

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПЕРИФЕРИЧНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Методичні рекомендації для самостійної підготовки
до практичних занять здобувачів вищої медичної освіти
2-го курсу навчання

Електронний ресурс

Харків – 2023

Рецензенти:

Наталія МІТРЯЄВА – доктор біологічних наук, завідувач лабораторії радіаційної онкології ДУ «Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва НАМН України»;

Тетяна ЛЯДОВА – доктор медичних наук, професор кафедри інфекційних хвороб та клінічної імунології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет
рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 8 від 16 травня 2023 року)*

А 64

Анатомо-фізіологічні аспекти центральної та периферичної нервової системи : методичні рекомендації для самостійної підготовки до практичних занять здобувачів вищої медичної освіти 2-го курсу навчання [Електронний ресурс] / уклад. С. О. Шерстюк, Т. О. Храмова, С. А. Наконечна, Р. В. Сидоренко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. – (PDF 92 с.)

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з дисципліни «Анатомо-фізіологічні аспекти центральної та периферичної нервової системи» розроблені відповідно до чинної програми з анатомо-фізіологічних аспектів центральної та периферичної нервової системи для студентів медичних факультетів університетів. Посібник призначений для роботи студентів під час підготовки до занять з курсу «Анатомо-фізіологічні аспекти центральної та периферичної нервової системи». Теми проілюстровані рисунками та схемами, які полегшують сприйняття матеріалу та сприяють його кращому засвоєнню. Матеріали дають змогу сформуванню у студентів правильне розуміння закономірностей будови та функцій організму людини. Для студентів медичного факультету.

УДК: 616.8(072)

© Харківський національний університет імені
В. Н. Каразіна, 2023

© Шерстюк С. О., Храмова Т. О., Наконечна С. А.,
Сидоренко Р. В., уклад., 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Тема 1. Введення у фізіологічну анатомію центральної нервової системи	9
Фізіологічна анатомія синапсів центральної нервової системи.....	11
Збудження та гальмування в центральній нервовій системі.....	15
Анатомо-фізіологічні особливості рефлекторної дуги.....	17
Загальна характеристика біологічної регуляції.....	19
Тема 2. Анатомо-фізіологічні аспекти нервової системи у регуляції рухових функцій.....	20
Спинномозкові нерви.....	24
Анатомічні та фізіологічні властивості периферичних нервів і міоневральних синапсів.....	26
Спинномозкові рефлекси.....	30
Тема 3. Анатомо-фізіологічні аспекти значення головного мозку у регуляції рухів та постави тіла.....	32
Функції ретикулярної формації.....	34
Роль переднього мозку і мозочка в регуляції рухових функцій організму.....	37
Роль мозочка в регуляції рухових функцій.....	38
Тема 4. Анатомо-фізіологічні аспекти сомато-сенсорної системи.....	41
Анатомо-фізіологічні основи болю та знеболення.....	41
Загальні відчуття.....	44
Антиноцицептивна анальгезуюча система.....	46
Анатомо-фізіологічні аспекти органів зору, слухової, вестибулярної, нюхової та смакової сенсорних систем.....	50
Бачення.....	55
Слух і рівновага.....	67
Нюх.....	72
Смак.....	73
Особливості сенсорної функції у дітей та підлітків.....	75
Тема 5. Анатомо-фізіологічні аспекти вегетативної нервової системи.....	77
Анатомо-фізіологічна організація автономної нервової системи.....	77
Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-органих синапсах симпатичної й парасимпатичної систем.....	79
Захворювання вегетативної нервової системи викликані ураженням або подразненням будь-якого її відділу: центрального або периферичного.....	81
Тема 6. Анатомо-фізіологічні аспекти периферичної нервової системи.....	83
Пошкодження периферичних нервів.....	84
Черепно-мозкові нерви. Локалізація ядер, вузлів та шляхів.....	85
Місця виходу із порожнини черепа.....	89
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	91

ВСТУП

Анатомія і фізіологія людини — це науки про будову біологічних організмів і процеси життєдіяльності, діяльність окремих органів і живого організму. Предметом цих двох наук є параметри живого організму, для фізіології - це функції організму, їх взаємозв'язки, регуляція і пристосування до середовища, для анатомії - це морфологічні особливості індивіда в цілому і в процесі еволюції під час індивідуального розвитку. Ця дисципліна покликана об'єднати наявні знання з анатомії та фізіології людини, дати найвище розуміння існування біологічної матерії, сформувати основу лікувальної тактики в медичній практиці майбутнього лікаря.

Анатомо-фізіологічні аспекти центральної та периферичної нервової системи

Конкретні цілі:

- використовувати теоретичні знання в діагностиці та медичній практиці;
- вільно користуватись анатомічною термінологією;
- визначати анатомо-фізіологічні особливості центральної та периферичної нервових систем;
- оцінювати рефлекторну діяльність;
- оцінювати зорові функції.

Тема 1. Введення у фізіологічну анатомію центральної нервової системи. Фізіологічна анатомія синапсів центральної нервової системи. Збудження та гальмування в центральній нервовій системі. Анатомо-фізіологічні особливості рефлекторної дуги. Проведення збудження по нервових волокнах та через нервово-м'язовий синапс. Загальна характеристика біологічної регуляції.

Анатомія, функції спинного та головного мозку. Утворення спинномозкового нерва. Функціональне значення передніх і задніх корінців спинного мозку. Основа головного мозку. Структурно-функціональна організація синапса. Класифікація синапсів. Збудження та гальмування в центральній нервовій системі. Класифікація гальмування. Особливості проведення збудження по рефлекторній дузі. Координація рефлекторної діяльності. Особливості проведення збудження по нервових волокнах та через нервово-м'язовий синапс. Біологічна регуляція.

Тема 2. Анатомо-фізіологічні аспекти нервової системи у регуляції рухових функцій. Анатомічна організація рухових функцій спинного мозку.

Анатомія сенсорних та рухових функцій спінальних центрів. Анатомо-фізіологічні аспекти рухових спінальних рефлексів. Анатомо-фізіологічні аспекти сухожильних рефлексів. Вікова фізіологія спинного мозку людини. Рефлекси новонароджених.

Анатомія спинного мозку. Структурно-функціональна організація спинного мозку, його нейрональна організація. Утворення спинномозкового нерва. Функціональне значення передніх і задніх корінців спинного мозку. Анатомічно-фізіологічні властивості периферійних нервів та міоневральних синапсів. Сенсорна та рефлекторна діяльність спінальних центрів. Рухові спінальні рефлекси. Шкірно-мязові рефлекси. Пропріоцептивні рефлекси. Сухожильні міотичні рефлекси. Сухожильні рецептори, рецептори суглобових сумок і зв'язок, та їх роль у рефлекторних реакціях.

Тема 3. Анатомо-фізіологічні аспекти значення головного мозку у регуляції рухів та постави тіла. Роль стовбуру мозку в регуляції функцій організму. Тонічні рефлекси та координація рухів. Роль мозочка в регуляції рухових функцій та функції ретикулярної формації. Інтегративні функції проміжного та переднього мозку. Роль переднього мозку і мозочка в регуляції рухових функцій організму. Вікова фізіологія головного мозку людини. Комунікаційні функції мозку людини.

Анатомія, відділи та функції головного мозку. Стовбур мозку, склад, загальні функції. Анатомія та функції довгастого мозку. Рефлекторні центри довгастого мозку. Рефлекторна функція довгастого мозку. Класифікація рефлексів, підтримуючих позу людини. Структури середнього мозку, його моторні центри. Структурно-функціональна організація мозочка. Аферентні входи та еферентні виходи мозочка. Мозочковий контроль рухової активності. Ретикулярна формація, будова. Функції низхідного відділу ретикулярної формації. Проміжний мозок, будова та функції. Моторні ядра таламуса і гіпоталамуса, їх функціональне значення в регуляції рухових функцій. Базальні ядра та моторні частки кори великих півкуль, їх роль у регуляції функцій, зв'язок зі структурами ЦНС. Взаємозв'язок усіх структур ЦНС у регуляції рухових функцій.

Тема 4. Анатомо-фізіологічні аспекти сомато-сенсорної системи. Анатомо-фізіологічні основи болю та знеболення. Периферійні сприймачі, провідники і кіркові центри аналізаторів, їх функціональна єдність. Анатомо-фізіологічні аспекти органів зору, слухової, вестибулярної, нюхової та смакової сенсорних систем. Передумови патологічних станів. Орган нюху. Нюхова частина слизової оболонки носа. Провідні шляхи нюхового аналізатора. Професійні ризики нюхового аналізатору. Орган смаку. Смакові сосочки язика, їх топографія. Провідні шляхи смакового

аналізатора. Розлади нюхового та смакового аналізаторів. Загальний покрив. Шкіра: функції. Різновиди шкірної чутливості. Професійні ризики.

Структурно-функціональна організація самато-сенсорної системи. Больова чутливість. Ноцицептори. Класифікація болю. Види соматичного болю. Структурно-функціональний комплекс антиноцицептивної системи. Загальна характеристика сенсорних систем. Будова аналізаторів. Периферійні сприймачі, провідники і кіркові центри аналізаторів, їх функціональна єдність.

Зорова сенсорна система. Будова ока. Анатомія допоміжного апарату зору: слезовий апарат і його складові, м'язи ока та їх функція і іннервація. Зорові шляхи. Основні зорові функції ока. Структури слухової сенсорної системи та їх роль у сприйнятті та проведенні звуку. Анатомія зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха. Центральні слухові шляхи. Вестибулярна сенсорна система. Нюхова сенсорна система. Орган нюху. Нюхова частина слизової оболонки носа. Провідні шляхи нюхового аналізатора. Анатомія органа смаку. Смакові сосочки язика, їх топографія. Провідні шляхи смакового аналізатора. Загальний покрив, будова. Шкіра: функції. Різновиди шкірної чутливості.

Тема 5. Анатомо-фізіологічні аспекти вегетативної нервової системи (ВНС). Анатомо-фізіологічна організація автономної нервової системи. Симпатичний, парасимпатичний та метасимпатичний відділи, аспекти у регуляції вісцеральних функцій. Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-органних синапсах симпатичної й парасимпатичної систем. Передумови вегетативних розладів, що призводять до патології.

Загальна характеристика вегетативної нервової системи. Структурно-функціональна організація автономної нервової системи. Симпатичний, парасимпатичний та метасимпатичний відділи, регуляція вісцеральних функцій. Особливості розташування нервових центрів та передачі інформації до органів-ефекторів. Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-органних синапсах симпатичної й парасимпатичної систем. Нейромедіатори та блокатори симпатичної і парасимпатичної систем. Нервово-органна передача. Метастатична система, її будова, ознаки, нейронні ланцюги.

Тема 6. Анатомо-фізіологічні аспекти периферичної нервової системи (ПНС). Фази регенерування нерву у випадку пошкодження. Черепно-мозкові нерви. Локалізація ядер, вузлів та шляхів. Місця виходу із порожнини черепа.

Загальна характеристика периферичної нервової системи, будова та функції. Спинномозкові нерви: будова, формування, функції та ділянки їх іннервації. Шийне, плечове, поперекове, крижове, статеве та куприкове сплетення: формування, топографія, гілки, ділянки іннервації.

Черепно-мозкові нерви. Локалізація ядер, назви нервів і їх функції. Чутливі вузли та їх локалізація. Вегетативні (парасимпатичні) краніальні ганглії. Аферентні та еферентні компоненти.

Теми практичних занять

№	Тема практичного заняття	Кільк. Годин
1	Введення в анатомо-фізіологічні аспекти центральної нервової системи. Фізіологічна анатомія синапсів центральної нервової системи. Збудження та гальмування в центральній нервовій системі. Анатомо-фізіологічні особливості рефлекторної дуги. Проведення збудження по нервових волокнах та через нервово-м'язовий синапс. Загальна характеристика біологічної регуляції.	5
2	Анатомо-фізіологічні аспекти нервової системи у регуляції рухових функцій. Анатомічна організація рухових функцій спинного мозку. Анатомія сенсорних та рухових функцій спінальних центрів. Анатомо-фізіологічні аспекти рухових спінальних рефлексів. Анатомо-фізіологічні аспекти сухожильних рефлексів.	5
3	Анатомо-фізіологічні аспекти значення головного мозку у регуляції рухів та постави тіла. Роль стовбуру мозку в регуляції функцій організму. Тонічні рефлекси та координація рухів. Роль мозочка в регуляції рухових функцій та функції ретикулярної формації. Інтегративні функції проміжного та переднього мозку. Роль переднього мозку і мозочка в регуляції рухових функцій організму. Регуляція системної діяльності	5
4	Анатомо-фізіологічні аспекти сомато-сенсорної системи. Анатомо-фізіологічні основи болю та знеболення. Периферійні сприймачі, провідники і кіркові центри аналізаторів, їх функціональна єдність. Анатомо-фізіологічні аспекти органів зору, слухової, вестибулярної, нюхової та смакової сенсорних систем. Орган нюху. Нюхова частина слизової оболонки носа. Провідні шляхи нюхового аналізатора. Орган смаку. Смакові сосочки язика, їх топографія. Провідні шляхи смакового аналізатора. Загальний покрив. Шкіра: функції. Різновиди шкірної чутливості.	5
5	Анатомо-фізіологічні аспекти вегетативної нервової системи (ВНС). Анатомо-фізіологічна організація автономної нервової системи. Симпатичний, парасимпатичний та метасимпатичний відділи, аспекти у регуляції вісцеральних функцій. Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-органих синапсах симпатичної й парасимпатичної систем.	5
6	Анатомо-фізіологічні аспекти периферичної нервової системи (ПНС). Спинномозкові нерви. Черепно-мозкові нерви. Залік.	5
	Разом	30

Завдання для самостійної роботи

№	Тема	Кіль- сть годин
1.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Введення у фізіологічну анатомію центральної нервової системи. Фізіологічна анатомія синапсів центральної нервової системи. Збудження та гальмування в центральній нервовій системі. Анатомо-фізіологічні особливості рефлексорної дуги. Проведення збудження по нервових волокнах та через нервово-м'язовий синапс. Загальна характеристика біологічної регуляції.».	15
2.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Анатомо-фізіологічні аспекти нервової системи у регуляції рухових функцій. Анатомічна організація рухових функцій спинного мозку. Анатомія сенсорних та рухових функцій спінальних центрів. Анатомо-фізіологічні аспекти рухових спінальних рефлексів. Анатомо-фізіологічні аспекти сухожильних рефлексів.».	15
3.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Анатомо-фізіологічні аспекти значення головного мозку у регуляції рухів та постави тіла. Роль стовбуру мозку в регуляції функцій організму. Тонічні рефлексії та координація рухів. Роль мозочка в регуляції рухових функцій та функції ретикулярної формації. Інтегративні функції проміжного та переднього мозку. Роль переднього мозку і мозочка в регуляції рухових функцій організму. Регуляція системної діяльності».	15
4.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Анатомо-фізіологічні аспекти сомато-сенсорної системи. Анатомо-фізіологічні основи болю та знеболення. Периферійні сприймачі, провідники і кіркові центри аналізаторів, їх функціональна єдність. Анатомо-фізіологічні аспекти органів зору, слухової, вестибулярної, нюхової та смакової сенсорних систем. Орган нюху. Нюхова частина слизової оболонки носа. Провідні шляхи нюхового аналізатора. Орган смаку. Смакові сосочки язика, їх топографія. Провідні шляхи смакового аналізатора. Загальний покрив. Шкіра: функції. Різновиди шкірної чутливості».	15
5.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Анатомо-фізіологічні аспекти вегетативної нервової системи (ВНС). Анатомо-фізіологічна організація автономної нервової системи. Симпатичний, парасимпатичний та метасимпатичний відділи, аспекти у регуляції вісцеральних функцій. Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-	15

	органних синапсах симпатичної й парасимпатичної систем.».	
6.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Анатомо-фізіологічні аспекти периферичної нервової системи (ПНС). Черепно-мозкові нерви».	15
	Всього:	90

Тема 1. Введення у фізіологічну анатомію центральної нервової системи

Функції нервової системи

Нервова система певним чином задіяна в кожній функції організму. Ось деякі з основних функцій нервової системи:

1. *Сенсорний вхід.* Сенсорні рецептори відстежують численні зовнішні та внутрішні подразники, такі як дотик, температура, смак, запах, звук, кров'яний тиск і положення тіла. Потенціали дії від сенсорних рецепторів передаються по нервах до спинного та головного мозку, де вони інтерпретуються.
2. *Інтеграція.* Головний і спинний мозок - це головні органи, які обробляють сенсорний вхід та ініціюють реакції. Вхідні дані можуть викликати негайну реакцію, можуть зберігатися в пам'яті, а можуть бути проігноровані.
3. *Гомеостаз.* Нервова система відіграє важливу роль у підтримці гомеостазу. Ця функція залежить від здатності нервової системи виявляти, інтерпретувати та реагувати на зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Нервова система може стимулювати або пригнічувати діяльність інших систем для підтримки гомеостазу.
4. *Психічна діяльність.* Мозок є центром психічної діяльності, включаючи свідомість, пам'ять і мислення.
5. *Контроль скелетних м'язів.* Скелетні м'язи зазвичай скорочуються лише тоді, коли їх стимулює нервова система. Таким чином, через контроль скелетних м'язів нервова система контролює основні рухи тіла.

Відділи нервової системи

Нервову систему можна розділити на центральну і периферичну.

Центральна нервова система (ЦНС) складається з головного і спинного мозку.

