свого боку) разом з аксонами провідного шляху пропріоцептивної чутливості. У зв'язку з цим при ураженні однієї половини спинного мозку шкірне відчуття дотику і тиску на протилежній стороні не зникає повністю, як больова чутливість, а тільки знижується. Цей перехід на протилежну сторону частково відбувається в довгастому мозку.

***3. Висхідні пропріоцептивні та інтероцептивні провідні шляхи***

**Пропріоцептивні провідні шляхи** проводять імпульси від м'язів, сухожиль, суглобових капсул, зв'язок. Вони несуть інформацію про положення частин тіла в просторі, обсяг рухів. Пропріоцептивна чутливість дозволяє людині аналізувати власні складні рухи і проводити їх цілеспрямовану корекцію. Виділяють пропріорецептивні шляхи коркового напрямку і пропріорецептивні шляхи мозочкового напрямку.

***Провідний шлях пропріоцептивної чутливості коркового напрямку*** несе імпульси м'язово-суглобового чуття до кори зацентральної звивини великого мозку. Рецептори перших нейронів, що розташовані в м'язах, сухожилках, суглобових капсулах, зв'язках, сприймають сигнали про стан ОРА в цілому, стан м'язового тонусу, ступеня подразнення сухожиль і по спинномозковим нервам направляють ці сигнали до тіл перших нейронів цього шляху, які лежать в спинномозкових вузлах. Аксони перших нейронів у складі заднього корінця, не входячи в задній ріг, направляються в задній канатик, де утворюють тонкий і клиноподібний пучки. Аксони, що несуть пропріорецептивні імпульси, входять в задній канатик, починаючи з нижніх сегментів спинного мозку. Кожен наступний пучок аксонів прилягає з латерального боку до вже наявних пучків. Таким чином, зовнішні відділи заднього канатика *(клиноподібний пучок, пучок Бурдаха)* зайняті аксонами клітин, що здійснюють пропріоцептивну іннервацію верхньогрудних, шийних відділів тіла і верхніх кінцівок. Аксони, що займають внутрішню частину заднього канатика *(тонкий пучок, пучок Голля)*, проводять пропріорецептивні імпульси від нижніх кінцівок і нижньої половини тулуба.

Волокна в складі тонкого і клиновидного пучків йдуть у довгастий мозок до тонкого і клиновидного ядер, де закінчуються синапсами на тілах других нейронів. Аксони других нейронів, що виходять з цих ядер, дугоподібно вигинаються вперед і медіально і на рівні нижнього кута ромбоподібної ямки переходять на протилежний бік в міжоливному шарі довгастого мозку, утворюючи *перехрест медіальної петлі (decussatio lemniscorum medialium)*. Це *внутрішні дугоподібні волокна (fibrae arcuatae internae)*, які формують початкові відділи медіальної петлі. Потім волокна медіальної петлі проходять вгору через покришку мосту і покришку середнього мозку, де розташовуються дорсолатерально від червоного ядра. Ці волокна закінчуються в дорсолатеральному ядрі таламуса синапсами на тілах третіх нейронів. Аксони клітин таламуса направляються через задню ніжку внутрішньої капсули в складі променистого вінця в кору зацентральної звивини, де утворюють синапси з нейронами IV шару кори (внутрішньої зернистої пластинки). Інша частина волокон других нейронів *(задні зовнішні дугоподібні волокна, efibrae arcuatae externae posteriores)* після виходу з тонкого і клиновидного ядер прямують в нижню мозочкову ніжку свого боку і закінчуються синапсами в корі черв’яка. Третя частина аксонів других нейронів *(передні зовнішні дугоподібні волокна, fibrae arcuаtae extеrnae anteriores)* переходить на протилежний бік і через нижню мозочкову ніжку протилежного боку прямують до кори черв’яка. Пропріоцептивні імпульси з цих волокнах йдуть до мозочка для корекції підсвідомих рухів ОРА.

Отже, пропріоцептивні шляхи коркового напрямку контралатеральні. Аксони другого нейрона переходять на протилежну сторону не в спинному мозку, а в довгастому мозку. При пошкодженні спинного мозку на стороні виникнення пропріоцептивних імпульсів (при травмі мозкового стовбура - на протилежному боці) втрачається уявлення про стан опорно-рухового апарату, положення частин тіла в просторі, порушується координація рухів.

