Львівський державний університет фізичної культури
ім. Івана Боберського
Кафедра анатомії та фізіології
"Фізіологія людини "

Лекція № 3

Тема лекції: ЗАГАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.

План лекції:

1. Вступ.
2. Основні функції ЦНС. Методи дослідження.
3. Нейрон, його функції, механізм взаємодії нейронів (структура синапса, хімічні медіатори).
4. Рефлекс. Рефлекторна дуга.
5. Основні властивості нервових центрів.
6. Види гальмування в ЦНС. Загальні принципи координації діяльності ЦНС.
7. Основні рефлекторні центри спинного мозку.
8. Рефлекторна і провідникова функції спинного мозку.
9. Висновок.

Лекція розрахована на 2 академічні години.

Навчальні та виховні цілі; розглянути основні функції ЦНС, будову та методи дослідження; сформувати поняття про нейрон як структурно-функціональну одиницю ЦНС; пояснити властивості нервових центрів, види гальмування, рефлекс й рефлекторна дуга, загальні принципи координаційної діяльності ЦНС.

Матеріальне забезпечення: таблиці, слайди, мультимедійна презентація.

Склав: доц. Кулітка Е.Ф.
Затверджена на засіданні
кафедри анатомії та фізіології
"27_" __серпня_ 2025 р.
протокол № _1__

Львів - 2025

1. ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ЦНС І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Нервова система поділяється на центральну і периферичну. До центральної частини відноситься спинний і головний мозок, до периферичної - черепні та спинномозкові нерви. Тіла нейронів переважно розташовані у вигляді скупчень або групи, які називаються в центральній нервовій системі ядрами, а периферичній - гангліями.

Виникнення і розвиток ЦНС відбулося завдяки здатності органів самостійно працювати, що привело до необхідності спеціального апарату управляти їми. також формування спеціалізованих органів відчуття, що привело до підвищення нервової системи. В процесі еволюції виявилося дві головні тенденції в розвитку ЦНС: перша - диференціювання спеціалізованих нервових клітин, друга - концентрація клітинних елементів в певних відділах тіла.

Найбільш стародавні і наймен складноорганізаційні відділи ЦНС маючи найбільш сегменторну будову. Це спинний, довгастий і середній мозок. Відділи, які розвивалися пізніше - проміжний мозок, мозочок, кора великих півкуль є надсегментарними. Вони не мають безпосереднього зв'язку з органами тіла, а керують їх діяльністю через сегменторні центри. надсегменторні відділи грають важливу роль в регуляції організму. Вони не тільки регулюють нижні структури, але і залишають їм елементарні рефлекси. В нервовій системі ссавців розрізняють два головних відділи: специфічний і неспецифічний.

До специфічного відділу ідносяться всі шляхи і нервові центри, які проводять аферентну імпульсацію від рецепторів тіла і еферентну до робочих органів. Неспецифічний відділ займає середню частину головного мозку, він приймає участь в спринятті аферентних сигналів і формування відповідей, по не зв'язаний з аналізом рефлекторної діяльності. Специфічний відділ грає роль в процесах об'єднання функцій в організмі.

Похарактеру розташування нейронів і їх великій кількості зв'язків (одна клітина може взаємодіяти з 3000 ін. нейронів). Неспецифічний відділ головного мозку отримав назву ретикулярної формації або ситевидне утворення.

Основні функції ЦНС:

Об’єднання і регуляція всіх фізіологічних процесів організму, його органів, тканин і клітин.

Забезпечення взаємодії організму з зовнішнім середовищем.

Формування цілеспямованої поведінки (за рахунок кори великих півкуль - психічна діяльність - пам’ять, мислення, свідомість та ін.).

Ці функції нерозривні і направлені на оптимальне пристосування діяльності організму до умов зовнішнього середовища.

Методи дослідження:

Метод подразнення (посилює діяльність).

Метод видалння (екстирпації) частин мозку.