Периферична нервова система (ПНС) складається з нервів і гангліїв, які лежать поза ЦНС. ПНС має два відділи: Аферентний відділ проводить потенціали дії від сенсорних рецепторів до ЦНС. Нейрони, які передають

потенціали дії з периферії до ЦНС, є аферентними нейронами. Еферентний відділ проводить потенціали дії від ЦНС до ефektorних органів, таких як м'язи та залози. Нейрони, які передають потенціали дії від ЦНС до периферії, є еферентними нейронами. Еферентний відділ можна поділити на соматичну рухову нервову систему, яка передає потенціали дії від ЦНС до скелетних м'язів, і вегетативну нервову систему (ВНС), яка передає потенціали дії від ЦНС до серцевого м'яза, гладких м'язів і залоз. Вегетативна нервова система, в свою чергу, поділяється на симпатичну і парасимпатичну частини. Симпатичний відділ готує людину до фізичної активності, тоді як парасимпатичний відділ активує такі функції, як травлення, які зазвичай пов'язані з тілом у стані спокою.

Центральна нервова система

Центральна нервова система (ЦНС) складається з головного і спинного мозку. Головний мозок - це частина ЦНС, розміщена в склепінні черепа. Основними відділами головного мозку є стовбур мозку, проміжний мозок, довгастий мозок і мозочок.

Спинний мозок

Спинний мозок простягається від великого отвору в основі черепа до другого поперекового хребця та складається з центральної сірої речовини та периферичної білої речовини (рис. 1). Сіра речовина на поперечному зрізі має форму літери Н, задні (дорсальні) роги якої містять асоціативні нейрони та клітинні відростки сенсорних нейронів, а передні (вентральні) - рухові нейрони. У грудному та верхньому поперековому відділах додатковий сірий ріг, латеральний ріг, містить симпатичні автономні мотонейрони. Висхідні аксони, що несуть потенціали дії до головного мозку, або низхідні аксони, що несуть потенціали дії від головного мозку, згруповані за функціями як нервові шляхи, або нервові тракти, в білій речовині спинного мозку.

Дорсальні (задні) корінці входять у спинний мозок, а вентральні (передні) корінці виходять зі спинного мозку. Дорсальний корінець складається з аферентних аксонів, які несуть потенціали дії до спинного мозку, а вентральний корінець складається з еферентних аксонів, які несуть потенціали дії від спинного мозку. Дорсальні і вентральні корінці об'єднуються, утворюючи спинномозкові нерви. У дорсальних корінцях є дорсальні корінцеві ганглії, або спинномозкові ганглії, які містять клітинні тіла аферентних нейронів. Аксони цих нейронів проектується в задній ріг, де вони синапсуються з іншими нейронами або піднімаються чи опускаються в спинний мозок.

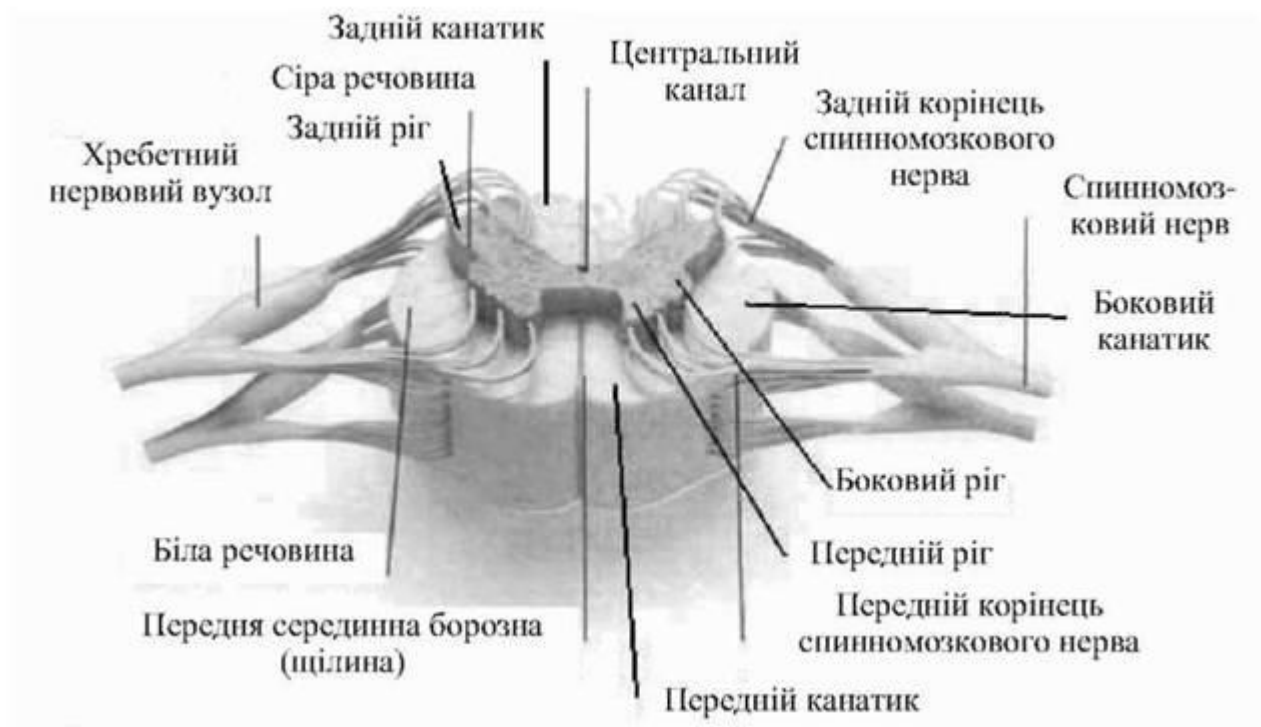


Рис.1. Спинний мозок. Поперечний розріз спинного мозку, що показує роги, шляхи (нервові шляхи) і корінці.

Фізіологічна анатомія синапсів центральної нервової системи

Синапс - це місце з'єднання, де аксон одного нейрона взаємодіє з іншим нейроном або ефекторним органом, таким як м'яз або залоза (рис. 2). Кінець аксона утворює пресинаптичну клему. Мембрана дендрита або ефекторної клітини є постсинаптичною мембраною, а простір, що розділяє пресинаптичну і постсинаптичну мембрани, є синаптичною щілиною. Хімічні речовини, які називаються нейромедіаторами, зберігаються в синаптичних пухирцях у пресинаптичній щілині. Ці нейромедіатори вивільняються шляхом екзоцитозу з пресинаптичної терміналі у відповідь на кожен потенціал дії.

Нейромедіатори дифундують через синаптичну щілину і зв'язуються з молекулами рецепторів на постсинаптичній мембрані. Зв'язування нейромедіаторів з рецепторами призводить до відкриття або закриття каналів для іонів натрію, калію або хлору в постсинаптичній мембрані, залежно від типу нейромедіатора в пресинаптичній терміналі та типу рецепторів на постсинаптичній мембрані. Відповіддю може бути як стимуляція, так і пригнічення потенціалу дії в постсинаптичній клітині.

Наприклад, якщо відкриваються натрієві іонні канали, постсинаптична клітина стає деполаризованою, і при досягненні порогового рівня виникає

потенціал дії. Якщо відкриваються калієві або хлоридні іонні канали, внутрішня частина постсинаптичної клітини стає більш негативною, або гіперполяризованою, і потенціал дії не може виникнути.

Нейромедіатори вивільняються з синаптичних пухирців у пресинаптичному терміналі у відповідь на потенціал дії. Нейромедіатори дифундують через синаптичну щілину і зв'язуються з рецепторами на постсинаптичній клітинній мембрані, викликаючи стимуляцію або гальмування потенціалів дії в постсинаптичній клітині.

Серед багатьох речовин-нейромедіаторів або речовин, що можуть бути нейромедіаторами, найвідомішими є норадреналін і ацетилхолін. Інші нейромедіатори включають серотонін, дофамін, (гамма)-аміномасляну кислоту (ГАМК), гліцин та ендорфіни. Нейромедіатори швидко розщеплюються ферментами або транспортуються назад у пресинаптичні термінали.

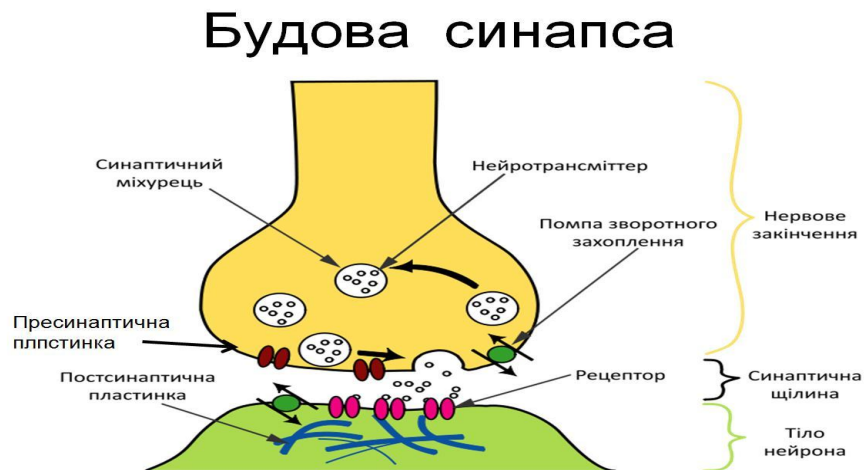


Рис.2. Синапс.

Отже, вони видаляються з синаптичної щілини, тому їхній вплив на постсинаптичну мембрану є дуже короткочасним. У синапсах, де нейромедіатором є ацетилхолін, наприклад, у нервово-м'язовому з'єднанні, фермент ацетилхолінестераза розщеплює ацетилхолін невдовзі після його вивільнення. Таким чином, у щілині не залишається ацетилхоліну для стимуляції постсинаптичних рецепторів і виникнення другого потенціалу дії, якщо тільки більше ацетилхоліну не буде вивільнено з пресинаптичного терміналу. Норадреналін активно транспортується назад до пресинаптичного терміналу або розщеплюється іншими ферментами. Продукти розщеплення повертаються до пресинаптичного терміналу для повторного використання або дифундують у кровоносну систему і розносяться з цієї ділянки. Вивільнення і розпад нейромедіаторів відбувається настільки швидко, що нейрон може стимулюватися пресинаптичними потенціалами дії багато разів на секунду.

КЛАСИФІКАЦІЯ СИНАПСІВ

Його класифікують за двома методами:

1. Анатомічна класифікація.
2. Функціональна класифікація.

АНАТОМІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ

Аксосоаксональний синапс

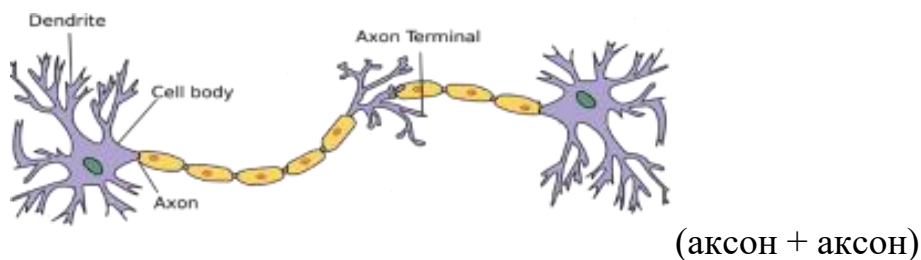


Рис. 3. Аксоаксональний синапс.

Аксосоаксональний синапс, в якому аксон одного нейрона закінчується на аксоні іншого нейрона.

Аксосоматичний синапс

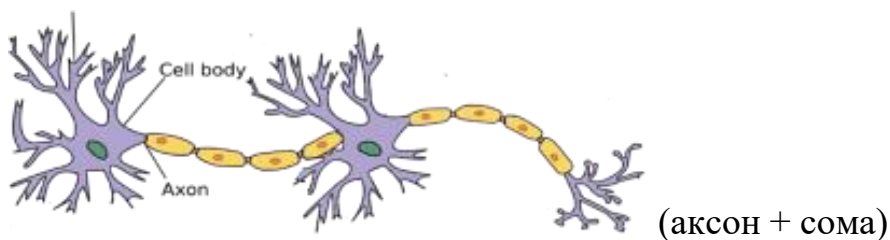


Рис. 4. Аксосоматичний синапс.

Аксосоматичні синапси. У цьому синапсі аксон одного нейрона закінчується на сомі (тілі) іншого нейрона.

Аксодендричний синапс

Аксодендричний синапс, в якому аксон одного нейрона приєднується до дендритів іншого нейрона.

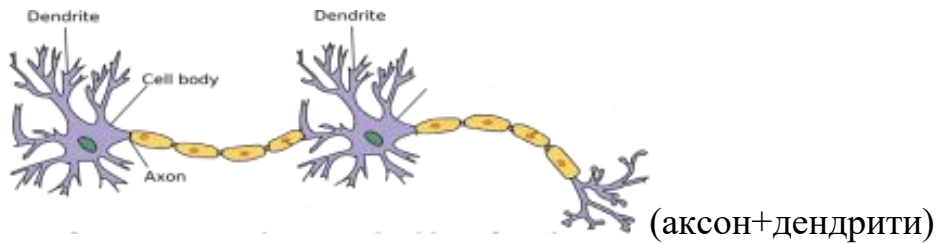


Рис. 5. Аксодендричний синапс.

ФУНКЦІОНАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ

Функціональна класифікація синапсів базується на способі передачі імпульсу. Відповідно до цього синапси поділяються на дві категорії: електричний та хімічний.

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СИНАПС

Це дуже просто, як ви можете бачити на зображенні, два нейрони з'єднані за допомогою щілинного переходу (рис. 6). Між двома нейронами відбувається прямий обмін іонами через щілинний перехід. З цієї причини потенціал дії досягає кінцевої частини пресинаптичного нейрона і потрапляє безпосередньо в постсинаптичний нейрон.

Завдяки прямому проходженню струму синаптична затримка дуже мала. Більше того, імпульс передається в обох напрямках через електричний синапс. Цей тип передачі імпульсів відбувається в деяких тканинах, таких як серцеві м'язові волокна, гладкі м'язові волокна кишечника та епітеліальні клітини кришталика ока.

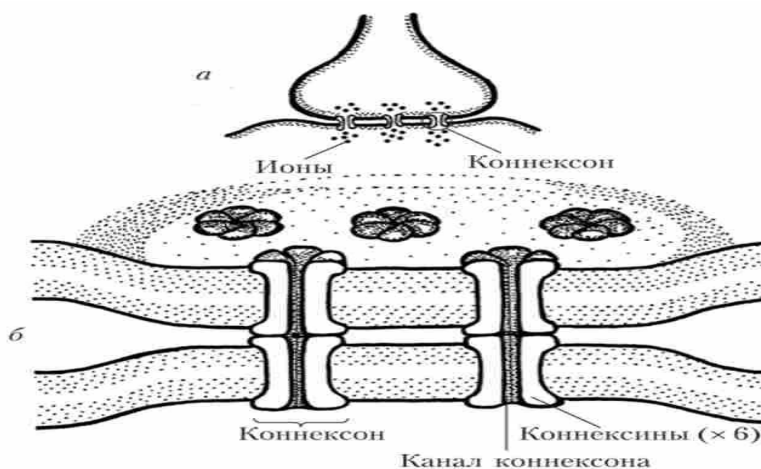


Рис.6. Щілинне з'єднання.

ХІМІЧНИЙ СИНАПС

Хімічний синапс - це з'єднання між двома нервовими волокнами або між нервовим і м'язовим волокном. У цьому синапсі немає безперервності між двома нейронами. Простір між двома нейронами називається синаптичною щілиною. До цієї синаптичної щілини нейрон називається пресинаптичним нейроном. Так само, після синапсу нейрон називається постсинаптичним нейроном (рис. 7).

У пресинаптичному нейроні є синаптичні пухирці. Коли потенціал дії досягає пресинаптичної терміналі, з цих пухирців вивільняється нейромедіаторна речовина. Коли ця хімічна речовина, що називається нейромедіатором, вивільняється, вона має здатність розривати пресинаптичну мембрану і досягає постсинаптичної мембрани. Простіше кажучи, повідомлення доходить від одного нейрона до іншого, незважаючи на те, що між ними є простір.

Тепер нейромедіатор і білок-рецептор утворюють комплекс. Це викликає потенційні зміни в нейроні, таким чином повідомлення передається від одного нейрона до іншого.

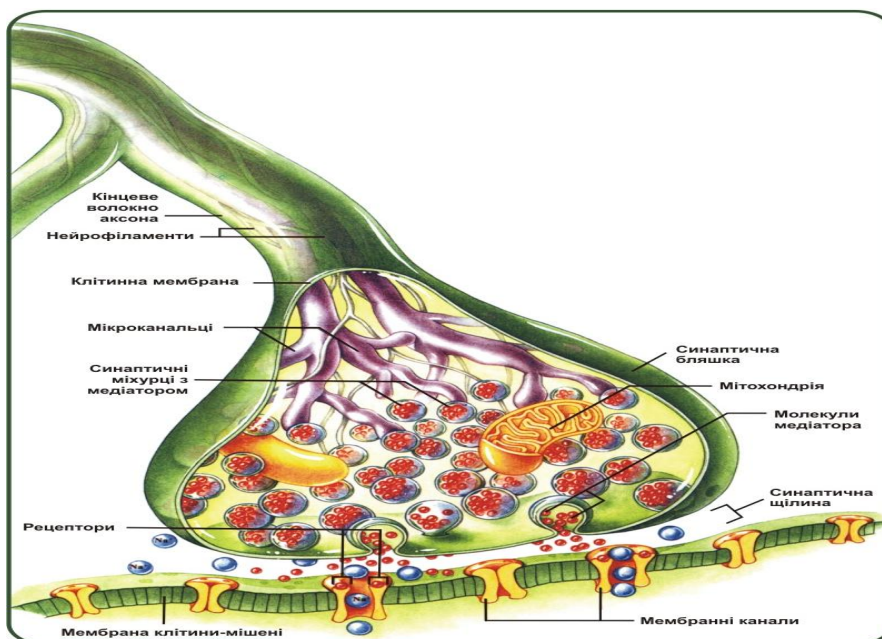


Рис.7. Хімічний синапс.