***Пропріорецептивні провідні шляхи мозочкового напрямку*** - передній і задній спиномозочкові провідні шляхи, які несуть в мозочок інформацію про стан опорно-рухового апарату і рухових центрів спинного мозку.

*Задній спиномозочковий провідний шлях (пучок Флексига) (tractus spinocerebellaris posterior)* несе імпульси від рецепторів, що розташовані в м'язах, сухожилках, суглобових капсулах, зв'язках у мозочок. Тіла перших нейронів (псевдоуніполярних клітин) розташовані в спинномозкових вузлах. Центральні відростки цих клітин в складі задніх корінців спинномозкових нервів направляють у задній ріг спинного мозку, де утворюють синапси з нейронами грудного ядра (стовп Кларка), що лежить в медіальній частині основи заднього рогу (другі нейрони). Аксони других нейронів проходять в задній частині бічного канатика спинного мозку свого боку, піднімаються вгору і через нижню мозочкову ніжку прямують в мозочок, де утворюють синапси з клітинами кори черв’яка мозочка (задньо-нижні відділи).

*Передній спиномозочковий провідний шлях (пучок Говерса) (tractus spinocerebellaris anterior)* також несе імпульси від рецепторів, розташованих в м'язах, сухожилках, суглобових капсулах, в мозочок. Ці імпульси по волокнах спинномозкових нервів, які є периферійними відростками псевдоуніполярних клітин спинномозкових вузлів (перші нейрони), направляються в задній ріг, де утворюють синапси з нейронами центрального ядра спинного мозку (другі нейрони). Аксони цих волокон переходять через передню сіру спайку на протилежний бік в передню частину бічного канатика спинного мозку і піднімаються вгору. На рівні перешийка ромбоподібного мозку (рівень верхнього мозкового вітрила) ці волокна утворюють другий перехрест, повертаються на свій бік і через верхню мозочкову ніжку входять в мозочок до клітин передньо-верхніх відділів кори черв’яка мозочка. Таким чином, передній спинномозочковий шлях, складний і двічі контралатеральний, повертається на той же бік, на якому виникли пропріорецептивні імпульси. Проприоцептивні імпульси, що надійшли в кору черв’яка по спиномозочковим пропріоцептивним шляхам, передаються в червоні ядра і через зубчасте ядро в кору великого мозку (в зацентральну звивину) по мозочково-таламічним і мозочково-покривним шляхам.

Можна простежити системи волокон, за якими імпульс з кори черв’яка досягає червоного ядра, півкулі мозочка і навіть верхніх відділів мозку - кори півкуль великого мозку. З кори черв’яка через коркове і кулясте ядра імпульс через верхню мозочкову ніжку прямує до червоного ядра протилежного боку (мозочково-покривний шлях). Кора черв’яка пов'язана асоціативними волокнами з корою півкулі мозочка, звідки імпульси надходять в зубчасте ядро мозочка. Таким чином, із зубчастого ядра аксони клітин через верхню мозочкову ніжку заходять в покрівлю мосту, переходять на протилежний бік і йдуть до таламуса. Переключившись в таламусі на наступний нейрон, імпульс прямує в кору великого мозку, в зацентральну звивину.

**Інтероцептивні провідні шляхи** проводять імпульси від внутрішніх органів, судин, тканин організму. Їх механо-, баро-, хеморецептори сприймають інформацію про стан гомеостазу (інтенсивність обмінних процесів, хімічний склад тканинної рідини і крові, тиску в судинах і т.п.). У кору півкуль великого мозку надходять імпульси по прямим висхідним чутливим шляхах із підкіркових центрів.

***4. Низхідні рухові провідні шляхи. Пірамідні провідні шляхи***

З кори півкуль великого мозку і підкіркових центрів (з ядер стовбура мозку) беруть початок низхідні шляхи, керуючі руховими функціями організму (довільними рухами).