Електрофізіологічний метод -реєстрація електричних явищ в ЦНС.

2. НЕЙРОН, ФУНКЦІЇ, МЕХАНІЗМ ВЗАЄМОДІЇ.

Структурною одниицею ЦНС є нейрон.

Складається нейрон із соми (трофічна), або соми, коротких відростків - дендритів і довгого відростка - аксона. Довжина останнього у людини може досягати 1 м.

Функції:

- сприйняття подразнення (рецепторна функція);
- їх переробка (інтегральна функція);
- передача нервових імпульсів на інші нейрони або робочі органи (ефекторна функція).

Нейрони розділяють на 3 основні типа:

* аферентні;
* еферентні;
* проміжні.

В нейроні велика швидкість обміну речовин і домінування аеробних процесів (в стані спокою поглинає біля 46 мл/хв кисню. Енерготрати мозку складають 1/6 - 1/8 добових затрат організму. Основним джерелом енергії для мозкової тканини є глюкоза 115 г на добу.

Кров тече через мозок в 5-7 разів швидше ніж через м’язи, які знаходяться в спокою.

Мозкова тканина багата на кровоносні судини.

В процесі живлення нервових клітин і обміні речовин приймають участь клітини глії, які знаходяться навколо нейронів.

Передача збудження в ЦНС здійснюється за допомогою синапсів. Синапс має вигляд цибулини, складається з пресинаптичної мембрани, синаптичної щілини і постсинаптичної мембрани. У синаптичних гудзиках знаходяться міхурці (везікули), наповнені хімічною речовиною - медіатором. Залежно від місця контакту аксона з частинами нервової клітини розрізняють аксосоматичні, аксодендритні, аксоаксональні, дендродендритні. Медіатори - ацетилхолін, норадреналін, γ-аміномасляна кислота, кантехоламіни, серетонін.

передача збудження в синапсах відбувається таким чином: збудження, яке проходить по нервовому закінченню до синапса, викликає зміни прониклості пресинаптичної мембрани. В результаті цих змін везікули лопаються, а медіатор, що знаходиться в них виходить у синаптичну щілину і внаслідок дифузії переміщається до постсинаптичної мембрани. Досягнувши постсинаптичної мембрани, медіатор взаємодіє з її структурними елементами - білково-ліпідними комплексами, чутливими до дії медіатори. Наслідком цієї взаємодії є зміни проникності постсинаптичної мембрани для іонів, деполяризація її і виникнення так званого збуджуючого постсинаптичного потенціалу (ЗПСП). Тільки внаслідок сумарної дії медіатора, який виділяється кілька разів підряд, збуджуючий пост. потен. досягає величини, здатних деполяризувати клітину у критичного рівня і випущених потен. дії.

3. РЕФЛЕКС.

РЕФЛЕКТОРНА ДУГА.

Основною формою діяльності нервової системи є рефлекс.

Рефлекс це здатність організму відповідати на зміну зовнішнього або внутрішнього середовища за участю ЦНС.

Поняття рефлексу, як основного акту нервової діяльності було введено в фізіологію Декартон (XVII ст.). Він вивчав відповіді на подразнення і описав рефлекторний акт. Сам термін “рефлекс” з’явився в кінці XVIII ст. і належить чешському вченому Прохаске.

І.М.Сеченов (1863) вперше в роботі “Рефлекс головного мозку” зауважив, що діяльність головного мозку здійснюється по принципу рефлексу.

Ідеї Сеченова експериментально були підтверджені І.Б.Павловим. Павлов вивчав рефлекторну діяльність нормальної, здорової тварини, вивчав рефлекторні акти цілого організму. Це дало йому можливість доказати, що рефлекс є основним механізмом пристосування організму до змін умов існування.