Збудження та гальмування в центральній нервовій системі

Для роботи нервової системи необхідні лише дві сили: збудження та гальмування. Збудливий сигнал, що надходить від однієї клітини до іншої, підвищує ймовірність того, що остання збудиться. Гальмівний сигнал зменшує ймовірність того, що ця клітина спалахне. У хімічних синапсах мозку глутамат і

ГАМК (гамма-аміномасляна кислота) є передавачами збудження і гальмування відповідно.

Дофамін, серотонін, норадреналін та інші більш відомі хімічні речовини мозку заслужили свою славу як передавачі з набагато більш спеціалізованими ефектами. Але «хліб і масло» мозку - це, безперечно, глутамат і ГАМК. В принципі, можлива нервова система лише з кількох нейронів і двох передавачів - збудливого і гальмівного.

Баланс між нейронним збудженням і нейронним гальмуванням має вирішальне значення для здорового пізнання і поведінки. Мозок, в якому домінує глутамат, здатен лише збуджуватися повторюваними сплесками активності, подібно до епілептичного нападу. І навпаки, мозок, в якому домінує ГАМК, здатен лише на тихий шепіт активності, з незначною синхронізацією, необхідною для повноцінної комунікації між ділянками мозку. Здорова мозкова активність процвітає в середній зоні між цими двома крайнощами, де баланс між збудженням і гальмуванням породжує складні патерни активності.

КЛАСИФІКАЦІЯ ГАЛЬМУВАННЯ

Пряма (постсинаптична) та Непряма (пресинаптична)

Латеральне, реципрокне, Реншоу, гальмування після збудження, песимальне. Безумовне та умовне.

МЕХАНІЗМ ГАЛЬМУВАННЯ	ПРЕСИНАПТИЧНОГО	(НЕПРЯМОГО)
---------------------------------	------------------------	--------------------

- відбувається на пресинаптичній терміналі до того, як сигнали досягнуть синапсу
- гальмівний передавач - ГАМК (гамма-аміномасляна кислота) → відкриття Cl-каналу, що дозволяє великим іонам Cl дифундувати до терміналів
- негативний заряд цих іонів нівелює збудливу дію позитивного заряду іонів Na⁺, які потрапляють на закінчення при надходженні потенціалу дії - позитивний заряд у постсинаптичному нейроні зменшується, тим самим зменшуючи збудження синапсу
- відбувається в багатьох сенсорних шляхах нервової системи
- кінцеві нервові волокна пригнічують одне одного, що мінімізує бокове поширення сигналу всенсорному тракті.

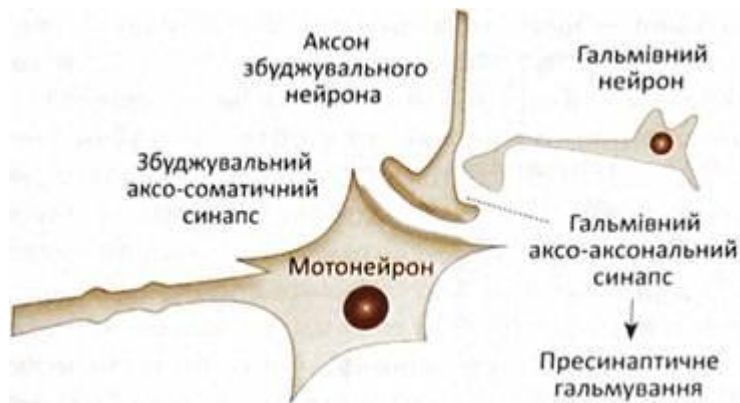


Рис.8. Пресинаптичне гальмування.

МЕХАНІЗМ ПОСТСИНАПТИЧНОГО (ПРЯМОГО) ГАЛЬМУВАННЯ

- збільшує (більш негативний) нормальний мембранний потенціал спокою
- відкриває Cl^- -канал і дозволяє іонам Cl^- переміщатися з позаклітинного простору в клітини → більш негативний потенціал, ніж у нормі
- відкриває K^+ -канал і дозволяє іонам K^+ переходити з клітин у позаклітинний простір → більш негативний потенціал, ніж у нормі
- як приплив Cl^- , так і відтік K^+ збільшують (більш негативний) внутрішньоклітинний негатив → гіперполяризація
- пригнічує нейрон, оскільки мембранний потенціал далекий від порогу збудження (-45 мВ) $\text{IPSP} \rightarrow -5 \text{ мВ}$.



Рис.9. Постсинаптичне гальмування.

Анатомо-фізіологічні особливості рефлекторної дуги. Рефлекси.

Рефлекс - це мимовільна реакція у відповідь на подразник, що надходить на периферію і передається в ЦНС. Рефлекси дозволяють людині реагувати на подразник швидше, ніж це можливо, якщо задіяна свідомо думка. Рефлекторна

дуга - це нейронний шлях, по якому відбувається рефлекс. Рефлекторна дуга (рис. 10) є основною функціональною одиницею нервової системи і являє собою найменший, найпростіший шлях, здатний отримати стимул і дати відповідь. *Рефлекторна дуга має п'ять основних компонентів:*

1) сенсорний рецептор; 2) аферентний, або чутливий, нейрон; 3) асоціативні нейрони, тобто нейрони, розташовані між двома іншими нейронами і зв'язані з ними; 4) еферентний, або руховий, нейрон; і 5) ефекторний орган. Більшість рефлексів відбувається у спинному мозку або стовбурі головного мозку, а не у вищих мозкових центрах.

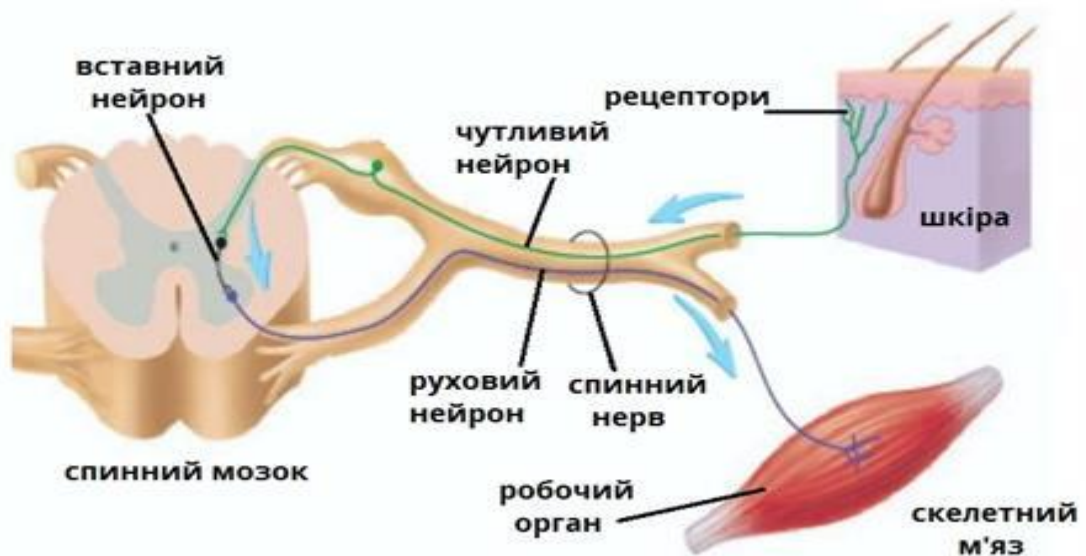
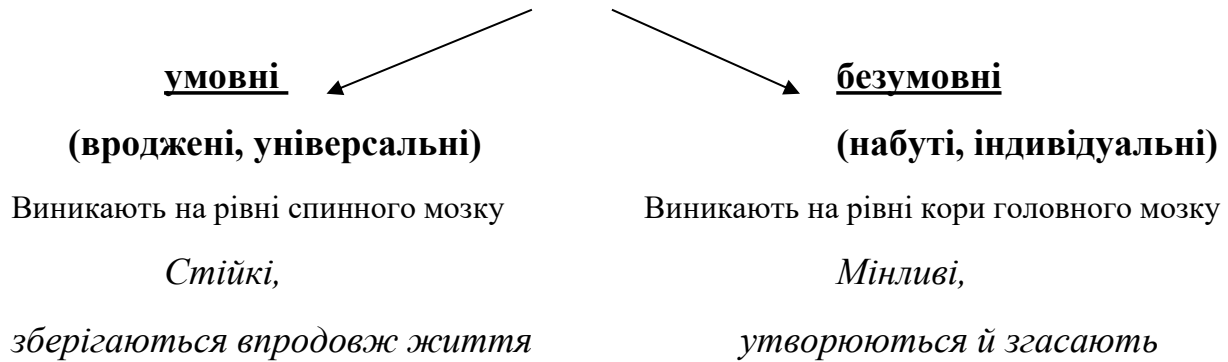


Рис.10. Рефлекторна дуга.

Результат рефлексу можна побачити, коли людина торкається пальцем гарячої плити. Від гарячої плити подразнюються больові рецептори в шкірі, і виробляються потенціали дії. Аферентні нейрони проводять потенціали дії до спинного мозку, де вони синапсуються з асоціативними нейронами. Асоціативні нейрони, в свою чергу, синапсують з еферентними нейронами в спинному мозку, які проводять потенціали дії по своїх аксонах до м'язів-згиначів верхньої кінцівки. Ці м'язи скорочуються і відтягують палець від плити. Для цього рефлексу не потрібне свідоме мислення, і відведення пальця від подразника починається ще до того, як людина усвідомлює біль.

Класифікація рефлексів:

РЕФЛЕКСИ



Загальна характеристика біологічної регуляції.

Біологічна регуляція - це те, що дозволяє організму справлятися з наслідками збурення, модулюючи власну конститутивну динаміку у відповідь на певні зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Біологічні системи демонструють широкий спектр механізмів і стратегій, що забезпечують їхнє виживання у змінних умовах. В одних випадках вони компенсують внутрішні або зовнішні збурення, підтримуючи умови, за яких їхні конститутивні процеси залишаються життєздатними (через фізичну буферність, відносно демпфування змін концентрації, температури, рН); в інших випадках для досягнення подібного результату вони переключаються між різними доступними метаболічними режимами. Всі ці механізми, зазвичай пов'язані з поняттями «гомеостаз» і «адаптація», відповідно, мають тенденцію до широкого тлумачення як регуляторні, оскільки вони сприяють підтримці життєздатності системи проти збурень шляхом функціональної модуляції її власної динамічної поведінки.

Тема 2. Анатомо-фізіологічні аспекти нервової системи у регуляції рухових функцій.

Спинномозкові нейрони організовані в ядра і пластинки.

Ядра

Виступаючими ядерними групами клітинних стовпчиків у спинному мозку від дорсального до вентрального напрямку є крайова зона, желатинова субстанція, власне ядро, дорсальне ядро Кларка, проміжно-латеральне ядро та ядра нижніх рухових нейронів (рис.11).

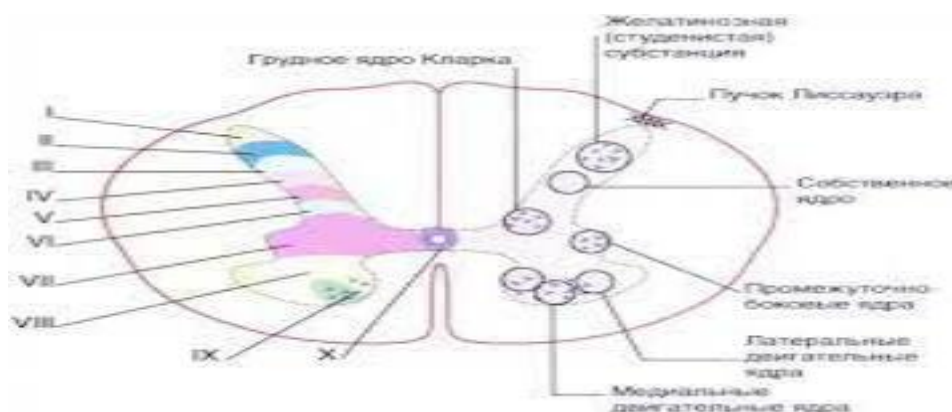


Рис.11. Поперечний перетин спинного мозку.

Ядро маргінальної зони, або заднє маргінальне ядро, знаходиться на всіх рівнях спинного мозку у вигляді тонкого шару стовпчастих/трактових клітин (стовпчасти клітини), які покривають кінчик дорсального рогу. Аксони його нейронів беруть участь у латеральному спіноталамічному тракті, який передає інформацію про біль і температуру в дієнцефал (рис.11).

Желатинова речовина знаходиться на всіх рівнях спинного мозку. Розташована в дорсальній ковпачкоподібній частині головки дорсального рогу, вона передає больову, температурну та механічну (легкий дотик) інформацію і складається переважно з стовпчастих клітин (міжсегментарні стовпчасти клітини). Ці стовпчасти клітини синапсують у клітинах шарів Рекседа з IV по VII, аксони яких беруть участь у вентральних (передніх) і латеральних спинномозкових трактах таламуса. *Гомологічною желатиновою речовиною в довгастому мозку є спинномозкове ядро трійчастого нерва.*

Nucleus proprius розташоване під желатиною оболонкою в головці та шийці спинного рогу. Ця група клітин, яку іноді називають головним сенсорним ядром, пов'язана з механічними та температурними відчуттями. Це погано виражена клітинна колонка, яка простягається через усі сегменти

спинного мозку, а її нейрони беруть участь у вентральних і латеральних спинномозкових трактах таламуса, а також у спинномозкових трактах мозочка. Аксони, що беруть початок у власному ядрі, прямують до таламуса через спіноталамічний тракт і до мозочка через вентральний спіномозочковий тракт (VSCT).

Дорсальне ядро Кларка - це колонка клітин, розташована в середній частині основи дорсального рогу. Аксони від цих клітин проходять без перехрещення до латерального фунікулуса і формують дорсальний (задній) спіноцеребелярний тракт (ДСЦТ), який забезпечує несвідому пропріоцепцію від м'язових веретен і органів сухожилля Гольджі до мозочка, а деякі з них іннервують спинномозкові інтернейрони. Дорсальне ядро Кларка знаходиться тільки в сегментах спинного мозку від С₈ до L₃ і є найбільш помітним у нижніх грудних і верхніх поперекових сегментах.

Гомологічним дорсальному ядру Кларка в проміжному мозку є додаткове клиновидне ядро, яке є початком клиноподібного мозочкового тракту (КМТ).

Проміжно-латеральне ядро розташоване в проміжній зоні між дорсальним і вентральним рогами на рівні спинного мозку. Простягаючись від С₈ до L₃, воно отримує вісцеросенсорну інформацію і містить прегангліонарні симпатичні нейрони, які формують латеральний ріг.

Значна частина його клітин є корінцевими клітинами, які посилають аксони у вентральні спинномозкові корінці через білі корінці, щоб досягти симпатичного тракту у вигляді прегангліонарних волокон. Аналогічно, колонки клітин у проміжному латеральному ядрі, розташованому на рівнях від S₂ до S₄, містять прегангліонарні парасимпатичні нейрони (Рис. 11).

Ядра нижніх рухових нейронів розташовані у вентральному розі спинного мозку. Вони містять переважно рухові ядра, що складаються з α , β і γ мотонейронів, і знаходяться на всіх рівнях спинного мозку - це корінцеві клітини. Моторні нейрони α є кінцевим загальним шляхом рухової системи, вони іннервують вісцеральні та скелетні м'язи.

Цитоархітектура спинного мозку

Розподіл клітин і волокон у сірій речовині спинного мозку має вигляд шаруватості. Клітинна структура кожної пластинки складається з нейронів різного розміру або форми (цитоархітектура), що спонукало Рекседа запропонувати нову класифікацію, засновану на 10 шарах (пластинах). Ця класифікація є корисною, оскільки вона більш точно пов'язана з функцією, ніж попередня схема класифікації, яка ґрунтувалася на основних ядерних групах (рис. 11).

Пластини з I по IV загалом відповідають за екстероцептивні відчуття і складають дорсальний ріг, тоді як пластини V і VI відповідають, в першу чергу, за пропріоцептивні відчуття. Пластина VII еквівалентна проміжній зоні і виконує роль реле між м'язовим веретеном, середнім мозком і мозочком, а пластини VIII-IX складають вентральний ріг і містять переважно рухові нейрони. Аксони цих нейронів іннервують переважно скелетні м'язи. Пластина X оточує центральний канал і містить нейроглію.

Пластина I - складається з тонкого шару клітин, які покривають кінчик спинного рогу з невеликими дендритами і складним масивом немієлінізованих аксонів. Клітини пластини I реагують переважно на шкідливі та термічні подразники. Аксони клітин пластини I приєднуються до контралатерального спіноталамічного тракту; цей шар відповідає nucleus posteromarginalis.

Пластина II - складається з щільно упакованих інтернейронів. Цей шар відповідає желатиновій речовині і реагує на шкідливі подразники, тоді як інші шари реагують на нешкідливі подразники. Більшість нейронів в аксонах пластини Рекседа II отримують інформацію від сенсорних клітин дорсального корінцевого ганглія, а також волокон низхідного дорсолатерального фасцикула (DLF). Вони надсилають аксони до рексових пластин III і IV (fasciculus proprius). У пластині Рекседа II виявлено високу концентрацію речовини P та опіатних рецепторів. Вважається, що ця пластинка має важливе значення для модуляції сенсорного входу, визначаючи, яка модель вхідної інформації спричинить відчуття, що будуть інтерпретуватися мозком як больові.

Пластина III - складається з клітин різного розміру, аксони цих нейронів кілька разів роздвоюються і утворюють щільне сплетіння. Клітини цього шару отримують аксодендритні синапси від волокон A β , що входять до волокон дорсального корінця. Він містить дендрити клітин з IV, V і VI пластин. Більшість нейронів у пластинці III функціонують як пропріоспінальні/інтернейронні клітини.

Пластина IV - найтовстіша з перших чотирьох пластин. Клітини цього шару отримують A β -аксони, які несуть переважно нешкідливу інформацію. Крім того, дендрити нейронів у пластині IV випромінюють до пластини II і реагують на такі подразники, як легкий дотик.