**Низхідні рухові провідні шляхи** проводять імпульси до нижніх відділів ЦНС - до ядер мозкового стовбура і до рухових ядер передніх рогів спинного мозку. Ці шляхи поділяються на пірамідні та екстрапірамідні. Пірамідні провідні шляхи через підконтрольні свідомості рухові ядра головного та спинного мозку несуть імпульси з кори великого мозку до скелетних м'язів голови, шиї, тулуба, кінцівок. Екстрапірамідні провідні шляхи несуть імпульси від підкіркових центрів і різних відділів кори також до рухових та інших ядер черепних і спинномозкових нервів.

Головний **руховий,** або **пірамідний, провідний шлях** представляє собою систему нервових волокон, за якими довільні рухові імпульси від пірамідної форми невроцітів (пірамідних клітин Беца), розташованих в корі передцентральної звивини (V шар), направляються до рухових ядер черепних нервів і до передніх рогів спинного мозку, а від них до скелетних м'язів. Залежно від напрямку і розташування волокон пірамідний шлях ділиться на корково-ядерний шлях, що йде до ядер черепних нервів, і корково-спинномозковий шлях. В останньому виділяють латеральний і передній корково-спинномозкові (пірамідні) провідні шляхи, що йдуть до ядер передніх рогів спинного мозку.

***Корково-ядерний провідний шлях (tractus corticonuclearis)*** являє собою пучок аксонів гігантопірамідних клітин, що залягають в нижній третині передцентральної звивини. Аксони цих клітин (перший нейрон) проходять через коліно внутрішньої капсули, основу ніжки мозку. Потім волокна корково-ядерного шляху переходять на протилежну сторону до рухових ядер черепних нервів: III і IV - в середньому мозку; V, VI, VII - в мосту; IX, X, XI і XII - в довгастому мозку, де і закінчуються синапсами на їх нейронах (другі нейрони). Аксони рухових нейронів ядер черепних нервів виходять з головного мозку в складі відповідних черепних нервів і направляються до скелетних м'язів голови і шиї. Вони здійснюють управління усвідомленими рухами м'язів голови і шиї.

***Латеральний і передній корково-спинномозкові (пірамідні) провідні шляхи (tractus corticospinales (pyramidales) anterior et lateralis)*** керують свідомими рухами м'язів тулуба і кінцівок. Вони починаються від нейронів пірамідної форми (клітин Беца), розташованих в V шарі кори середньої і верхньої третини передцентральної звивини (перші нейрони). Аксони цих клітин прямують до внутрішньої капсулі, проходять через передню частину її задньої ніжки, позаду волокон корково-ядерного шляху. Потім волокна через основу ніжки мозку (збоку від волокон корково-ядерного шляху) переходять через міст в піраміду довгастого мозку. На межі довгастого мозку зі спинним частина волокон пірамідного шляху переходить на протилежний бік. Потім волокна тривають в бічному канатику спинного мозку (бічний корково-спинномозковий шлях) і поступово закінчуються в передніх рогах спинного мозку синапсами на клітинах рухових ядер передніх рогів (другий нейрон). Волокна корково-спинномозкового шляху після переходу на протилежний бік йдуть вниз у складі переднього канатика спинного мозку, утворюючи передній корково-спинномозковий шлях. Ці волокна посегментно переходять на протилежний бік через білу спайку спинного мозку і закінчуються синапсами на рухових невроцитах переднього рогу протилежного боку спинного мозку (другі нейрони). Аксони клітин передніх рогів виходять зі спинного мозку в складі передніх корінців і, будучи частиною спинномозкових нервів, іннервують скелетні м'язи. Отже, все пірамідні провідні шляхи є перехрещеними, тому при однобічному пошкодженні спинного або головного мозку розвивається параліч м'язів протилежного боку, які іннервуються з сегментів, розташованих нижче зони пошкодження.

***5. Екстрапірамідні провідні шляхи***

**Екстрапірамідні провідні шляхи** мають зв'язку з ядрами стовбура мозку і з корою півкуль великого мозку, яка управляє екстрапірамідною системою. Вплив кори великого мозку здійснюється через мозочок, червоні ядра, ретикулярну формацію, пов'язану з таламуса і смугастим тілом, через вестибулярні ядра. Однією з функцій червоних ядер є підтримка м'язового тонусу, необхідного для мимовільного утримання тіла в рівновазі. Червоні ядра, в свою чергу, отримують імпульси з кори півкуль великого мозку, з мозочка. Від червоного ядра нервові імпульси прямують до рухових ядер передніх рогів спинного мозку (червоноядерно-спинномозковий шлях).