І.П.Павлов в своїх роботах виділив три принципи рефлекторної теорії:

1) всі реакції організму мають свою причину - принцип причинності;
2) принцип аналіза і синтеза. В ЦНС здійснюються аналіз всіх подразнень, які діють на організм;

3) принцип структурності. Кожний нервовий процес, кожний рефлекс здійснюється в певних відділах мозку. Всі прояви нервової діяльності і вислови основані на роботі - мозку. Людське мислення, свідомість засновані на діяльності мозку. Роботи Павлова науково підтверджують матеріалістичне рішення основного питання філософії о первинності і вторинності свідомості, як продукту матерії.

Для прояву любої рефлекторної реакції необхідно наявність подразників і сукпність утворень, тобто - рефлекторні дуги.

Рефлекторна дуга - шлях від рецепторів до ефектора. Вона складається з 5 ланок: рецептор, аферентний нервовий шлях, рефлекторний центр, еферентний шлях, ефектор.

нервові центри і ефектори мають двобічний нервовий зв’язок. Ефектори не тільки отримають команду від ЦНС, але і посилають до неї доцентрові імпульси, які сигналізують про характер відповіді робочого органа. Завдяки зворотному зв’язку контролюється точність виконання команди. Таким чином, класичне уявлення про рефлектону дугу, як про незамкненне коло

передивляється. Сучасна наука розглядає рефлекторну дугу, як замкнене утворення - у вигляді кола з зворотнім зв'язком - зворотня аферентація.

Рефлкторні дуги можуть бути простими (моносинаптичними і полісинаптичними) і складними. Проста рефлекторна дуга складається з двох нейронів - аферентного і еферентного, між якими є один синапс. Прикладом є рефлекторна дуга - сухожильних рефлексів (колінний рефлекс, ахилов рефлекс).

Рефлекторні дуги більшості рефлексів вимагають на два, а більшу кількість нейронів: аферентний, один або декілька проміжних і еферентний. Такі рефлекторні дуги називають складними полісинаптичними. Рефлекси класифікуються по ряду ознак:

1) по біологічним ознакам (харчові, захісні);
2) в залежності від рецепторів, які подразнюються: естерорецептивні і пропріоцептивні;
3) по характеру відповіді: моторні, секреторні, судинорухові.

Всі рефлекси організму поділяються на дві групи: безумовні і умовні.

4. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВИХ ЦЕНТРІВ.

Всі основні форми діяльності нервової системи обумовлені участю певних груп нервових клітин - НЦ. Нервовим центром називають сукупність нервових клітин, необхідних для здійснення певної функції.

НЦ - поняття фізіологічне, а не анатомічне. В НЦ входять нейрони, розташовані в різних відділах ЦНС.

<u>Властивості НЦ</u>:

1. одностороннє проведення збудження - у ЦНС збудження проводиться в одному напрямку від рецепторного нейрона через проміжний до ефекторного або з аксона на дендрит. В основі цієї властивості лежать особливості морфологічного зв'язку між нейронами, а саме: медіатор, що здійснює передачу збудження, виділяється тільки пресинаптичними закінченнями.
2. Затримка проведення збудження.

Збуджння в ЦНС розповсяджується значно повільніше, ніж по нервових волокнах. Це пояснюється тим, що для здійснення процесів, пов'язаних з виділенням медіатора в синапсі, дифузією його через синаптичну щілину, виникненням збуджуючого постсинаптичного потенціалу і переходом його в потенціал дії, потрібно 1,5-2 мс. Наявністю більш синапсів.