Нечітко окреслене власне ядро розташоване в голівці цього шару. Деякі клітини проектується до таламуса через контралатеральний та іпсилатеральний спіноталамічні шляхи.

Пластина V - складається з нейронів, дендрити яких знаходяться в пластині II. Нейрони цієї пластинки отримують моносинаптичну інформацію від аксонів A β , Ad і C, які також несуть ноцицептивну інформацію від

вісцеральних органів. Ця пластина охоплює широку зону, що простягається через шийку спинного рогу, і поділяється на медіальну і латеральну частини. Багато клітин рекседової пластини V проєктуються до стовбура мозку і таламуса через контралатеральний та іпсилатеральний спіноталамічний тракт. Крім того, на її клітинах синапсують низхідні кортикоспінальні та руброспінальні волокна.

Пластина VI - це широкий шар, який найкраще розвинений у шийному та поперековому відділах. VI пластина також поділяється на медіальну та латеральну частини. Аферентні аксони групи Ia від м'язових веретен закінчуються в медіальній частині на сегментарних рівнях від C₈ до L₃ і є джерелом іпсилатеральних спіноцеребелярних шляхів. Багато дрібних нейронів є інтернейронами, що беруть участь у спінальних рефlekсах, тоді як низхідні шляхи стовбура мозку проєктуються в латеральну зону VI шару Рекседа.

Пластина VII - ця пластина займає велику гетерогенну область. Ця ділянка також відома як проміжна зона (або проміжно-латеральне ядро). Її форма і межі змінюються по довжині спинного мозку. Нейрони VII пластини отримують інформацію від II-VI пластин Рекседа, а також від вісцеральних аферентних волокон і слугують проміжним реле при передачі імпульсів вісцеральних мотонейронів. Дорсальне ядро Кларка утворює помітну круглу овальну клітинну колону від C₈ до L₃. Великі клітини дають початок неперехрещеним нервовим волокнам дорсального спіноцеребелярного тракту (DSCT).

Клітини в пластинах з V по VII, які не утворюють дискретного ядра, дають початок неперехрещеним волокнам, що формують вентральний спіноцеребелярний тракт (BCCT). Клітини бічного рогу в сегментах T₁ і L₃ дають початок прегангліонарним симпатичним волокнам, які іннервують постгангліонарні клітини, розташовані в симпатичних гангліях за межами шнура. Нейрони бічних рогів у сегментах S₂-S₄ дають початок прегангліонарним нейронам крижових парасимпатичних волокон, які іннервують постгангліонарні клітини, розташовані в периферичних гангліях.

Пластина VIII - включає ділянку біля основи вентрального рогу, але її форма відрізняється на різних рівнях мозку. У розширеннях спинного мозку пластина займає лише медіальну частину вентрального рогу, де закінчуються низхідні вестибулоспінальні та ретикулоспінальні волокна. Нейрони пластини VIII модулюють рухову активність, найімовірніше, через мотонейрони g, які іннервують інтрафузальні м'язові волокна.

Пластина IX - Складається з декількох окремих груп великих рухових нейронів і невеликі γ і β мотонейрони, вбудовані в цей шар. Його розмір і форма відрізняються на різних рівнях шнура. У розширеннях канатика

кількість α -рухових нейронів збільшується і вони утворюють численні групи. α мотонейрони є великими і мультиполярними клітинами і дають початок вентральним корінцевим волокнам, які живлять екстрафузальні скелетні м'язові волокна, в той час як маленькі γ мотонейрони дають початок інтрафузальним м'язовим волокнам. α мотонейрони соматотопічно організовані.

Пластина X - нейрони рексодової пластинки X оточують центральний канал і займають комісуральну латеральну ділянку сірої спайки, яка також містить децидуальні аксони.

Таким чином, пластини I-IV відповідають за екстероцептивні відчуття, тоді як пластини V і VI відповідають переважно за пропріоцептивні відчуття і діють як реле між периферією та середнім мозком і мозочком. Пластини VIII і IX утворюють кінцевий руховий шлях, який ініціює і модулює рухову активність за допомогою α , β і γ мотонейронів, які іннервують посмуговані м'язи. Всі вісцеральні мотонейрони розташовані в пластині VII і іннервують нейрони в вегетативних гангліях.

Спинномозкові нерви

Спинномозкові нерви виникають уздовж спинного мозку від з'єднання дорсальних і вентральних корінців. Всі спинномозкові нерви є змішаними нервами, оскільки містять як сенсорні, так і соматичні відростки рухових нейронів. Деякі спинномозкові нерви також є парасимпатичними або симпатичними. Більшість спинномозкових нервів виходять з хребетного стовпа між сусідніми хребцями. Спинномозкові нерви класифікуються за областю хребетного стовпа, з якої вони виходять - шийні (C), грудні (T), поперекові (L), крижові (S) і куприкові (Cx) (рис. 11). Спинномозкові нерви також пронумеровані (починаючи зверху) відповідно до їх порядку в цій області. Таким чином, 31 пара спинномозкових нервів - це C₁ - C₈, T₁ - T₁₂, L₁ - L₅, S₁ - S₅ і Cx.

Більшість спинномозкових нервів об'єднані в три сплетіння, де нерви об'єднуються, а потім розходяться: шийне сплетіння, плечове сплетіння і попереково-крижове сплетіння. Основні нерви ший та кінцівок є гілками цих сплетінь. Спинномозкові нерви з T₂ по T₁₁ не об'єднуються в сплетіння. Замість цього ці нерви простягаються навколо грудної клітки між ребрами, віддаючи гілки до м'язів і шкіри. Еферентні нервові волокна, що відходять від сплетінь, іннервують групи скелетних м'язів, а аферентні нервові волокна забезпечують чутливу іннервацію шкіри над цими м'язами.

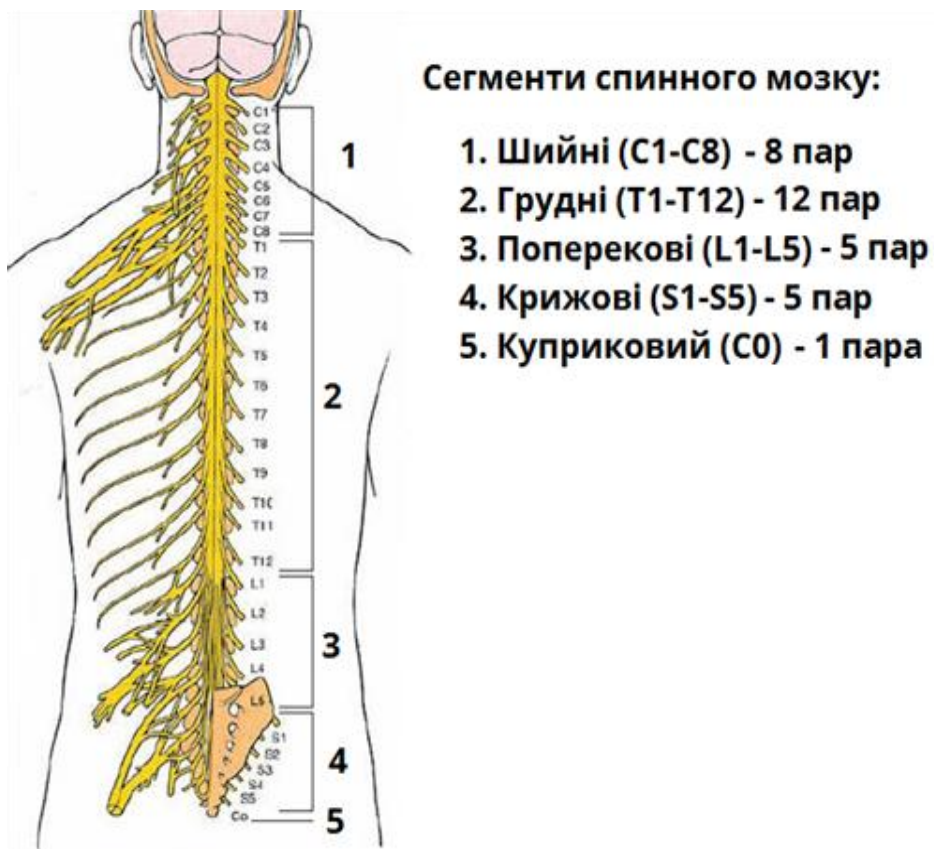


Рис.12. Спинномозкові нерви.

Спинний мозок, спинномозкові нерви, їхні сплетіння та гілки.

Шийне сплетіння

Шийне сплетення бере початок від спинномозкових нервів C1-C4. Гілки цього сплетення іннервують деякі м'язи, прикріплені до під'язикової кістки, а також шкіру шиї та задньої частини голови. Однією з найважливіших гілок шийного сплетення є діафрагмальний нерв, який іннервує діафрагму. Скорочення діафрагми значною мірою відповідає за здатність дихати.

Плечове сплетіння

Плечове сплетіння бере початок від спинномозкових нервів C5 - T1. П'ять основних нервів відходять від плечового сплетіння для живлення верхньої кінцівки і плеча. Пахвовий нерв іннервує два м'язи плеча і шкіру над частиною плеча. Променевий нерв іннервує всі м'язи, розташовані на задній поверхні руки та передпліччя. Він іннервує шкіру на задній поверхні руки, передпліччя та кисті. М'язово-шкірний нерв іннервує передні м'язи руки і шкіру над частиною передпліччя. Ліктьовий нерв іннервує два передні м'язи передпліччя і більшість внутрішніх м'язів кисті. Він також іннервує шкіру на ліктьовому боці руки. Ліктьовий нерв може бути легко пошкоджений там, де він проходить позаду медіальної сторони ліктя.

Серединний нерв іннервує більшість передніх м'язів передпліччя та деякі внутрішні м'язикисті. Він також іннервує шкіру на променевій стороні руки.

Попереково-крижове сплетіння

Попереково-крижове сплетення бере початок від спинномозкових нервів L₁-S₄. Чотири основні нерви виходять із сплетіння для живлення нижньої кінцівки. Затульний нерв іннервує м'язи медіальної частини стегна і шкіру в цій же області. Стегновий нерв іннервує м'язи передньої поверхні стегна і шкіру передньої поверхні стегна і медіальної сторони ноги. Великогомільковий нерв іннервує задні м'язи стегна, передні та задні м'язи гомілки, а також більшість внутрішніх м'язів стопи. Він також іннервує шкіру над підшвою стопи. Загальний малогомільковий нерв іннервує м'язи латеральної поверхні стегна і гомілки та деякі внутрішні м'язи стопи. Він іннервує шкіру передньої і бічної поверхні гомілки та тильної поверхні стопи. Великогомільковий і загальний малогомільковий нерви пов'язані між собою сполучнотканинною оболонкою і разом називаються сідничним нервом.

Відділи спинного мозку, що живлять м'язи та отримують сенсорний вхід від певних ділянок тіла.

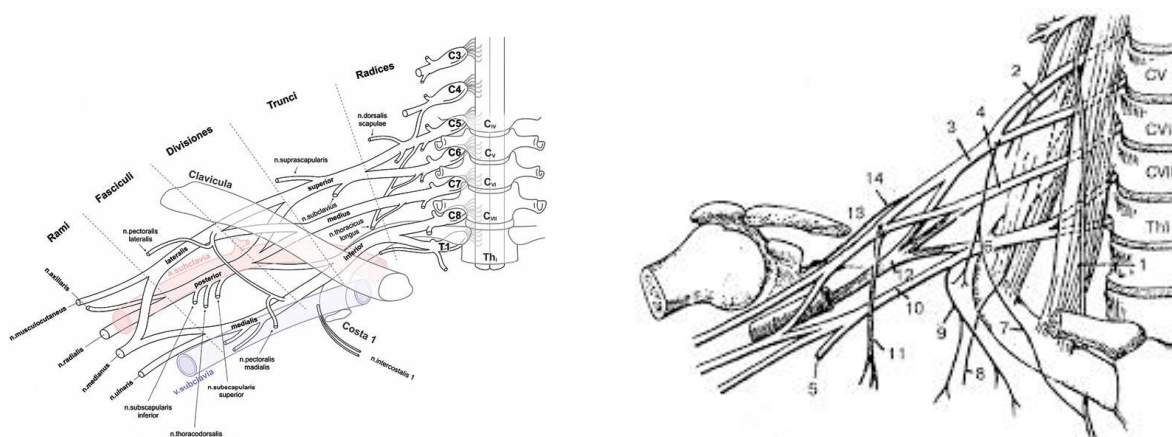


Рис.13. Плечове та попереково-крижове сплетіння.

Анатомічні та фізіологічні властивості периферичних нервів і міоневральних синапсів.

МАКРОСКОПІЧНА БУДОВА ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ

Центральна нервова система включає головний і спинний мозок, тоді як периферична нервова система складається з периферичних нервів та їхніх похідних спинномозкових нервів, черепно-мозкових нервів і периферичної вегетативної нервової системи.

Периферичні нерви складаються з рухових, чутливих і постгангліонарних вегетативних нервових волокон, які служать для зв'язку між спинним мозком і рештою тіла. Рухові аксони, які виходять з вентрального рогу, і чутливі аксони, які входять в дорсальний ріг спинного мозку дистально, утворюють вентральний і дорсальний корінці відповідно; вони об'єднуються, утворюючи змішані спинномозкові нерви при проходженні через спинномозкові отвори.

Спинномозкові нерви поділяються на дорсальні та вентральні корінці, які формують сплетіння та периферичні нерви, що живлять різні ділянки тіла. Наприклад, вентральні корінці від C₅ до T₁ утворюють плечове сплетіння, тоді як дорсальні корінці на цих рівнях живлять задню частину шиї та тулуба. Тіла рухових нейронів периферичних нервів розташовані у вентральному розі спинного мозку, а тіла чутливих нейронів - у дорсальних корінцевих гангліях безпосередньо поза спинним мозком у міжхребцевих отворах. Розуміння відмінностей у розташуванні тіл рухових та чутливих клітин є критично важливим для точної діагностики та локалізації таких станів, як травма плечового сплетіння. Наприклад, відрив нерва від спинного мозку є постгангліонарним пошкодженням рухових нервових волокон, але прегангліонарним пошкодженням чутливих нервових волокон, оскільки зв'язки між тілами чутливих клітин у дорсальному корінцевому ганглії та аксонами не розірвані.

Периферичні нерви складаються з організованих груп нервових пучків, які утворюють нервові гілки для іннервації кінцевих органів. Пучки всередині нерва більші і менш численні в більш проксимальних ділянках і менші і більш численні в дистальних ділянках. У проксимальному відділі кінцівки нервові волокна, які живлять проксимальну частину кінцівки, як правило, розташовані більш поверхнево, щоб полегшити розгалуження до своєї цілі, порівняно з більш дистально спрямованими волокнами, які розподілені по декількох пучках. Коли нерв реорганізується в дистальному напрямку, нервові волокна з однаковою дистальною метою приєднуються до одних і тих же пучків. Перед розгалуженням пучки стають поверхнево розташованими, а кінцеві гілки часто є монофасцикулярними. Дистально фасцикули стають кабелеподібними і можуть простежуватися проксимально на значній відстані з послідовною соматичною організацією. З часом пучки починають змішуватися з іншими пучками проксимально і стають менш дискретними. Здатність простежувати чітко окреслені пучки на значній відстані проксимально є основою для хірургічної трансплантації нервів.

Історично вважалося, що пучки часто перерозподіляються, розгалужуючись і об'єднуючись з іншими пучками, що призводить до постійної зміни сплетеної архітектури. Сандерленд вважав, що будь-який даний фасцикулярний візерунок не зберігається довше 1,5 см.

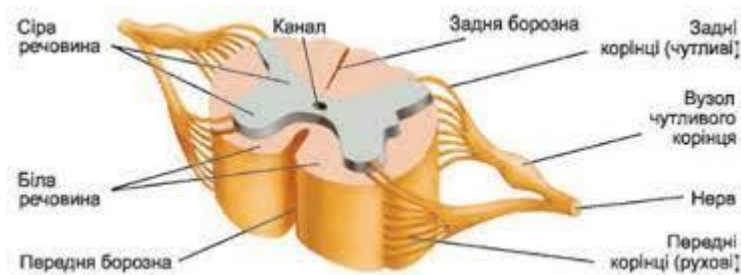


Рис.14. Корінці спинномозкових нервів.

Ілюстрація показує, що рухові аксони, які виходять з вентрального рогу спинного мозку, утворюють вентральні корінці, а чутливі аксони, які входять в дорсальні корінцеві ганглії, утворюють дорсальні корінці. Вентральні та дорсальні корінці об'єднуються, утворюючи змішані спинномозкові нерви, які потім розділяються на вентральні та дорсальні корінці.

МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ

Нейрон є найменшою функціональною одиницею нервів і складається з тіла клітини з цитоплазматичними відростками, включаючи кілька дендритних відростків для отримання інформації (аферентних) і один аксонний відросток для передачі інформації (еферентний) (Рис.15). Усередині клітинного тіла, інакше відомого як сома, знаходиться ядро, нейрофіламенти, мітохондрії, лізосоми і тільця Ніссля, оточені цитоплазмою. Клітинні тіла периферичних нервів іноді розташовані в межах центральної нервової системи. Аксон бере початок із соми в місці, яке називається аксонним бугром, і рухається в дистальному напрямку як периферичне продовження. Кожен аксон має тонкий зовнішній шар, який називається аксолемою - клітинною мембраною, що оточує аксоплазму і відходить від тіла клітини по всій довжині аксона. Аксоплазма виконує роль каналу для транспортування речовин від тіла клітини до дистальних нервових закінчень і навпаки. Усередині аксона є багато структур, що підтримують його функцію, включаючи мітохондрії, ендоплазматичний ретикулум, лізосоми, везикули, мікротрубочки та нейрофіламенти. Шванівські клітини обертаються навколо аксонів і відкладають мієлін вздовж аксолеми.