***Червоноядерно-спинномозковий шлях (tractus rubrospinalis)*** підтримує тонус скелетних м'язів і управляє автоматичними звичними рухами. Перші нейрони цього шляху залягають в червоному ядрі середнього мозку. Їх аксони переходять на протилежну сторону в середньому мозку (перехрест Фореля), проходять через покривлю ніжок мозку, покрівлю мосту і довгастий мозок. Далі аксони йдуть в складі бічного канатика спинного мозку протилежного боку. Волокна червоноядерно-спинномозкового шляху утворюють синапси з руховими нейронами ядер передніх рогів спинного мозку (другі нейрони). Аксони цих клітин беруть участь у формуванні передніх корінців спинномозкових нервів.

***Присінково-спинномозковий провідний шлях (tractus vestibulospinalis,*** або ***пучок Левенталя)***, підтримує рівновагу тіла і голови в просторі, забезпечує реакції тіла при порушенні рівноваги. Перші нейрони шляху залягають в латеральному ядрі (Дейтерса) і нижньому вестибулярному ядрі довгастого мозку і моста. Ці ядра пов'язані з мозочком і заднім поздовжнім пучком. Аксони нейронів вестибулярних ядер проходять в довгастому мозку, потім в складі переднього канатика спинного мозку на межі з бічним канатиком (свого боку). Волокна цього шляху утворюють синапси з руховими нейронами ядер передніх рогів спинного мозку (другі нейрони), аксони яких беруть участь у формуванні передніх (рухових) корінців спинномозкових нервів. *Задній поздовжній пучок (fasciculus longitudinalis posterior)*, в свою чергу, пов'язаний з ядрами черепних нервів. Це забезпечує збереження положення очного яблука при рухах голови і шиї.

***Ретикуло-спинномозковий шлях (tractus reticulospinalis)*** підтримує тонус скелетних м'язів, регулює стан спинномозкових вегетативних центрів. Перші нейрони цього шляху залягають в ретикулярній формації стовбура мозку (проміжне ядро Кахаля, ядро епіталамічної спайки Даркшевича та ін.). Аксони нейронів цих ядер проходять через середній мозок, міст, довгастий мозок. Аксони нейронів проміжного ядра (Кахаля) не перехрещуються, вони проходять в складі переднього канатика спинного мозку свого боку. Аксони клітин ядра епіталамічної спайки (Даршкевича) проходять на протилежний бік через епіталамічну (задню) спайку і йдуть у складі переднього канатика протилежного боку. Волокна утворюють синапси з руховими нейронами ядер передніх рогів спинного мозку (другі нейрони). Їх аксони беруть участь у формуванні передніх (рухових) корінців спинномозкових нервів.

***Покривно-спинальний шлях (tractus tectospinalis)*** здійснює зв'язки чотирьохгорбкової пластинки зі спинним мозком, передає вплив підкіркових центрів зору і слуху на тонус скелетної мускулатури, бере участь у формуванні захисних рефлексів. Перші нейрони лежать в ядрах верхніх і нижніх горбків чотирьохгорбкової пластинки середнього мозку. Аксони цих клітин проходять через міст, довгастий мозок, переходять на протилежний бік під водопроводом мозку, утворюючи мейнертовський перехрест. Далі нервові волокна проходять у складі переднього канатика спинного мозку протилежного боку. Волокна утворюють синапси з руховими нейронами ядер передніх рогів спинного мозку (другі нейрони). Їх аксони беруть участь у формуванні передніх (рухових) корінців спинномозкових нервів.