3. Сумаія збудження - сумація збудження проявляється у складанні ефектів дії подразників. Ще І.М.Сеченовим (1863) було виявлено, що поодинокі слабкі підпорогові подразнення не викликають рефлексу, а кілька таких подразнень, коли вони подаються оди за одним з певною частотою, викликають рефлекс.
4. Трансформація ритму збудження - нервові центри здатні змінювати частоту імпульсів, яка приходить до них від рецепторів. На велику частоту подразнень НЦ може відповідати рідким ритмом імпульсів і, навпаки, на поодинокі подразнення - більш частими імпульсами. Причиною зміни ритму високої частоти є те, що синапси можуть пропускати лише імпульси такої частоти, яка не перевищує рівня його стабільності, зумовленої процесами передачі збудження в них.
5. Післядія. Збудження в ЦНС не завжди припиняється після закінчення дії подразника. Рефлекторна діяльність може продовжуватись ще деякий проміжок часу і після припинення подразнення. Короткочасна післядія пов'язана з тривалою слідовою деюляризацією, яка викликає потенціали дії і таким чином підтримає рефлекторну реакцію. Тривала рефлекторна післядія зумовлена циркуляцією імпульсів по нейронних сітках нервового центру.
6. Полегшення - в природних умовах нейрони генерують не поодинокі імпульси, а залпи імпульсі певної частоти. Дослідами встановили, що при ритмічному подразненні НЦ кожний наступний імпульс викликає більшу рефлекторну реакцію. Його виникнення пояснюється тим, що при ритмічному подразненні близько пресинаптичної мембрани скупчуються міхурці з медіатором, внаслідок цього нові імпульси приводять до виділення більшої кількості медіатора в синаптичну щілину і швидкого досягнення критичного рівня деполяризації.

7. Ритмічна активність нервових центрів.

В більшості нервових клітин збудника виникає тільки при дії стимулів, що надходять до аферентних шляхів. Але існують нейрони, в яких збудження виникає без нанесення подразнення. Ці нейрони проявляють фонову або так звану спонтанну активність. Причиною фонової активності вважають самовільне виділення медіатора нервовими закінченнями і постійну циркуляцію імпульсів по кільцевих зв'язках між нейронами.

8. Стомлюваність нервових центрів.

При тривалому або сильному подразненні аферентних нервових волокон спостерігається зменшення частоти імпульсів, що надходять до робочих органів. Внаслідок цього рефлекторна відповідь зменшується або припиняється повністю. У нервових центрах розвивається стомлення. Причиною може бути зменшення запасів медіатора в процесі роботи нейрона і, отже, порушення передачі збудження. Крім того, при тривалих ритмічних збудженнях зменшується чутливість холінергічних рецепторів постсинаптичної мембрани (десенсибілізація).

5. ВИДИ ГАЛЬМУВАННЯ В ЦНС, КООРДИНАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЦНС.

Гальмування - це особливий процес, який проявляється в зникненні збудження.

Гальмування - місцевий процес, який охоплює лише окрем. нейрони.

Вперше гальмування спостерігали при вивченні впливу блукаючого нерва серця. Початок вивчення гальмування в 1863р. Сеченовим І.М. Значення гальмування описано І.М.Сеченовим в роботі "Рефлекси головного мозку"При опусканні кінцівки жаби в кислоту і одночасному подразненні деяких частин головного мозку (зорові горби -NaCl), Сеченов спостерігав затримку і навіть відсутність кислотного рефлексу спинного мозку. Він зробив висновок, що одні НЦ можуть змінювати рефлекторну діяльність інших НЦ - вищі НЦ можуть гальмувати нищі ("Сеченівське гальмування").

Гальмування - необхідний компонент в координації нервової діяльності.

Значння гальмування:

Зменшує ірадіацію збудження, що дає можливість концентрації в необхідних відділах нервової системи.

Виключення діяльності непотрібних в даний момент органів.

Охоронює НЦ від перевтоми - охоронна функція.

Гальмування:

1. Пресинаптичне - виникає перед синаптичним контактом в пресинаптичній мембрані, Закінчення аксона одної Н. клітини утворює аксоаксональний синапс на закінчені аксона іншої клітини і блокує передачу збудження в ньому.

В області такого пресинаптичного контакту розвивається сильна деполяризація мембрани аксона, яка приводить до стану парабіоза (песімальне гальмування по Н.Є.Веденському). загальна кінцева ланка аксона не проводить нервових імпульсів до синапсу, тобто до НК. Цей вид гальмування зменшує аферентну імпульсацію до НЦ.