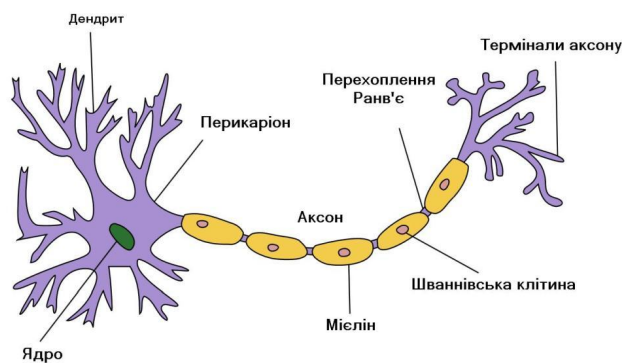


Рис.15. Нейрон.

Схема нейрона, який є найменшою функціональною одиницею периферичних нервів. Дендрити отримують інформацію (аферентно), а аксон передає інформацію (еферентно) до інших нейронів або до кінцевих органів, таких як рухові кінцеві пластинки. Аксонний пагорб - це місце, де аксон виходить з тіла клітини. Кожен аксон вкритий клітинною оболонкою, інакше відомою як аксолема. Мієлінові нервові волокна мають аксони, оточені рядом шваннівських клітин, кожна з яких багато разів обертається навколо аксона, утворюючи мієлінову оболонку. Відрізки аксона між шваннівськими клітинами називаються вузлами Ранв'є. Аксони можуть утворювати відростки у вузлах Ранв'є, що дозволяє тілу однієї клітини іннервувати кілька кінцевих органів.

Аксони з асоційованими з ними шваннівськими клітинами утворюють нервові волокна. Мієлінові нервові волокна складаються з ряду сусідніх шваннівських клітин, які оточують і обертаються навколо одного аксона, покриваючи його кількома компактними шарами плазматичної мембрани, утворюючи мієлінову оболонку. Сегменти аксона, вкриті шваннівськими клітинами і мієліном, називаються міжвузлями, тоді як невеликі сегменти аксона між шваннівськими клітинами називаються вузлами Ранв'є.

Нервово-м'язове з'єднання, також зване **міоневральним з'єднанням**, місце хімічного зв'язку між нервовим волокном і м'язовою клітиною. Нервово-м'язове з'єднання є аналогом синапс між двома нейронами. Нервово-м'язове з'єднання ділиться на багато кінцевих гілок; кожна кінцева гілка закінчується на ділянці м'язового волокна, яка називається кінцевою пластинкою. У кінцеву пластинку вбудовані тисячі рецепторів - довгих білкових молекул, які утворюють канали крізь мембрану. Після стимуляції нервовим імпульсом термінал вивільняє хімічний нейромедіатор ацетилхолін із синаптичних везикул. Потім ацетилхолін зв'язується з рецепторами, канали відкриваються, і іони натрію надходять до кінцевої пластинки. Це ініціює потенціал кінцевої пластинки - електричну подію, яка призводить до скорочення м'язового волокна.

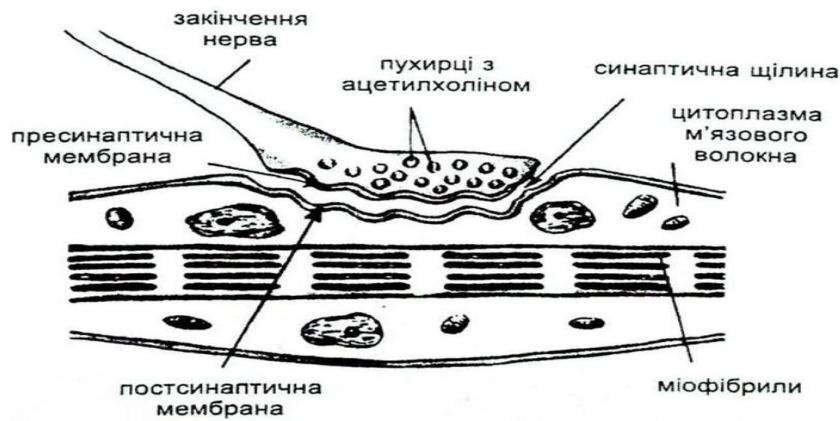


Рис.16. Нервово-м'язове з'єднання.

Спинномозкові рефлекси

Як зазначалося в попередньому розділі, відчуття положення тіла необхідне для адаптивного управління рухами. Для того, щоб перемістити кінцівку в певне місце, необхідно знати початкове вихідне положення кінцівки, а також будь-яку силу, прикладену до кінцівки.

М'язові веретена і сухожильні органи Гольджі надають таку інформацію. Крім того, ці рецептори є компонентами певних спінальних рефлексів, які важливі як для клінічної діагностики, так і для базового розуміння принципів моторного контролю.

Колінний рефлекс

Найпростішим рефлексом є рефлекс розтягування - рефлекс, при якому м'язи скорочуються у відповідь на дію сили, що розтягує їх. Низхідні нейрони спинного мозку синапсуються з нейронами рефлексу розтягування і модулюють їхню активність. Ця активність важлива для підтримання поствидації та координації м'язової активності. Колінний рефлекс, або колінний рефлекс (рис. 18), є класичним прикладом рефлексу розтягування і використовується клініцистами, щоб визначити, чи функціонують вищі центри ЦНС, які зазвичай впливають на цей рефлекс. При постукуванні по зв'язці надколінка розтягується сухожилля чотириголового м'яза стегна і самі м'язи. Сенсорні рецептори в цих м'язах також розтягуються, і активується рефлекс розтягування.

Отже, скорочення м'язів витягує ногу, що призводить до характерної ривкової реакції в колінному суглобі. Після важкої травми спинного мозку всі спинномозкові рефлекси втрачаються на кілька тижнів. Приблизно через 2 тижні після травми колінний рефлекс повертається, але він часто перебільшений. Коли рефлекс розтягування сильно перебільшений, це вказує на те, що нейрони в головному або спинному мозку, які зазвичай модифікують цей рефлекс, були пошкоджені.



Рис.17. Колінний рефлекс.

Рефлекс відміни

Функція відведення, або згинального рефлексу, полягає в тому, щоб відвести кінцівку або іншу частину тіла від больового подразника (рис. 19). Сенсорні рецептори - це больові рецептори. Потенціали дії від больових подразників проводяться аферентними нейронами через спинний корінець до спинного мозку, де вони синапсують із збудливими асоціативними нейронами, які, в свою чергу, синапсують з еферентними нейронами. Ці нейрони стимулюють м'язи, зазвичай м'язи-згиначі, які відводять кінцівку від джерела больового подразника.

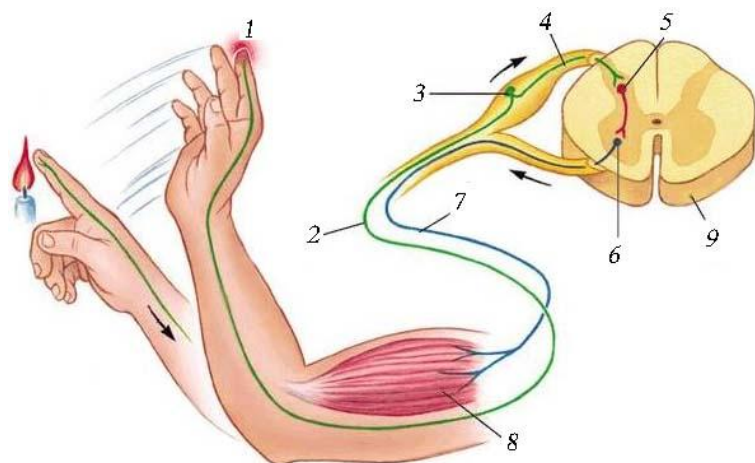


Рис.18. Рефлекс відміни.

Комплексне обстеження неврологічного хворого повинно включати перевірку ряду рефлексів:

- плечепроменевий рефлекс
- рефлекс згиначів пальців
- Рефлекс Гофмана
- Рефлекс Тромнера
- Грудний рефлекс
- Надколінковий рефлекс
- Перехресний аддукторний рефлекс
- колінний рефлекс
- підколінний рефлекс
- гомілковостопний рефлекс
- підошовний рефлекс

Тема 3. Анатомо-фізіологічні аспекти значення головного мозку у регуляції рухів та постави тіла.

Центральна нервова система

Центральна нервова система (ЦНС) складається з головного і спинного мозку. Головний мозок - це частина ЦНС, розміщена в склепінні черепа. Основними відділами головного мозку є стовбур мозку, проміжний мозок, середній мозок, довгастий мозок і мозочок (рис. 19).

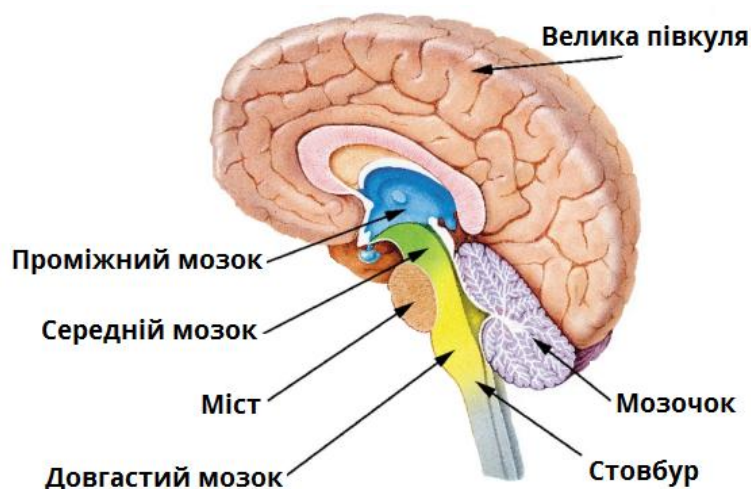


Рис.19. ЦНС.

Мозковий стовбур

Довгастий мозок, проміжний і середній мозок утворюють стовбур головного мозку (рис. 19). Стовбур головного мозку з'єднує спинний мозок з решетою головного мозку і містить кілька ядер, які беруть участь у життєво важливих функціях організму, таких як контроль серцевого ритму і дихання. Пошкодження невеликих ділянок стовбура мозку може спричинити смерть, тоді як пошкодження відносно великих ділянок головного мозку або мозочка часто не призводить до смерті.

Довгастий мозок

Довгастий мозок є найнижчим відділом стовбура головного мозку (див. рис. 20) і з'єднується зі спинним мозком безперервно. Крім висхідних і низхідних нервових шляхів, довгастий мозок містить окремі ядра зі специфічними функціями, такими як регуляція частоти серцевих скорочень і діаметра кровоносних судин, дихання, ковтання, блювання, кашлю, чхання, рівноваги і координації. На передній поверхні довгастого мозку є два помітних розширення, які називаються пірамідами, що збільшують довжину довгастого мозку.

Піраміди складаються з низхідних нервових шляхів, які передають потенціали дії від головного мозку до рухових нейронів спинного мозку і беруть участь у свідомому контролі скелетних м'язів.

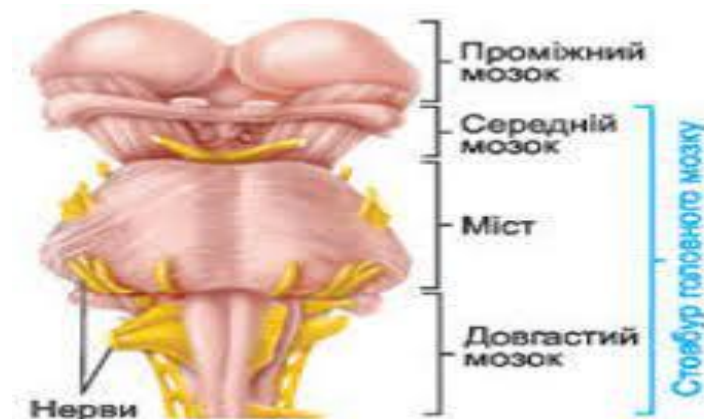


Рис.20. Стовбур мозку.

Міст

Безпосередньо над довгастим мозком розташований проміжний мозок. Він містить висхідні та низхідні нервові шляхи, а також кілька ядер. Деякі з ядер моста передають інформацію між головним мозком і мозочком. Термін pons

означає «міст», і він описує як структуру, так і функцію моста. Мало того, що мозочок є функціональним мостом між головним мозком і мозочком, на передній поверхні він нагадує аромчний пішохідний міст. Кілька ядер довгастого мозку, описаних вище, також простягаються в нижню частину кісточок, так що такі функції, як дихання, ковтання і рівновага, контролюються в нижніх відділах кісточок, а також у довгастому мозку. Інші ядра в мосту контролюють такі функції, як жування і слиновиділення.

Середній мозок

Середній мозок, розташований трохи вище моста, є найменшим відділом стовбура головного мозку (див. рис. 21). Верхня частина середнього мозку складається з чотирьох горбків, які називаються колінчастими тілами. Два нижніх горбики є основними релейними центрами для слухових нервових шляхів у ЦНС. Дві верхні колікули беруть участь у зорових рефlekсах. Поворот голови у відповідь на постукування по плечу, раптовий гучний звук або яскравий спалах світла - це рефlekси, що контролюються верхніми колікулами. Середній мозок містить ядра, які беруть участь у координації рухів очей і контролюють діаметр зіниці та форму кришталика. Середній мозок також містить чорну ядерну масу, так звану чорну субстанцію, яка є частиною базального ядра і бере участь у регуляції загальних рухів тіла.

Інша частина середнього мозку складається переважно з висхідних шляхів від спинного мозку до головного та низхідних рухових шляхів від головного мозку до спинного.

Функції ретикулярної формації

По всьому стовбуру мозку розкидана група ядер, які разом називаються ретикулярною формацією (рис. 21). Ретикулярна формація складається з сітчастої структури різних ядер і нейронів стовбура мозку і охоплює широку частину стовбура мозку, що починається в проміжному мозку, простягається каудально через довгастий мозок і проектується у верхні шийні сегменти спинного мозку. Ретикулярна формація не має чітких цитоархітектурних меж і розсіяна по всьому стовбуру мозку як мережа взаємопов'язаних нейронів з багатьма проекціями рострально до підкіркових і кіркових структур мозку, а також каудально до спинного мозку. Незважаючи на те, що ретикулярна формація не має чітких меж, вона містить понад 100 окремих ядер стовбура мозку. Ретикулярна формація є основним компонентом ретикулярної активуючої системи, яка відіграє важливу роль у пробудженні та підтримці свідомості, а також у регулюванні циклу сну і неспання. Такі подразники, як дзвінок будильника, раптове яскраве світло, запах солі або холодної води, що бризкає на обличчя, можуть приспати свідомість. І навпаки, усунення зорових або слухових подразників може призвести до сонливості або сну. Загальні

анестетики діють, пригнічуючи ретикулярну активуючу систему. Пошкодження клітин ретикулярної формації може призвести до коми.

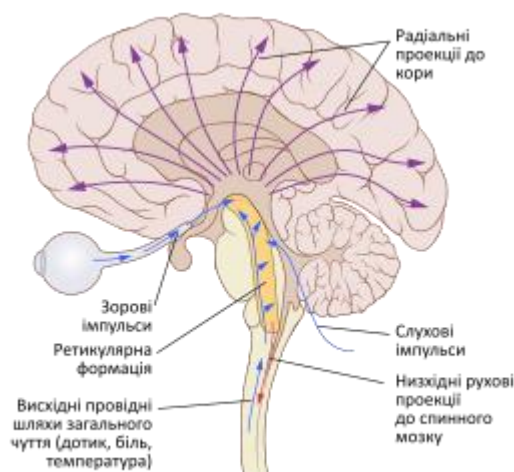


Рис.21. Ретикулярна активуюча система.

Проміжний мозок

Проміжний мозок (рис. 22) - це частина головного мозку між стовбуром і головним мозком. Його основними компонентами є таламус, епіталамус і гіпоталамус.

Таламус

Таламус - це, безумовно, найбільша частина дієнцефалону. Він складається зі скупчення ядер і за формою нагадує йо-йо, з двома великими бічними частинами, з'єднаними в центрі невеликою проміжною. Більшість сенсорних сигналів, що надходять через спинний мозок і стовбур головного мозку, спрямовуються до таламуса, де аферентні нейрони синапсують з нейронами таламуса. Нейрони таламуса, в свою чергу, посилають свої аксони до кори головного мозку. Таламус також виконує інші функції, наприклад, впливає на настрій і реєструє нелокалізоване, дискомфортне сприйняття болю.

Епіталамус

Епіталамус - це невелика ділянка, розташована над і позаду таламуса. Він складається з декількох невеликих ядер, які беруть участь в емоційній і вісцеральній реакції на запахи, і шишкоподібного тіла. Шишкоподібне тіло - це ендокринна залоза, яка може впливати на початок статевого дозрівання. Він також може відігравати певну роль у контролі деяких довготривалих циклів, які залежать від циклу «світло-темрява».

Гіпоталамус

Гіпоталамус є найнижчою частиною дієнцефалону і містить кілька невеликих ядер, які дуже важливі для підтримки гомеостазу. Гіпоталамус відіграє центральну роль у контролі температури тіла, голоду та спраги. Такі відчуття, як сексуальне задоволення, відчуття розслабленості та «доброго самопочуття» після їжі, гнів і страх пов'язані з функціями гіпоталамуса. Емоційні реакції, які здаються невідповідними обставинам, такі як «нервові потовиділення» у відповідь на стрес або відчуття голоду в результаті депресії, також пов'язані з гіпоталамусом.

Воронкоподібне стебло простягається від дна гіпоталамуса до гіпофіза. Гіпоталамус відіграє важливу роль у контролі секреції гормонів гіпофіза. Мамілярні тіла утворюють зовні видимі припухлості на задній частині гіпоталамуса і беруть участь в емоційних реакціях на запахи і в пам'яті.