***Корково-мозочковий провідний шлях (tractus corticocerebellaris)*** здійснює управління функціями мозочка, який бере участь в координації рухів голови, тулуба і кінцівок. Перші нейрони цього шляху залягають в корі лобової, скроневої, тім'яної і потиличної часток великого мозку. Аксони нейронів лобової частки (лобно-мостові волокна - пучок Арнольда) йдуть у внутрішню капсулу і проходять через її передню ніжку. Аксони нейронів скроневої, тім'яної і потиличної часток (тім'яно-скронево-потилично-мостові волокна - пучок Тюрка) проходять в складі променистого вінця, потім через задню ніжку внутрішньої капсули. Всі волокна слідують через основу ніжки мозку в міст, де закінчуються синапсами на нейронах власних ядер мосту свого боку (другі нейрони). Аксони цих клітин переходять на протилежну сторону у вигляді поперечних волокон мосту, потім в складі середньої мозочкової ніжки йдуть в півкулі мозочка протилежної сторони.

Таким чином, провідні шляхи головного і спинного мозку встановлюють зв'язок між аферентними і еферентними (ефекторними) центрами, замикають складні рефлекторні дуги в тілі людини. Одні рефлекторні шляхи замикаються на ядрах, що лежать в мозковому стовбурі та забезпечують функції з певним автоматизмом, без участі свідомості, хоча і під контролем півкуль великого мозку. Інші рефлекторні шляхи замикаються за участю функцій кори півкуль великого мозку, вищих відділів центральної нервової системи і забезпечують довільні дії органів апарату руху.

***6. Оболонки спинного і головного мозку***

Спинний і головний мозок покриті трьома оболонками: зовнішня - тверда оболонка мозку; середня - павутинна; внутрішня - м'яка оболонка мозку. Оболонки головного мозку в області великого потиличного отвору тривають в однойменні оболонки спинного мозку.

Безпосередньо до зовнішньої поверхні головного і спинного мозку прилягає **м'яка оболонка (pia mater)**, тонка, утворена рихлою сполучною тканиною, багатою тонкими еластичними і колагеновими волокнами та кровоносними судинами. Від цієї оболонки відходять сполучнотканинні волокна, які разом з кровоносними судинами проникають у речовину мозку. М'яка мозкова оболонка містить один або кілька шарів фібробластів, які щільно прилягають до тканини мозку. Безпосередньо до фібробластів м'якої оболонки прилягає базальна мембрана, за якою слідує поверхнева межова мембрана, що утворена ніжками відростків астроцитів. У периваскулярних зонах зустрічаються макрофаги, прилеглі до базальної мембрані.

Назовні від м'якої оболонки розташовується **павутинна оболонка (arachnoidea mater)**, утворена тонким шаром пухкої волокнистої сполучної тканини. У павутинній оболонці виділяють клітинну мембрану і перекладини (трабекули). Клітинна мембрана містить 5-8 шарів сплощених фібробластів, які тісно прилягають один до одного. Міжклітинні контакти герметизують субарахноїдальний простір, перешкоджаючи просочуванню спинномозкової рідини в субдуральний простір. Павутинна оболонка не проникає в щілини і борозни мозку. Павутинна і м'яка мозкові оболонки пов'язані між собою тривимірною мережею сполучнотканинних перекладин, утворених тонкими колагеновими і еластичними волокнами, між якими залягають відросчасті фібробласти, що пов'язані між собою за допомогою десмосом.

Між речовиною мозку, покритою м'якою оболонкою, і павутинною оболонкою знаходиться ***підпавутинний (субарахноїдальний) простір (spatium subarachnoideum)***, заповнений спинномозковою рідиною. У субарахноїдальному просторі між трабекулами проходять кровоносні судини, покриті ретикулярними волокнами. Судини, оточені сполучнотканинними волокнами, проникають в тканину мозку. У міру зменшення калібру судин навколишній шар волокон стоншується. Капіляри повністю позбавлені цього покриття, вони відокремлені від тканини мозку внутрішньою гліальною мембраною. Периваскулярний простір, що оточує більш великі судини і містить спинномозкову рідину, сполучається з підпавутинним простором. Догори підпавутинний простір триває в однойменний простір головного мозку.

Над великими щілинами і борознами головного мозку підпавутинний простір широкий, утворює так звані цистерни. Найбільш велика з них - *мозочково-мозкова цистерна (cisterna cerebellomedullaris)*, що лежить між мозочком і довгастим мозком. *Цистерна латеральної ямки великого мозку (cisterna fossae lateralis cerebri)* знаходиться в області однойменної щілини, відповідає переднім відділам латеральної борозни півкулі великого мозку. *Цистерна перехреста (cistierna chiasmiatis)* розташована на основі головного мозку, попереду від зорового перехресту. *Міжніжкова цистерна (cisterna interpedunculiaris)* знаходиться між ніжками мозку, донизу (наперед) від задньої пронизаної речовини. Підпавутинний простір головного та спинного мозку сполучаються між собою в місці переходу спинного мозку в головний.