2. Постсинаптичне гальмування виникає на постсинаптичній мембрані в результаті дії гальмівного медіатора або спеціальних гальмівних нейронів ЦНС. нервові імпульси підходять до гальмівних нейронів, викликають в них такий самий процес збудження, як і в інших нервових клітинах. Відповідь по аксону гальмівної клітини поширюється ПД, але при цьому виділяється на закінчення аксона не збуджуючий медіатор, а гальмівний. Під впливом цього медіатора виникає гіперполяризація постсинаптичної мембрани і регіструєтья гальмівний постсинаптичний потенціал (ГПСП). В результаті гльмівні клітини не збуджують, а гальмують ті нейрони, на яких закінчується їх аксони. Такий вид гальмування називається прямим, тобто воно виникає зразу без попереднього збудження.

Спеціальні гальмівні нейрони - це клітини Реншоу в спинному мозку і корзинчасті клітини в проміжному мозку. Клітини Реншоу грають роль в координаційній діяльності спинного мозку при регуляції діяльності м’язів-антагоністів. Вони забезпечують розвиток гальмування в мотонейронах м’язів-антагоністів, що полегшує скорочення цих м’язів.

При збуджені мотонейрона спинного мозку імпульси поступають по аксону до м’язовх волокон і одночасно по колатералям аксона до гальмівних клітин Реншоу. Аксони клітин Реншоу повертаються до того самого мотонейрона (м.Б) і викликає його гальмування, тобто через клітину Реншоу мотонейрон може сам себе загальмувати. Чим більше збуджуючих імпульсів посилає мотонейрон на периферію, тим сильніше зворотнє гальмування (один з видів постсинаптичного гальмування).

Корзинчаті клітини грають роль в регуляції діяльності - проміжного мозку і кори великих півкуль. Вони є ніби ворота, які пропускають або не пропускають імпульси, які ідуть в кору великих півкуль. Це зв’язано з тим, що клітини викликають синхроннє гальмування великої кількості нейронів проміжного мозку, регулює тим самим проходження імпульсів через ці нейрони, час проходження їх в кору і ритм коркової активності. Взаємодія збудження і гальмування лежить в основі координаційної діяльності ЦНС. Узгоджений прояв окремих рефлексів, що забезпечує виконання робочих актів, називається координацією.

Явище координації грає важливу роль в діяльності рухового апарату. Координація таких рухових актів як ходьба або біг забезпечується взаємодією нервових центрів.

За рахунок координованої роботи НЦ здійснюється пристосування організму до умов існування. Це відбувається не тільки за рахунок діяльності рухового апарату, але і за рахунок змін вегетативних функцій організму (процесів дихання, кровообігу, обміну речовин та ін.)

ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ КООРДИНАЦІЇ ЦНС.

Принцип реципрокності (взаємоузгоджена іннервація). Це явище було вивчено І.М.Сеченовим, Н.Є.Введенским, Шеррингтоном.

Взаємодія рефлексів здійснюється таким чином, що функціонально направлені рефлекси підсилюють один одного і, навпаки, функціонально протилежні рефлекси взаємогальмуються. Це особливо чітко виявляється у взаємодії м’язів-антагоністів. Реципрокна іннервація м’язів-антагоністів лежить

в основі акту ходьби та інших циклічних рухів. При цьому здійснюється закономірний ланцюг елементарних рефлексів, де один рефлекс готовить або викликає інший рефлекс.

Принцип загального кінцевого шляху.

Відкрив цей принцип Чарлз Шеррінгтон. Цей принцип зв'язаний з особливостями будови ЦНС. В ЦНС аферентних нейронів в 5 разів більше ніж еферентних. Кількість чутливих нейронів по яких надходять збудження в ЦНС переважає, а вихід імпульсів іде по меншій кількості еферентних нейронів.