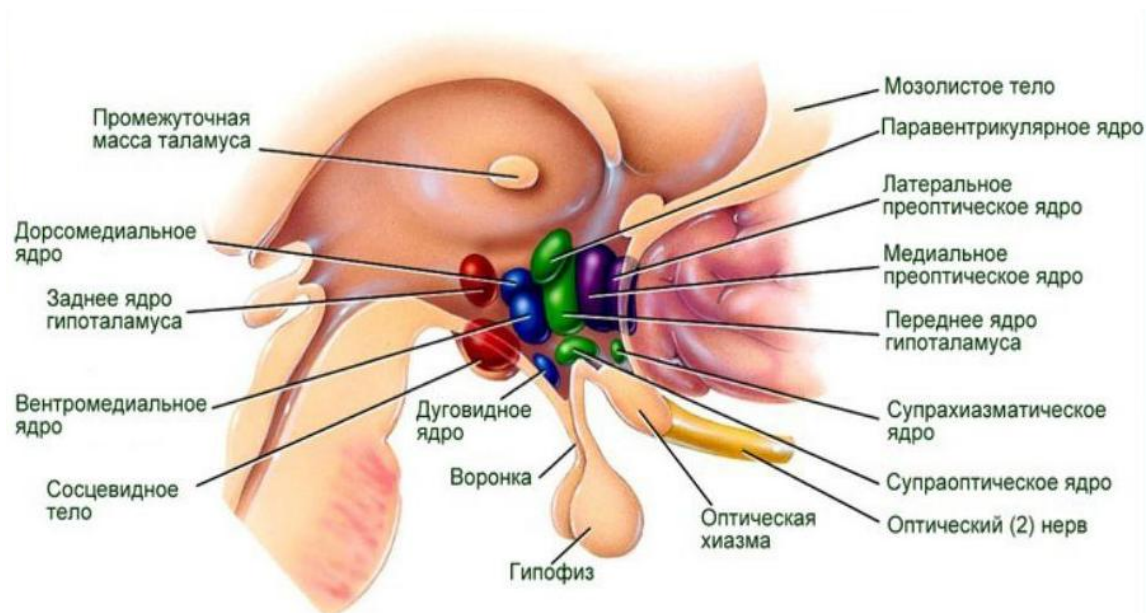


Рис. 22. Ядра таламуса і гіпоталамуса.

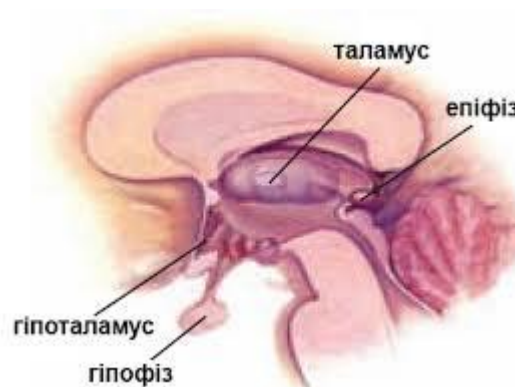


Рис. 23. Середній мозок.

Роль переднього мозку і мозочка в регуляції рухових функцій організму.

Великий мозок

Головний мозок - найбільша частина головного мозку (рис. 25). Він розділений на ліву і праву півкулі поздовжньою щілиною. Найпомітнішими особливостями на поверхні кожної півкулі є численні складки, які називаються звивини, що значно збільшують площу кори, та проміжні борозенки, які називаються борознами.

Кожна півкуля головного мозку розділена на частки, названі на честь кісток черепа, що їх покривають. Лобна частка важлива для довільної моторики, мотивації, агресії, настрою та нюху, а також для сприйняття запахів. Тім'яна частка є основним центром прийому та оцінки більшості сенсорної інформації, такої як дотик, біль, температура, рівновага і смак.

Лобову і тім'яну частки розділяє помітна борозна, яка називається центральною. Потилична частка відповідає за прийом та інтеграцію зорових сигналів і не є чітко відокремленою від інших часток. Скронева частка оцінює нюхову (нюх) і слухову (слух) інформацію і відіграє важливу роль у пам'яті. Її передня і нижня частини називаються «психічною корою», і вони пов'язані з такими функціями, як абстрактне мислення і судження. Більша частина скроневої частки відокремлена від решти головного мозку бічною щілиною.



Рис.24. Кора головного мозку.

Базальні ядра

Базальні ядра - це група функціонально пов'язаних ядер (рис. 26). Два основних ядра - це смугасте тіло, розташоване в глибині головного мозку, і чорна субстанція, група темнопігментованих клітин, розташованих у середньому мозку. Базальні ядра відіграють важливу роль у формуванні поведінки, плануванні та координації рухових рухів. Складні нейронні зв'язки пов'язують базальні ядра з корою головного мозку. Дофамін - це нейромедіатор, що виробляється в чорній субстанції, який чинить гальмівний вплив на смугасте тіло. Основним ефектом базальних ядер є зниження м'язового тону і пригнічення м'язової активності. Порушення роботи базальних ядер, такі як хвороба Паркінсона і церебральний параліч, призводять до підвищення м'язового тону і перебільшених, неконтрольованих рухів, що виникають, в основному, коли людина намагається втриматися на місці, через зниження функції базальних ядер.

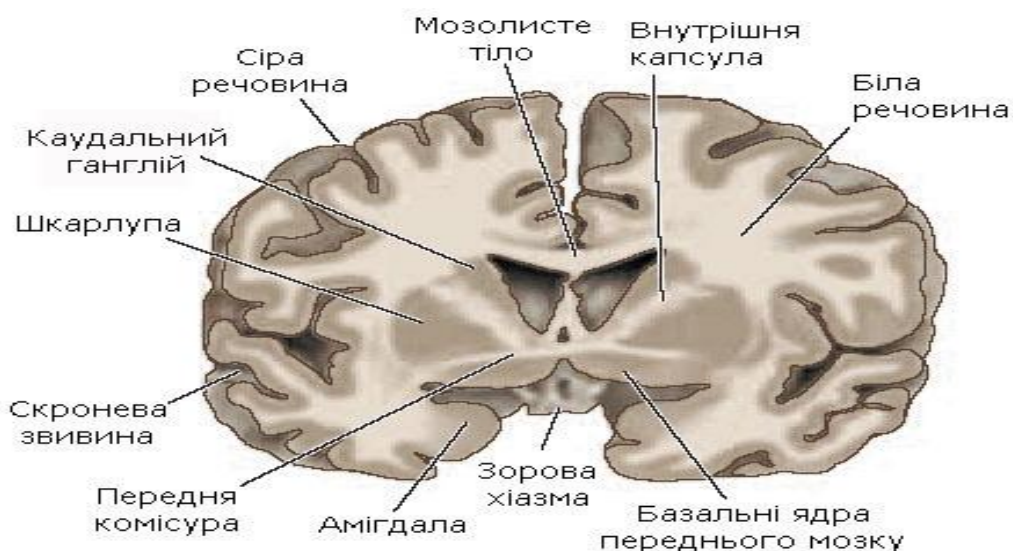


Рис.25. Базальні ганглії.

Роль мозочка в регуляції рухових функцій

Кора мозочка складається з сірої речовини і має звивини та борозни, але звивини набагато менші, ніж у мозочка (рис. 26). Внутрішньо мозочок складається з ядер (рис. 27) та нервових шляхів. Мозочок відповідає за рівновагу, підтримання м'язового тону та координацію дрібної моторики. Якщо мозочок пошкоджений, м'язовий тонус знижується, а дрібна моторика стає дуже незграбною. Основна функція мозочка - функція компаратора. Потенціали дії з моторної кори головного мозку спускаються в спинний мозок,

щоб ініціювати довільні рухи. Від моторної кори до мозочка також надходять колатералі, які передають інформацію про запланований рух. Одночасно потенціали дії від пропріоцептивних нейронів досягають мозочка.

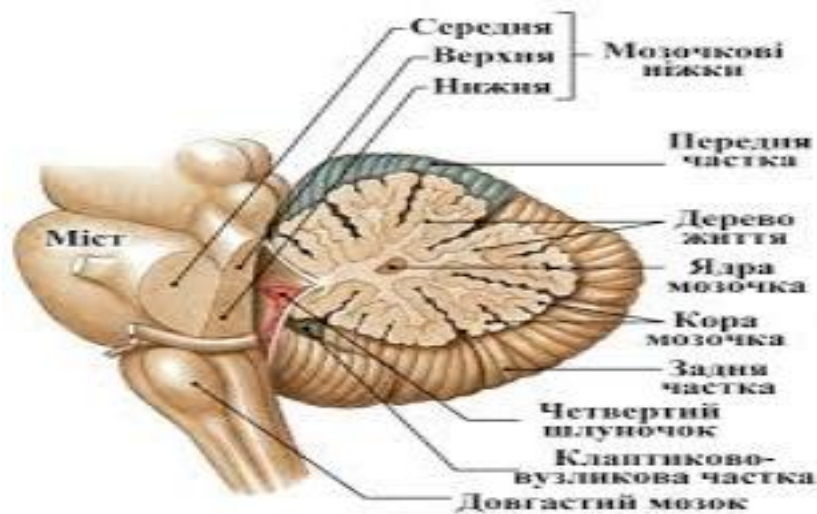


Рис. 26. Мозочок.

Пропріоцептивні нейрони іннервують суглоби і сухожилля, надаючи інформацію про положення частин тіла. Мозочок порівнює інформацію про запланований рух від моторної кори з сенсорною інформацією від рухомих структур. Якщо виявляється розбіжність, мозочок посиляє потенціали дії до моторних нейронів у руховій корі та спинному мозку, щоб виправити невідповідність. Результат - плавні та скоординовані рухи. Наприклад, якщо закрити очі, функція мозочка-компаратора дозволяє плавно і легко торкнутися пальцем носа. Якщо мозочок не функціонує, палець, як правило, промахується повз ціль. Одним з ефектів алкоголю є пригнічення функції мозочка. Дисфункцію мозочкового компаратора можна зрозуміти, спостерігаючи за діями людини напідпитку. Інша функція мозочка пов'язана з навчанням руховим навичкам, таким як гра на піаніно або їзда на велосипеді.

Коли така навичка засвоюється, мозочок бере безпосередню участь в ініціюванні різних рухів. Після того, як мозочок «засвоїть» ці навички, більша частина рухів може виконуватися мозочком автоматично.

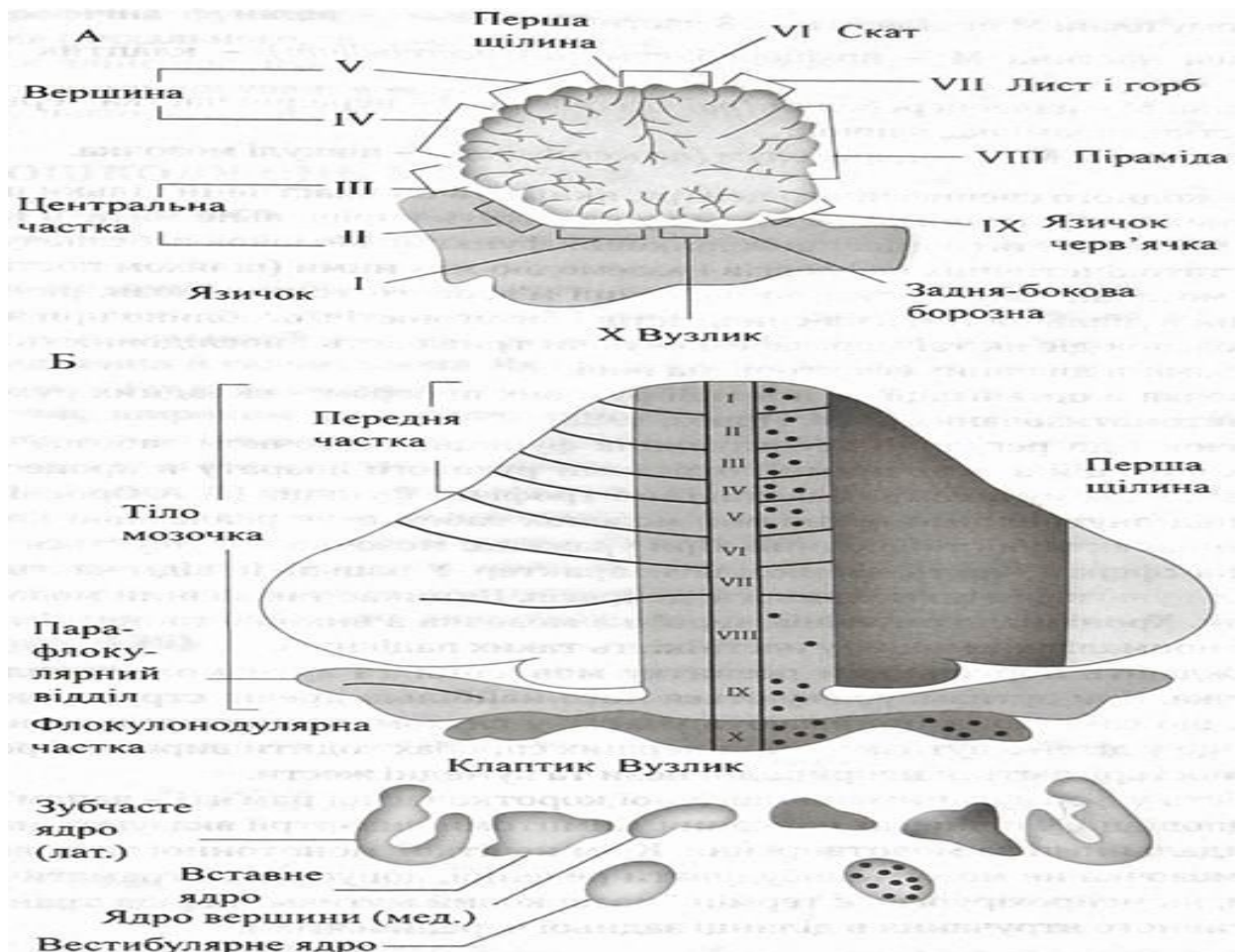


Рис.27. Ядра мозочка.

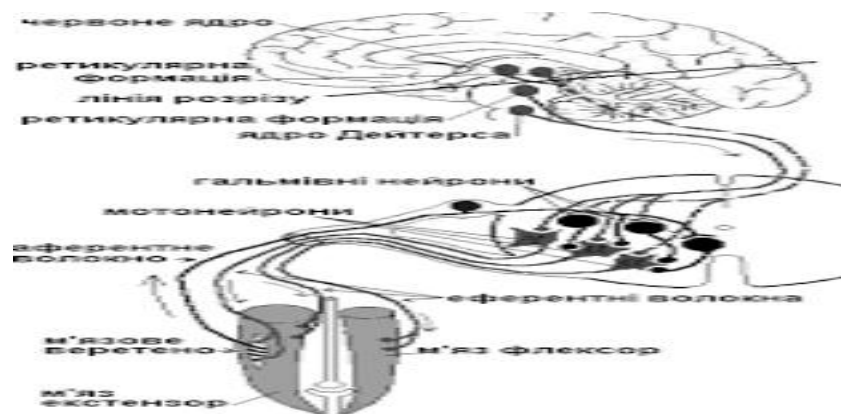


Рис. 28. Функція компаратора мозочка.

У центрі мозочка знаходиться група ядер - глибокі ядра мозочка (ГЯМ). Глибокі ядра мозочка - це вихідні зони мозочка, які отримують імпульси від кори і проєктуються на таламус, червоне ядро і стовбур мозку. Від медіального до латерального ядра мозочка розташовуються фастігіальне, інтерпозиційне (у людини воно поділяється на глобозне та емболічне ядра) та зубчасте ядра.

Симптоми ураження мозочка:

- Атаксія - це порушення координації рухів.
- Гіперметрія - це перебільшення амплітуди рухів, коли кінцівка промахується при досягненні бажаної мети. Гіпометрія - це недостатність межі рухів, коли під час рухів кінцівка зупиняється, не досягнувши мети.
- Асинергія. Він полягає в порушенні координації між м'язами-синергістами, це може бути:
 - Асинергія: при згинанні тулуба назад у пацієнта не відбувається згинання ніг в колінах;
 - Асинергія: при спробі сісти з положення лежачи у пацієнта відсутня фіксація суглобів ніг у горизонтальному положенні;
- Адіадохокінез. При пошкодженні мозочка заміна будь-якого руху протилежним відбувається повільно.
- Астазія - порушення статичних рефлексів: встановлення, пози.
- Атонія – це значне зниження м'язового тону.
- Астенія - м'язова слабкість.

Тема 4. Анатомо-фізіологічні аспекти сомато-сенсорної системи.

Соматосенсорні системи інформують нас про об'єкти зовнішнього середовища через дотик (тобто фізичний контакт зі шкірою) та про положення і рух частин нашого тіла (пропріоцепція) через стимуляцію м'язів і суглобів. Соматосенсорні системи також контролюють температуру тіла, зовнішніх об'єктів і навколишнього середовища та надають інформацію про больові, сверблячі та лоскочучі подразники. Сенсорна інформація, оброблена соматосенсорними системами, проходить різними анатомічними шляхами залежно від інформації, що передається. Наприклад, задній стовпоподібно-медіальний лемніскальний шлях несе дискримінаційну дотикову та пропріоцептивну інформацію від тіла, а головний сенсорний шлях трійчастого нерва - від обличчя. Тоді як спіноталамічні шляхи несуть грубу дотикову, больову і температурну інформацію від тіла, а спинномозковий трійчастий шлях несе цю інформацію від обличчя.

Анатомо-фізіологічні основи болю та знеболення.

Біль - це відчуття, що характеризується групою неприємних перцептивних та емоційних переживань. Існує два типи больових відчуттів: (1) гострий, чітко локалізований, колючий або ріжучий біль, що виникає внаслідок швидкого проведення потенціалів дії, і (2) дифузний, пекучий або ниючий біль, що виникає внаслідок потенціалів дії, які поширюються повільніше.