Від м'якої оболонки, що покриває бічні поверхні спинного мозку, між передніми і задніми корінцями, вправо і вліво до павутинної оболонки відходить тонка міцна *зубчаста зв'язка (ligamientum denticuliatum)*. Зв'язка починається у вигляді суцільної пластинки від м'якої мозкової оболонки. У латеральному напрямку зв'язка розділяється на 20-30 зубців, які зростаються не тільки з павутинною, але й з твердою оболонкою спинного мозку. Верхній зубець зв'язки знаходиться на рівні великого потиличного отвору, нижній - між корінцями 12-го грудного і 1-го поперекового спинномозкових нервів. Таким чином, спинний мозок виявляється підвішеним в субарахноїдальному просторі за допомогою фронтально розташованої праворуч і ліворуч зубчастої зв'язки. На задній поверхні спинного мозку, вздовж задньої серединної борозни від м'якої оболонки до павутинної йде сагітально розташована перетинка. Крім зубчастих зв'язок і задньої перетинки, в підпавутинному просторі є непостійні тонкі пучки сполучнотканинних волокон (нитки), що з'єднують м'яку і павутину оболонки спинного мозку.

У поперековому і крижовому відділах хребетного каналу, де розташований пучок корінців спинномозкових нервів *(кінський хвіст, cauda equiina)*, зубчаста зв'язка і задня підпавутинна перетинка відсутні. Жирова тканина і венозні сплетення епідурального простору, оболонки спинного мозку, спинномозкова рідина і зв'язковий апарат не обтяжують спинний мозок при рухах хребта. Вони також захищають спинний мозок від поштовхів і струсів, що виникають при рухах тіла людини.

У підпавутинний простір відтікає спинномозкова рідина, що утворюється в шлуночках головного мозку їх судинними сплетеннями. З бічних шлуночків через правий і лівий міжшлуночкові отвори спинномозкова рідина надходить в III шлуночок, а з нього через водопровід мозку спинномозкова рідина тече в IV шлуночок, а потім через непарний отвір в задній стінці та парну латеральну апертуру - в мозочково-мозкову цистерну.

У бічних, III і IV шлуночках мозку судинні сплетення сформовані пухкою сполучною тканиною, що утворює безліч відростків, кожен з яких містить артеріолу та її капілярну мережу. Капілярні петлі, звиваючись, формують численні ворсинки. На вільній поверхні епітеліоцитів, зверненій в просвіт шлуночків, є безліч довгих мікроворсинок. Ендотеліоцити капілярів фенестрованого типу. Спинномозкова рідина утворюється з плазми крові, що фільтрується через стінки кровоносних капілярів і через епітеліоцити. Рідина захищає тканину мозку. Виведення спинномозкової рідини з підпавутинного простору здійснюється через *грануляції павутинної оболонки (granulationes arachnoideae)*, проникаючі в просвіт сагітального синуса твердої оболонки головного мозку. Порожнина грануляції, що містить спинномозкову рідину, відокремлена від крові синуса тонкою павутинною оболонкою.

Гідростатичний тиск в кровоносних капілярах ворсинок судинних сплетінь підвищений, що полегшує утворення рідини, а у венозних синусах, де знаходяться грануляції павутинної оболонки, гідростатичний і онкотичний тиск знижений. Це спричинює відтік рідини з грануляцій у венозні синуси. Крім того, спинномозкова рідина відтікає в кровоносні і лімфатичні капіляри у місцях виходу корінців черепних і спинномозкових нервів з порожнини черепа і хребетного каналу. Завдяки цьому механізму спинномозкова рідина постійно утворюється і всмоктується в кров з однаковою швидкістю.