Принцип іррадіації - збудження виникає в одному з НЦ під впливом сильного і довгого подразника, збуджує нові НЦ. Лежить в основі утворення нових умовних рефлексів.

Принцип індукції - під час рефлекторної діяльності між нервовими центрами виникають гальмівні і полегшуючі взаємні впливи, які одержали назву позитивної і негативної одночасної індукції. Збудження, що виникає в певному нервовому центрі, викликає у взаємозв'язаному з ни центрі гальмування (негативна індукція) і навпаки виникає збудження (позитивна індукція).

Принцип конвергенції.

У зв'язку з тим, що аферентних нейронів у ЦНС в 5 разів більше, ніж ферентних, імпульси, що поступають до НЦ від різних рецепторів, проходять до тих самих рухових нейронів. Явище конвергенції лежить в основі таких властивостей НЦ, як сумація і полегшення.

Оклюзія (закупорка) . при одночасному подразненні двох друп аферентних волокон величина рефлекторнї відповіді менша, ніж сума величин двох рефлексів. Оклюзія проявляється при сильних подразненнях.

Ділянки нейронів, які зв'язані з будь-яким аферентним волокном, перекривають одна одну. При одночасному виникненні двох хвиль збудження в близько розташованих ділянках загальна кількість збуджених нейронів буде менше, ніж сума, яка складалась із поодиноких послідовних подразнень кожного з цих аферентних волокон.

Принцип домінанта - був сформульований А.А.Ухтомським в 1904р. як робочий принцип діяльності НЦ.

Домінанта - збудження одного нервового центра гальмує діяльність інших, тобто він домінує над іншими в даний момент.

Основні риси домінанта:

- підвищена збудливість;
- стійкість збудження в часі;
- здатність до сумації сторонніх подразнень;
- інерція, тобто здатність довго підтримувати збудження після закінчення дії подразнення.

В нормі в нервовій системі рідко відсутня домінанта. Бездомінантний стан виникає у спортсменів в процесі повного розслаблення, при аутогенному тренуванні. Шляхом такого розслаблення добиваються відновлення працездатності НЦ.

Принцип домінанти лежить в основі утворення умовних рефлексів і рухових навиків, акта уваги.

8. Принцип зворотнього зв'язку (Анохін).

Процеси, які виникають в нервових центрах підтримуються. Позитивні і негативні зворотні зв'язки. Якщо імпульсам, які виникають в результаті рефлекторної реакції, поступають в нервовий цент, посилюють його - позитивний зворотній зв'язок, пригнічують - негативний. ЦНС. - регулююча система.

Оп'яніння - один з видів центрального гальмування. В умовах гальмування кори - від коркового контроля звільняються підкоркові ядра.Алкоголь пригнічує функції нейрона і швидкість синаптичної передачі збудження. Порушується координаційна діяльність ЦНС. Алкоголь понижує фізіологічну стабільність ЦНС, в результаті чого в НЦ виникає гальмування. При високих дозах залучається сильний мозок, понижуються сухожильні рефлекси і послаблюється м'язовий тонус.

Великі дози викликають наркоз - гостре отруєння.

Рефлекторна функція спинного мозку.

В спинному мозку знаходяться центри багатьох рефлексів.На різних його рівнях /шийному,грудному,поперековому/ розміщені центри,щи приймають участь в регуляції рухів всіх м'язів голови,шиї,тулуба і кінцівок.Крім того на рівні 3-5 шийних хркбців лежить центр скорочення діафрагми , а в куприковому відділі – центри дефекації і сечостатєвих рефлексів.

Найпростіші рефлекси спинного мозку – рефлекси на розтягування м'язів.При незначному розтягування - всього на 0,1 мм- у рецепторах м'яза виникає збудження,яке рефлекторно викликає скорочення.Аналогічні рецептори є і в сухожилках.

Рефлекси м'язів-антагоністів.При скороченні м'язів згиначів пригнічується тонус розгиначів.Цим заобігається рефлекс розтягування і усувається протидія розгиначів.