Поверхневі больові відчуття в шкірі мають високу локалізацію внаслідок одночасної стимуляції больових і тактильних рецепторів, які допомагають локалізувати джерело больових подразників. Глибокі або вісцеральні больові відчуття не є високо локалізованими через відсутність тактильних рецепторів у глибоких структурах. Вісцеральні больові подразники зазвичай сприймаються як дифузний біль.

Потенціали дії від больових рецепторів у локальних ділянках тіла можуть бути пригнічені хімічними анестетиками, введеними поблизу чутливого нерва, що призводить до зменшення больових відчуттів. Таке лікування називається місцевою анестезією. Больові відчуття також можуть бути пригнічені, якщо свідомість пригнічується хімічними анестетиками, які впливають на ретикулярну формацію. Цей метод лікування називається загальним наркозом.

На больові відчуття також можуть впливати вроджені системи контролю. Аферентні аксони від тактильних рецепторів шкіри мають колатеральні гілки, які синапсуються з нейронами в дорсальному розі спинного мозку. Ці нейрони, в свою чергу, синапсують з нейронами в дорсальному розі, які дають початок латеральному спіноталамічному тракту, і пригнічують їх. Потирання шкіри в зоні травми стимулює тактильні рецептори, які посиляють потенціали дії по аферентних аксонах до спинного мозку. Згідно з теорією управління воротами, ці потенціали дії «закривають ворота» і пригнічують потенціали дії, що надходять до мозку латеральним спіноталамічним трактом. Потенціали дії, що передаються латеральним спіноталамічним трактом, можуть також пригнічуватися потенціалами дії, що передаються низхідними нейронами системи дорсального стовпа. Ці нейрони стимулюються психічною або фізичною активністю, особливо рухом кінцівок. Низхідні нейрони синапсують з нейронами дорсального рогу, які дають початок латеральному спіноталамічному тракту, і пригнічують їх. Активна розумова або фізична діяльність збільшує частоту потенціалів дії в нейронах дорсального стовпа і може зменшити відчуття болю.

Ноцицептори - це сенсорні рецептори, які виявляють сигнали від пошкодженої тканини або загрози пошкодження, а також опосередковано реагують на хімічні речовини, що виділяються з пошкодженої тканини. Ноцицептори - це вільні (оголені) нервові закінчення, які знаходяться в шкірі (рис. 30), м'язах, суглобах, кістках і нутрощах. Нещодавно було виявлено, що нервові закінчення містять канали перехідного рецепторного потенціалу (ПРП), які відчують і виявляють пошкодження. Канали ПРП подібні до потенціалкерованих калієвих або нуклеотидних каналів, мають 6 трансмембранних доменів з порою між доменами 5 і 6. Вони трансформують різноманітні шкідливі подразники в рецепторні потенціали, які, в свою чергу, ініціюють потенціал дії у больових нервових волокнах. Цей потенціал дії

передається до спинного мозку і створює синаптичне з'єднання в пластинці I та/або II. Клітинні тіла ноцицепторів знаходяться переважно в дорсальному корінці та гангліях трійчастого нерва. Усередині ЦНС ноцицепторів не виявлено.

Ноцицептори не є рівномірно чутливими. Вони поділяються на кілька категорій, залежно від їхньої реакції на механічну, термічну та/або хімічну стимуляцію, що вивільняється внаслідок пошкодження, пухлини та/або запалення.

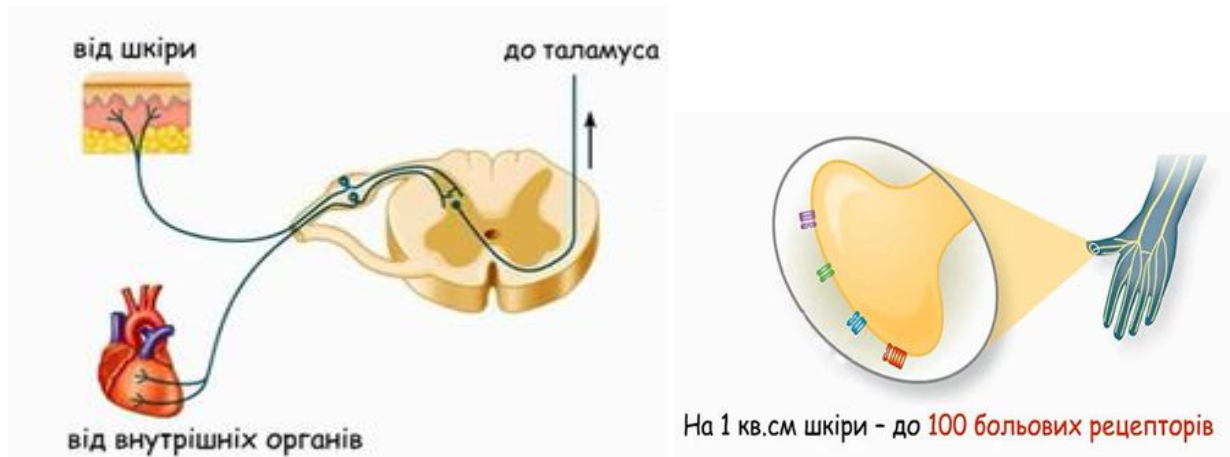


Рис.29. Різні ноцицептори/вільні нервові закінчення та волокна, що передають больові відчуття від ноцицепторів до спинного мозку.

Класифікація болю:

I. За патофізіологічним механізмом:

1. Ноцицептивний біль:

- а) соматичний (передається чутливими нервами)
 - поверхневий (шкірний);
 - глибокий (зв'язки, м'язи, сухожилля, суглоби, кістки, кровоносні судини);
- б) вісцеральний (передається вегетативними нервами).

2. Невропатичний біль:

- а) периферичний (пошкодження або захворювання корінців, периферичного нервів, сплетінь або вегетативних гангліїв);

б) центральний (в наслідок ушкодження головного або спинного мозку, або формування фантомного «вогнища» в корі головного мозку; приклад – таламічний біль, фантомний біль, постінсультний біль, біль при розсіяному склерозі).

3. Психогенний біль (діагностують у відсутності органічного захворювання або, коли не може бути пояснений характер і вираженість больового синдрому, має хронічний характер і виникає на тлі депресії, іпохондрії, тривоги, фобії).

4. Змішаний біль (поєднання різних видів болю).

II. За тривалістю:

1. Гострий
2. Хронічний
3. Рецидивуючий

III. За етіологією:

- 1) фізіологічний – виникає як адекватна відповідна реакція на дію шкідливого чинника.
- 2) патологічний – виникає при ураженні нервової системи або на дію непошкоджуючого фактора.
 - а) доброякісний
 - б) злоякісний
3. Ідіопатичний біль (з невстановлених причин).

IV. За анатомічною локалізацією:

- а) місцевий
- б) проєкційний

Загальні відчуття

Рецептори - це чутливі нервові закінчення в шкірі та інших тканинах, здатні реагувати на подразники, розвиваючи потенціали дії. Існує кілька типів рецепторів, кожен з яких реагує на різні типи подразників. Механорецептори реагують на механічні подразники, такі як згинання або розтягнення рецепторів, хеморецептори реагують на хімічні речовини, такі як молекули запаху, фоторецептори реагують на світло, терморецептори реагують на зміну температури, а ноцицептори реагують на подразники, які викликають відчуття болю. Багато рецепторів загальних відчуттів пов'язані зі шкірою; інші пов'язані з глибшими структурами, такими як сухожилля, зв'язки та м'язи.

Рецептори складаються з декількох типів нервових закінчень, які реагують на широкий спектр подразників. Структурно найпростішими і найпоширенішими сенсорними нервовими закінченнями є вільні нервові закінчення, які є відносно неспеціалізованими відростками нейронів, схожими на дендрити. Вільні нервові закінчення розподілені майже по всіх частинах тіла. Деякі вільні нервові закінчення реагують на больові подразники, деякі - на температуру, деякі - на

свербіж, а деякі - на рух. Температурні відчуття сприймаються спеціалізованими вільними нервовими закінченнями, які називаються холодовими та тепловими рецепторами. Холодові рецептори реагують на зниження температури, а теплові - на підвищення. Однак, коли холодна або гаряча температура стає надмірною, нижче 12°C (54°F) або вище 47°C (117°F) відповідно, ні холодові, ні теплові рецептори не функціонують, а стимулюються больові рецептори. Ось чому іноді важко відрізнити дуже холодний предмет від дуже теплого, коли він торкається шкіри.

Решта нервових закінчень структурно складніші, ніж вільні нервові закінчення, і багато з них вкриті капсулами. Диски Меркеля - це невеликі поверхневі нервові закінчення, які беруть участь у виявленні легкого дотику і поверхневого тиску. Рецептори волосяних фолікулів, пов'язані з волосками, також беруть участь у виявленні легкого дотику. Рецептори легкого дотику дуже чутливі, але не дуже розрізнявальні, тобто не можуть точно визначити місце дотику. Рецептори тонкого, розрізнявального дотику, так звані тільця Мейснера, розташовані глибоко в епідермісі. Ці рецептори дуже специфічні в локалізації тактильних відчуттів. Глибокі тактильні рецептори, які називаються кінцевими органами Руффіні, відіграють важливу роль у виявленні постійного тиску на шкіру. Найглибші рецептори - це рецептори, пов'язані з сухожиллями та суглобами, які називаються пачінієвими тілами.

Ці рецептори передають інформацію про глибинний тиск, вібрацію та положення(пропріоцепція).

Компоненти болю:

Сенсорний компонент. (таламус, лімбічна система) При зануренні руки у воду з температурою вище 45° С порушуються ноціцептори в шкірі. Їх аферентні імпульси передають інформацію про місцезнаходження гарячого стимулу, початок та закінчення (як тільки руку виймають з води) його дії та про його інтенсивність, що залежить від температури води. Ми усвідомлюємо цю інформацію у вигляді відчуття, як і інші сенсорні сигнали, наприклад, як тепло або холод при зануренні руки у воду. Цей аспект болю називають її сенсорним, або сенсорно-дискримінативним, компонентом.

Афективний компонент. Продовжимо тільки що розглянутий приклад. Купаючись у воді з температурою 25° С дуже спекотного літнього дня, ми не просто відчуваємо шкірою холод, водночас викликає приємне відчуття свіжості. Однак в холодний зимовий день та ж вода здавалася б неприємно холодною. Інакше кажучи, сенсорне відчуття може викликати задоволення або незадоволення в залежності від вихідних умов та інших обставин. Це справедливо практично для всіх сенсорних модальностей: зору, слуху, нюху чи дотику. Біль - виключення. Викликаються нею афекти, або емоції, майже виключно неприємні;

вона псує наше самопочуття, заважає жити. Цей аспект болю і є її афективний, або емоційний, компонент.

Вегетативний компонент. (рівень гіпоталамуса) Занурення руки в гарячу воду викликає не тільки біль, а й розширення судин шкіри, а отже, підсилює в ній кровотік, що помітно по її почервоніння. І навпаки, занурення в крижану воду звужує судини і послаблює кровотік. В обох випадках, як правило, підвищується кров'яний тиск, пульс частішає, розширюються зіниці, змінюється ритм дихання. Ці реакції на болючу стимуляцію-рефлекси вегетативної нервової системи. Інакше кажучи, в болю є вегетативний компонент, іноді дуже сильний, особливо при вісцеральному болю; наприклад, при жовчній коліці він може прийняти форму нудоти, блювоти, потовиділення і падіння кров'яного тиску.

Руховий компонент (на рівні спинного мозку). Нарешті, всім відомо, що, коли рука випадково торкається гарячій воді, вона відсмикує ще до того, як ми усвідомлюємо біль і приймаємо рішення відреагувати на неї довільно. Цей руховий компонент болю виявляється як рефлекс уникнення або захисту у багатьох ситуаціях. Він особливо важливий у випадку шкідливих стимулів зовнішнього походження, але може бути знайдений навіть у глибокій і вісцеральній болі, наприклад у формі м'язової напруги. У ще більш широкому сенсі і інші поведінкові прояви болю, що виникають внаслідок її оцінки, також відносяться до її моторних, або, краще сказати, психомоторних компонентів.

Нарешті, коли імпульси доходять у кору головного мозку поряд із сенсорним виникає *мотиваційний компонент*, тобто пошук способів позбавлення болю чи його позбавлення. (медикаменти, грілка або звернення до лікаря).

Зазвичай всі компоненти болю виникають разом, хоча й у різному ступені. Однак їхні центральні провідні шляхи місцями абсолютно роздільні, і пов'язані вони з різними частинами нервової системи.

Наприклад, сенсорний компонент має таламо-кортикальний субстрат, у афективного у його ролі виступають головним чином лімбічні структури, але також і вегетативна, і рухова системи. Тому компоненти болю в принципі цілком можуть виникати ізольовано один від одного.

Наприклад, сплячий чоловік відсмикує руку від больового стимулу, навіть не відчуючи болю свідомо, а у децереброваних тварин спостерігаються рухові та вегетативні реакції на неї (псевдоафективні реакції), такі ж, як у інтактних тварин, хоча і під час відсутності переднього мозку.

Антиноцицептивна анальгезуюча система

Припущення про існування такої системи існувало ще до її відкриття і

базувалося на спостереженнях клініцистів, деяких експериментальних даних.

Нині встановлено, що паралельно з больовою сенсорною системою існує антибольова, або антиноцицептивна (anti – проти, гр.), яка на всіх рівнях больової сенсорної системи впливає на передачу больових імпульсів як на пре-, так і на постсинаптичних ділянках перемикання всіх рівнів сенсорного больового шляху гальмуючим способом.

Відомі чотири групи антиноцицептивної системи (АНЦС):

- Опіатна нейронна система
- Неопіатна нейронна система
- Гормональна опіатна система
- Гормональна неопіатна система

ГРУПИ АНТИНОЦЕПТИВНОЇ СИСТЕМИ

1. Опіатна нейронна система

До таких речовин відносяться ендogenousні пептиди (ендогенні опіати), що подібно морфіну, викликають яскраво виражений знеболюючий ефект – це ендорфіни (альфа-, бета-, гамма-, але самий активний із них бета-ендорфін), енкефаліни (вони теж неоднорідні), динорфіни. Ендogenousні опіати, або опіоїди, взаємодіють із специфічними рецепторами – опіатними рецепторами і здійснюють свій вплив або на нейрони 2-3 желатинозної субстанції, або блокують передачу ноцицептивних імпульсів в інших точках ноцицептивної системи. Відомо, що опіатні рецептори бувають різних видів: мю, сигма, дельта, епсілон, каппа. Морфін (алкалоїд опію, соку маку) взаємодіє переважно з мю-рецепторами, енкефаліни – із дельта-рецепторами, бета-ендорфіни – із епсілон-рецепторами, дінорфін і неодінорфін – із каппа-рецепторами, а речовина СКФ 10047 – із сіigma-рецепторами (Фармакологія, п.р. Д. Р. Харкевича, 1987 р.). Показано, що якщо людині введений налоксон – блокатор опіатних рецепторів, то в нього підвищується больова чутливість; стимули, що звичайно сприймалися як механічні впливи на шкіру, тепер сприймаються як больові. Це вказує на те, що в звичайних умовах існує виражений знеболюючий вплив ендogenousних опіатів.

2. Неопіатна нейронна система

Ця система представлена нейронами неспецифічних структур, що виділяють моноаміни, у зв'язку з чим її ще називають моноамінною системою головного мозку. До неї належать: ядра шва стовбура, нейрони якого виділяють серотонін; голуба пляма, нейрони якої виділяють норадреналін, і чорна субстанція, нейрони якої виділяють дофамін. Аксони нейронів цих структур утворюють широко розгалужені шляхи як у висхідному (до різних структур головного мозку), так і в

низхідному (до спинного мозку) напрямках.

3. Гормональна опіатна система

Системи сенсорних шляхів, що передають невольові імпульси, можуть збуджувати на різних рівнях опіатні структури мозку і, відповідно, впливати на передачу больових імпульсів. При досягненні цими системами, наприклад, гіпоталамуса активується утворення і виділення передньою часткою гіпофіза АКТГ, а також опіатної речовини.

4. Гормональна неопіатна система

Головним гормоном цієї системи є вазопресин, який виробляється гіпоталамусом, потім по ворітній системі надходить до головного мозку й діє на больові структури гальмуючим чином. Вазопресин може діяти й іншим шляхом – через відростки вазопресинергічних нейронів. Знеболюючою дією володіють окситоцин і деякі гормони ДЕС, а саме: соматостатин, бомбезин, холецистокінін. АНЦС у здорової людини знаходиться на певному рівні активності. За відсутності больових подразнень кількість знеболюючих речовин, які виділяються цією системою, регулює ЦНС. При дії больового подразника насамперед гальмуються нейрони АНЦС: ЦСР, ядер шва, гіпоталамуса, а вже потім активуються нейрони больової чутливості. Відповідно, больове відчуття є результатом не лише активації больової сенсорної системи, але й гальмування АНЦС. Якщо активується АНЦС, то відбувається гальмування больової сенсорної системи. Завдяки взаємодії цих двох систем і формується больовий поріг. Оскільки ці системи у різних людей виражені по-різному, то й больовий поріг буде різний.

Фізіологічні основи знеболювання

Існує декілька типів знеболювання: фізичні, медикаментозні, нейрохірургічні.

Фізичні методи

До цієї групи методів належать такі: іммобілізація больової ділянки, її зігрівання чи охолодження, знеболювання електричним струмом, масаж, діатермія. Нині для знеболювання використовують метод електростимуляції. Досить ефективним є метод акупунктури, який здійснюють за допомогою голки – голкотерапія, або електричного струму – електропунктура; при цьому діють на спеціальні точки організму. Іноді використовують припалювання в цих точках. При акупунктурі, як припускають, виробляються бета-ендорфіни в гіпоталамо-гіпофізарній системі, які й забезпечують знеболювання.