Між кров'ю і тканиною мозку існує гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ), який представляє собою механізм, за допомогою якого кров не змішується з рідкими тканинами, що оточують клітини мозку. Гематоенцефалічний бар'єр є напівпроникною мембраною, що забезпечує проходження через нього рідин і затримує тверді частинки і великі молекули, токсини, ліки, не пропускаючи їх з крові в головний мозок. Бар'єр складається з ендотелію капілярів, що лежить на щільному базальному шарі. Клітини з'єднані між собою щільними контактами (замикаючими зонами), за якими лежить периваскулярна погранична мембрана. Перикапіллярні простору в ГЕБ відсутні.

Назовні від павутинної оболонки знаходиться **тверда оболонка мозку (diura miater)**, яка утворена щільною волокнистою сполучною тканиною і відрізняється міцністю. У хребетному каналі ***тверда оболонка спинного мозку (dura miater spinialis)*** являє собою видовжений мішок і містить спинний мозок з корінцями спинномозкових нервів, спинномозковими вузлами та іншими оболонками. Зовнішня поверхня твердої оболонки спинного мозку відділена від окістя, що вистилає зсередини хребетний канал ***епідуральним простором (cavum epidurale)***, заповненим жировою клітковиною і венозним сплетінням. У хребетному каналі тверда оболонка укріплена за допомогою відростків, що продовжуються в периневральні оболонки спинномозкових нервів і зростаються з окістям у кожному міжхребцевому отворі.

Від павутинної оболонки спинного мозку тверда оболонка відділена ***субдуральним простором (spatium subdurale)***. Вгорі субдуральний простір спинного мозку вільно сполучається з аналогічним простором в порожнині черепа, внизу він сліпо закінчується на рівні II крижового хребця.

Тверда оболонка спинного мозку міцно зростається з краями великого (потиличного) отвору і вгорі переходить в ***тверду оболонку головного мозку (dura mater encephali)***. Тверда оболонка головного мозку зростається з окістям внутрішньої поверхні кісток основи мозкового черепа. Особливо міцне зрощення є в зонах з'єднання кісток між собою і виходу черепних нервів з порожнини черепа. У цих місцях тверда оболонка оточує нерви, утворюючи їх піхви. З кістками склепіння черепа тверда оболонка зв'язана не міцно. Поверхня твердої оболонки, що звернена в бік головного мозку, гладка, між нею і павутинною оболонкою у субдуральному просторі є невелика кількість рідини. Тверда оболонка головного мозку складається із зовнішньої і внутрішньої пластинок. Зовнішня пластинка утворена щільно упакованими пучками колагенових волокон, які не мають чіткої орієнтації. Між волокнами розташовуються фібробласти і проходять кровоносні судини, а також чутливі та вегетативні нервові волокна. Тонка внутрішня пластинка також сформована щільною волокнистою сполучною тканиною. Зсередини тверда оболонка вистелена шаром плоских епітеліоподібних клітин.

У деяких ділянках тверда оболонка головного мозку глибоко вдається у вигляді відростків у щілини, що відокремлюють частини мозку одна від одної (серп великого мозку, намет мозочка та ін.). У місцях відходження відростків і в зонах прикріплення оболонки до кісток внутрішньої основи черепа оболонка розщеплюється, утворюючи канали трикутної форми, вистелені ендотелієм, - це ***синуси твердої мозкової оболонки (sinus durae matris)***. Листки, що утворюють стінки синусів, туго натягнуті та не спадаються. В синуси, позбавлені клапанів, з мозку по венах відтікає венозна кров, яка надходить потім у внутрішні яремні вени.

***Серп великого мозку (falx cerebri)***, розташований в сагітальній площині, є найбільшим відростком, який проникає в поздовжню щілину великого мозку, не досягаючи мозолистого тіла. Серп відокремлює півкулі великого мозку одна від одної. В основі серпа великого мозку є розщеплення листків твердої мозкової оболонки - *верхній сагітальний синус (sinus sagittalis superior)*. Спереду серп великого мозку зрощений з півнячим гребенем решітчастої кістки, на рівні внутрішнього потиличного виступу - з наметом мозочка. По лінії їх зрощення в розщепленні твердої оболонки головного мозку знаходиться *прямий синус (sinus rectus)*.