Ритмічні рефлекси.Це група поперемінної дії згиначів і розгиначів кінцівок.Зо допомогою цих рефлексів здійснюються ходьба і біг.

Тонічні рефлекси.сприяють підтриманню певного положення тіла в просторі ,що здійснюються завдяки тривалому напруженню м'язів.

Вегетативні рефлекси.-рефлекси,які регулюють роботу внутрішніх органів,кровоносних судин,потових залоз.

Провідникова функція спинного мозку здійснюється білою речовиною ,що складається з нервових вволлокон.Провідні шляхи поділяються на визхідні і низхідні.Одні з них зовсім короткі ,з'єднують більш віддаленні ділянки спинного мозку,або ідуть на великі відстані – до головного мозкуі в зворотньому напрямку.

Висхідні шляхи спинного мозку- тонкий пучок /Голя/,клиновидний пучок /Бурдаха/- несуть сигнали від дотикових і пропріорецептивних подразнень в ядра довгастого мозку /ядра Голя і Бурдаха/.Волокна останніх направляються до відповідних клітин зорових горбів протилежної сторони,звідки бере початок третій нейрон,аксони якого їдуть до кори великих півкуль – до центральної закрутки кори великих півкуль.

Латеральний і вентральний спиноталамічний тропіл проводять імпульси больової і температурної чутливості,по вентральному –

тактильної.Вони перериваються і перехрещуються в спинному мозку на рівні ,в який вони тільки що встапили.Звідси ідуть волокна ,що закінчуються в зорових горбах.Акони цих нейронів несуть імпульси великих півкуль.

Дорсальний спино-мозочковий тракт /або пучок Флексіга/ .Закінчується цей пучок в корі мозочка і несе імпульси від рецепторів до м'язів.

Низхідні шляхи спинного мозку.

Від рухової зони кори великих півкуль бере початок кортикоспинальні або пірамідні шляши,які закінчуються в передніх рогах спинного мозку на мотонейронах.Пірамідні шляхи розвинені тим сильніше ,чим більше розвинена кора мозку.Цей шлях також перехрещується.

Рубро-спинальний утворений аксонами клітин червоного ядра середнього мозку.Вийшовши з ядра,волокна переходять на другу сторону.Частина з гих направляється в мозочок і ретикулярну формацію,інші – в спинний мозок.Рубро-спинальний тракт проводить імпульси від мозочка ,ядра вестибулярного нерва,смугастого тіла до мотонейронів спинного мозку.Основне призначення його- управління тонусом м'язів і недовільна координація рухів.Більше значення має у тварин ніж у людей.

Вестибулярно-спинальні тракти утворені волокнами,які є відростками клітин ядра Дмітерса,що лежить в довгастому мозку.По ньому передаються імпульси від вестибулярного апарату і мозочка до мотонейронів,які ргулюють тонус мускулатури,узгодженість рухів і рівноваги.

Література.

1. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посіб. для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" : у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л. : ЛДУФК.- 2011 – Ч. 1. – 344 с.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин. К. Вища школа.- 1991.- С.3-33.
3. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини: підручник / Переклад з англ. Наук. ред.. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.
4. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І.,

Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – 494 с.

5. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – 172 с.
6. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – 608 с.
7. Фекета В.П. Курс лекцій з нормальної фізіології / В.П.Фекета. – Ужгород: Гражда, 2006. – 296 с.
8. Фізіологія людини : навч. посіб. – Вид. 2-ге, доп. / Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І. [та ін.]. – Л. : ЛДУФК, 2013. – 208 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9261
9. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 326 с.
10. Фізіологія: підручник для студ. вищ. мед. навч. закладів / В.Г.Шевчук, В.М.Мороз, С.М.Бєлан [та ін..] ; за ред.. В.Г.Шевчука. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 448 с.
11. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О, Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – 463 с.