***Намет мозочка (tentorium cerebelli)*** вдається в поперечну щілину мозку і відокремлює потиличні частки півкуль великого мозку від мозочка. Намет мозочка прикріплюється до верхнього краю скроневих кісток і до потиличної кістки по краях борозни поперечного синуса. Нерівний передній край намету мозочка має *вирізку намету (incisura tentorii)*, до якої спереду прилягає стовбур мозку. Бічні краї намету мозочка зрощені з верхніми краями пірамід скроневих кісток. Ззаду, там, де намет мозочка переходить в тверду оболонку головного мозку, що вистилає зсередини потиличну кістку, тверда оболонка утворює *поперечний синус (sinus transversus)*. Над гіпофізарною ямкою натягнута *діафрагма сідла (diaphragma sellae)*, яка відділяє гіпофізарну ямку разом з гіпофізом від порожнини черепа. ***Серп мозочка (fax cerebelli)*** розділяє його півкулі, він розташований в сагітальній площині і ззаду прикріплюється до внутрішнього потиличного гребеня, де утворює *потиличний синус (sinus occipitalis)*. Передній край серпа вільний.

*Верхній сагітальний синус (sinus sagittalis superior)*, непарний, проходить уздовж усього верхнього краю серпа великого мозку від півнячого гребеня решітчастої кістки до внутрішнього потиличного виступу, де впадає в поперечний синус. Праворуч і ліворуч від верхнього сагітального синуса розташовуються невеликі, сполучені з ним бічні лакуни, в які впадають вени твердої оболонки головного мозку, вени мозку і диплоічні вени. *Нижній сагітальний синус (sinus sagittalis inferior)*, непарний, знаходиться на нижньому краї серпа великого мозку, ззаду він впадає в прямий синус. *Прямий синус (sinus rectus)* непарний, розташований на місці з'єднання серпа великого мозку і намету мозочка. Він з'єднує нижній і верхній сагітальні синуси і впадає в поперечний синус. *Потиличний синус (sinus occipitalis)*, непарний, лежить в основі серпа мозочка по ходу внутрішнього потиличного гребеня. У заднього краю великого потиличного отвору потиличний синус розділяється на дві гілки, кожна з яких впадає в сигмоподібний синус відповідного боку. Верхній кінець потиличного синуса сполучається з поперечним синусом. *Поперечний синус (sinus tarnsversus)* непарний, залягає в основі намету мозочка. У нього впадають верхній сагітальний, потиличний і прямий синуси - це *синусний стік (confluens sinuum)*, розташований в області внутрішнього потиличного виступу. Поперечний синус вправо і вліво триває в сигмоподібний синус свого боку. *Сигмоподібний синус (sinus sigmоideus)*, парний, розташований в однойменній борозні скроневої кістки, в області яремного отвору він переходить у внутрішню яремну вену. *Печеристий синус (sinus cavernosus)*, парний, розташований по боках від турецького сідла. Через цей синус проходять внутрішня сонна артерія, відвідний, окоруховий і блоковий нерви і очний нерв (з трійчастого нерва). Обидва печеристих синуса з'єднуються між собою переднім і заднім *міжпечеристими синусами (sinus intercavernosi)*. Через *верхній і нижній кам'янисті синуси (sinus petrosus superior et sinus petrosus inferior)*, що лежать уздовж однойменних країв піраміди скроневої кістки, печеристі синуси з'єднуються (відповідно) з поперечним і сигмоподібним синусами. *Клиноподібно-тім'яний синус (sinus sphenoparietalis)*, парний, проходить уздовж вільного заднього краю малого крила клиноподібної кістки і впадає в печеристий синус.

Синуси твердої оболонки головного мозку анастомозують з зовнішніми венами голови через *емісарні вени (venae emissariae),* а також з *диплоічними венами (venae diploicae)*, розташованими в губчастій речовині кісток склепіння черепа і впадають у поверхневі вени голови. Таким чином, венозна кров від головного мозку відтікає по системам його поверхневих і глибоких вен в синуси твердої оболонки головного мозку і далі у внутрішню яремну вену. Крім цього, по анастомозам і венозних сплетенням (хребетні, базилярні, підпотичне, крилоподібні і ін.) венозна кров від головного мозку може відтікати у поверхневі вени голови і шиї.