Застосування електричного струму.

В клініці з лікувально-профілактичною метою переважно ґрунтуються на його стимулюючому впливі на нервову тканину та м'язи. Струм використовується постійний або імпульсний, низької чи високої частоти та напруги.

До деяких з цих методів належать:

- гальванізація – пропускання електричного струму через тканини шляхом накладання електродів;
- електрофорез – уведення лікарських засобів за допомогою методу гальванізації;
- електросон – виражений седативний вплив на центральну нервову систему; дискінезій;
- дарсонвалізація – подразнення з метою стимуляції тканин та кровотоку електромагнітними коливаннями високої частоти, високої напруги і малої сили;
- ультратонотерапія – стимуляція кровотоку, трофіки шкіри; в основі якого лежить використання змінного струму надтональної (над-звукової) частоти.
- діадинамометрія – знеболення, зняття спазмів, покращення кровотоку; метод заснований на лікувальних і профілактичних властивостях діадинамічних струмів (струму Бернара, який має частоту в 50 і 100 Гц). Така терапія здатна дуже швидко знеболити уражену ділянку тіла, тому її часто називають «струмом швидкої допомоги». Суть методу полягає в тому, що на організм пацієнта впливає 2 постійних імпульсних струмів низької частоти, які підводяться до організму або окремо, або постійно чергуються між собою на різних електродах.
- електростимуляція – відновлення функцій нервів та м'язів; це метод, який використовує електричні струми, щоб активувати нерви, що іннервують кінцівки, постраждалі від паралічу в результаті травми спинного мозку (SCI), черепно-мозкової травми, інсульту та інших неврологічних розладів. ФЕС в основному використовується для відновлення рухових функцій у людей з обмеженими можливостями.
- франклінізація – стимулюючий вплив на тканини струму та аероіонів; це методика лікувальної фізіотерапії за допомогою високої напруженості електричного постійного поля (верхня межа 50 кВ), а також позитивно або негативно заряджених аероіонів озону та інших елементів іонізації повітря, що утворюються у випромінюваному полі.
- ампліпульстерапія – знеболення, покращення кровотоку, трофіки, усунення дискінезій; це один з методів електролікування в фізіотерапії, який полягає в

стимуляції змінним струмом (частотою 5000 Гц) і низькими частотами - 10-150 Гц - проблемних зон пацієнта.

Медикаментозні методи:

Вони передусім поділяються на:

- місцеве знеболювання (новокаїном, лідокаїном, ультракаїном), яке використовується як у практиці хірургії, так і в практиці стоматології;
- загальне знеболювання (наркоз) шляхом внутрішньовенного введення знеболюючих (барбітуратів) або з допомогою інгаляцій (фторетан, закис азоту та ін.);
- аналгезія стан пригніченості больової чутливості людини в результаті впливу біологічно активних речовин на центральну нервову систему або її периферійні області; патологія, через яку блокується надходження до головного мозку сигналів від нервових закінчень, внаслідок чого повна відсутність відчуття болю.

Анатомо-фізіологічні аспекти органів зору, слухової, вестибулярної, нюхової та смакової сенсорних систем.

Загальна характеристика сенсорних систем. Будова аналізаторів.

Сенсорні системи (від лат. *sensus* — відчуття) здійснюють якісний та кількісний аналіз діючих подразників у різних умовах життя.

Від того, як сприймаються події зовнішнього світу, залежать уявлення про нього, відношення до нього та свідоме поведінка.

Сенсорна інформація, яку організм отримує за допомогою органів чуття, має велике значення для організації діяльності внутрішніх органів та поведінки відповідно вимогам навколишнього середовища.

Загальні принципи будови сенсорних систем.

Психічна діяльність людини — це робота двох механізмів:

- механізму утворення тимчасових зв'язків між агентами зовнішнього світу та діяльності організму (механізму умовних рефлексів);
- механізму аналізаторів, тобто таких приладів, які мають своєю метою аналізувати складність зовнішнього світу, розкласти його на окремі елементи і моменти.

У сучасній фізіології сприйняття вживаються два близьких за змістом поняття - аналізатор та сенсорна система.

Аналізатор — єдина функціональна система, яка починається рецепторами та закінчується у клітинах кори великих півкуль, спеціально пристосована до

сприйняття та аналізу подразників із зовнішнього або внутрішнього середовища, формування відчуттів і загального уявлення про предмет.

Сенсорною системою називають аналізатор з додатковими анатомічними утвореннями, які забезпечують передачу енергії подразника до рецепторів.

Усі аналізатори та сенсорні системи складаються із трьох тісно пов'язаних між собою відділів - периферичного, провідникового, центрального.

Відмінність між поняттями «аналізатор» та «сенсорна система» пов'язана з периферичним відділом, стосовно інших відділів вони є синонімами.

Периферичний відділ аналізатора — це рецептори, які еволюційно пристосовані для сприйняття подразника певної природи.

Периферичний відділ сенсорної системи - містить у собі сукупність рецепторів та дорецепторної ланки (допоміжних утворень, які полегшують сприйняття подразника). Рецептори та дорецепторні структури утворюють органи чуття (спеціальні органи).

Провідниковий відділ аналізатора (сенсорної системи) - представлений чутливим нервом і рядом підкіркових перемикальних ядер, через які проходить інформація від рецепторів у кору великих півкуль.

Центральний відділ аналізатора (сенсорної системи) - представлений сенсорною областю кори великих півкуль, куди приходять аферентні волокна висхідних сенсорних шляхів. І.П.Павлов розрізняв у центральному відділі кожного аналізатора ядерну та периферичну зони.

У сучасній фізіології в ядерній зоні аналізаторів виділяють первинну та вторинну сенсорну кору, а периферична зона є третинною сенсорною корою. Сенсорний код від рецепторів передається по провідниковому відділу у первинну кору даного аналізатора.

У *первинній корі* кожна група нейронів одержує інформацію за топічним принципом, тобто від строго певної групи периферичних рецепторів, тому первинну сенсорну кору називають проекційною.

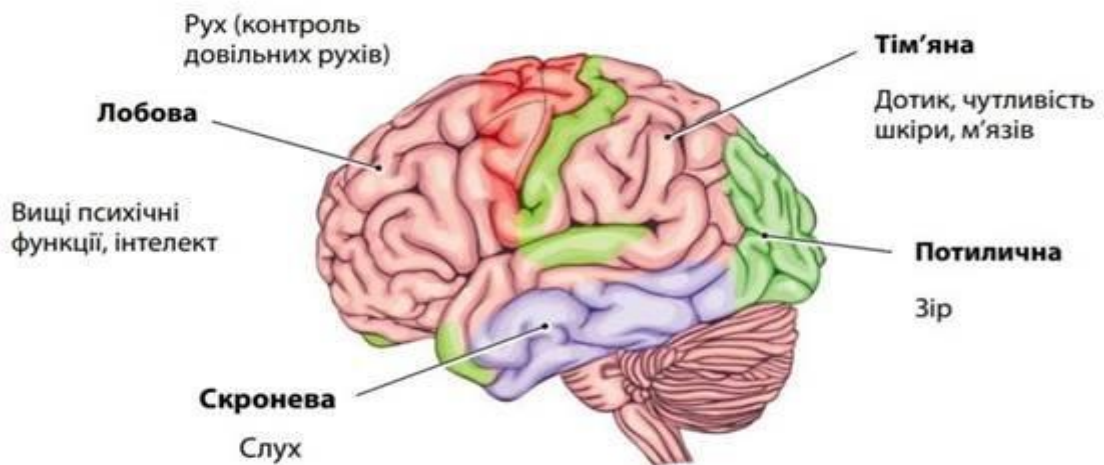


Рис. 30. Зони кори головного мозку.

Тут виникає первинна сенсорна відповідь — результат вищого найбільш тонкого аналізу, здійснюваного корою головного мозку.

Внаслідок такого аналізу формуються відчуття, на основі яких з'являється можливість розпізнавання того або іншого предмета зовнішнього світу.

Відчуття — відображення в корі головного мозку окремих властивостей предметів об'єктивного світу, яке виникає в результаті їх безпосереднього впливу на рецептори.

Відчуття є базовим психічним процесом, який лежить в основі всіх видів свідомої психічної діяльності.

Відчуття — це вихідний та нерозкладний елемент пізнання.

Інакше кажучи, відчуття є суб'єктивною чуттєвою реакцією на діючий сенсорний стимул (наприклад, відчуття світла, тепла або холоду, дотику і т.п.).

Однорідні сенсорні стимули активують одну із сенсорних систем та викликають суб'єктивно однакові відчуття, сукупність яких позначається терміном модальність.

Самостійними модальностями є дотик, зір, слух, нюх, смак, відчуття холоду або тепла, болі, вібрації, відчуття розташування кінцівок та м'язового навантаження.

Усередині модальностей можуть існувати різні якості (субмодальності). Наприклад, у смаковій модальності розрізняють солодкий, солоний, кислий та гіркий смак.

На основі сукупності відчуттів формується чуттєве сприйняття, тобто осмислення відчуттів та готовність їх описати.

Таким чином, у первинній зоні кожного аналізатора формуються відчуття однієї модальності.

Сприйняття не є простим відображенням діючого стимулу, воно залежить від:

- розподілу уваги в момент його дії,
- пам'яті про минулий сенсорний досвід,
- і суб'єктивного відношення до того, що відбувається, яке виражається в емоційних переживаннях.

За своїми фізіологічними механізмами відчуття є цілісним рефлекторним актом, що поєднує прямі та зворотні зв'язки в роботі периферичних і центральних відділів аналізаторів.

Різноманіття відчуттів відображає якісне різноманіття світу. Теорія відображення розглядає відчуття як копію дійсності, як суб'єктивний образ об'єктивного світу. Будучи джерелом знань людини про об'єктивний світ, відчуття є елементом цілісного процесу пізнання, який включає також сприйняття, яке є більш складним, наочно образним відображенням предметів та явищ, уявлень та понять.

Вторинна сенсорна кора аналізаторів - розташовується навколо первинної кори та тісно пов'язана з нею анатомічно і функціонально. Тому вторинну кору

називають проєкційно-асоціативною. Її площа перевищує площу первинної сенсорної кори, а функції полягають в об'єднанні (синтезі) інформації, аналіз якої відбувся у первинній корі. Результатом такого синтезу є формування на основі відчуттів мономодальних (однотипних) образів (зорових, слухових, нюхових і т.п.). Саме у вторинній корі аналізаторів здійснюються початкові етапи сприйняття.

Сприйняття — психічний процес, який полягає у формуванні цілісного суб'єктивного образу предмета, що безпосередньо впливає на рецептори аналізаторів. Наступні, більш складні, етапи сприйняття реалізуються третинною сенсорною корою.

Третинна сенсорна кора (асоціативна) - полімодальні нейрони, розкидані по всій корі головного мозку. До них надходять імпульси від асоціативних ядер таламуса і конвертують імпульси різної модальності. Тому ця кора є міжаналізаторною, оскільки в ній інтегрується збудження, що приходить від різних аналізаторів, і воно порівнюється з еталоном, який сформований на основі минулого досвіду, грає роль у формуванні умовних рефлексів.

Результатом такої інтеграції є формування комплексних образів, які містять у собі зорові, слухові, нюхові та інші компоненти, упізнання стимулів, визначення їх значимості. Здатність розпізнавання виробляється через умовний рефлекс та удосконалюється в міру ускладнення умовно-рефлекторної діяльності.

У третинній корі також відбувається порівняння цілісних образів, встановлення їх взаємин у просторі та часі (менше — більше; ближче — далі; раніше — пізніше і т.п.). Результатом такої діяльності є формування цілісного уявлення про навколишній світ. Таким чином, сенсорні системи організовані ієрархічно, тобто включають кілька рівнів послідовної переробки інформації.

Нижчий рівень такої переробки забезпечують первинні сенсорні нейрони, які розташовані в спеціалізованих органах чуття або в чутливих гангліях та призначені для проведення збудження від периферичних рецепторів у ЦНС.

Центральні відростки первинних сенсорних нейронів закінчуються в головному або спинному мозку на нейронах другого порядку, тіла яких розташовані у перемикальному (релейному) ядрі. У ньому є не тільки збудливі, але і гальмівні нейрони, які беруть участь у переробці переданої інформації. Представляючи більш високий ієрархічний рівень, нейрони релейного ядра можуть регулювати передачу інформації шляхом посилення одних та гальмування або пригнічення інших сигналів.

Аксони нейронів другого порядку утворюють провідні шляхи до наступного перемикального ядра, загальна кількість яких обумовлена специфічними особливостями різних сенсорних систем. Остаточна переробка інформації про діючий стимул відбувається в сенсорних областях кори.

Сенсорні системи людини забезпечують:

- формування відчуттів і сприйняття діючих стимулів;
- контроль довільних рухів;
- контроль діяльності внутрішніх органів;
- необхідний для пильнування людини рівень активності мозку.

Сенсорне сприйняття включає наступні етапи:

- дія подразника на периферичні рецептори;
- перетворення енергії стимулу в електричні сигнали (потенціали дії), що виникають у первинному сенсорному нейроні;
- наступну переробку переданих сигналів на всіх ієрархічних рівнях сенсорної системи;
- виникнення суб'єктивної реакції на подразник, що представляє собою сприйняття або внутрішнє представництво діючого стимулу у вигляді образів або словесних символів.

Зазначена послідовність дотримується в усіх сенсорних системах, відображаючи ієрархічний принцип їх організації.

Властивості аналізаторів.

Особливістю аналізаторів є їх властивість пристосовуватися до дії постійних подразників (адаптація).

Адаптація виникає в результаті зниження або підвищення рівня чутливості. При тривалій дії подразника чутливість аналізатора може знижуватися або зовсім зникати. Завдяки такій адаптації ми не відчуваємо дотики одягу, взуття, окулярів і т.ін. Інший різновид адаптації характеризується підвищенням чутливості до дії слабких подразників. Наприклад, звикання ока до темряви під час переходу з яскраво освітленої кімнати в напівтемну. Відчуття повної темряви, що виникає в перший момент, проходить, поступаючись місцем здатності розрізняти предмети та вільно орієнтуватися. Аналогічна адаптація спостерігається і під час дії шуму або запахів.

Звикання до дії подразника — загальна властивість більшості аналізаторів. Виключення становлять інтерорецептори, від збереження їх чутливості залежить підтримка сталості багатьох параметрів внутрішнього середовища організму. Тому адаптація цих рецепторів може стати серйозною погрозою для життєдіяльності організму.

В основі адаптації лежать коливання лабільності нейронів головного мозку, які регулюють збудливість рецепторів. У процесах «настроювання» збудливості рецепторів беруть участь також симпатична нервова система, яка має адаптаційно-трофічний вплив, і ретикулярна формація.

Якщо реєструвати імпульси з нервів, що проводять збудження від

рецепторів, то можна виявити поступове зниження частоти імпульсів до їхнього повного зникнення, незважаючи на безперервну дію подразника. Це означає, що подача сигналів з рецепторів у мозок припиняється внаслідок адаптації рецепторів.

Адаптація може свідомо підвищуватися або знижуватися.

Для різних рецепторів швидкість адаптації різна.

Так, для рецепторів, що сприймають дотик до шкіри, швидкість найбільша, для рецепторів м'язів — найменша.

Мала швидкість адаптації м'язових рецепторів дозволяє людині робити чіткі та координовані рухи.

Повільніше всього адаптуються рецептори кровоносних судин та легенів, забезпечуючи тим самим постійну рефлекторну саморегуляцію кров'яного тиску і дихання.

Адаптація швидко виникає після початку подразнення і швидко зникає після його закінчення.

Бачення

Зорова система включає очі, допоміжні структури та аферентні нейрони, які проектується в кору головного мозку, де потенціали дії, що передають зорову інформацію, інтерпретуються. Значна частина інформації, яку ми отримуємо про навколишній світ, розпізнається зоровою системою. Наша освіта значною мірою базується на візуальному сприйнятті і залежить від нашої здатності читати слова і цифри. Візуальна інформація включає інформацію про світло і темряву, рух, колір і відтінок.

Анатомія ока

Очне яблуко - це порожниста, заповнена рідиною сфера. Сфера має більший задній відділ, який становить приблизно п'яту частину ока, і значно менший передній відділ, який становить приблизно одну шосту частину ока. Стінка ока складається з трьох шарів, або тунік (рис. 31). Зовнішня, або фіброзна, оболонка складається зі склери та рогівки. Середня, або судинна, оболонка складається з судинної оболонки, циліарного тіла та райдужної оболонки. Внутрішня, або нервова, оболонка складається з сітківки.

Туніка з фібри

Склера - це твердий, білий, зовнішній сполучнотканинний шар задньої п'ятої частини ока. Склера допомагає підтримувати форму ока, захищає внутрішню структуру і забезпечує місця кріплення зовнішніх очних м'язів. Невелику частину склери можна побачити як «білок ока». Рогівка - це прозора передня шоста частина ока, яка пропускає світло в око. Як частина системи фокусування ока,

вона також викривляє або заломлює світло, що потрапляє в око.

Судинна туніка

Середня оболонка ока називається судинною, тому що це шар, який містить більшість кровоносних судин ока. Задня частина судинної оболонки, пов'язана з тесклерою, - це судинна оболонка. Це дуже тонка структура, що складається з судинної мережі та багатьох пігментних клітин, що містять меланін, завдяки чому вона має чорний колір. Чорний колір поглинає світло так, що воно не відбивається всередині ока. Якби світло відбивалося всередині ока, воно б заважало зору. З тієї ж причини інтер'єри камер є чорними. Спереду судинна оболонка складається з циліарного тіла та райдужної оболонки. Циліарне тіло безперервно з'єднується з переднім краєм судинної оболонки. Циліарне тіло містить гладкі м'язи, які називаються циліарними м'язами, що прикріплюються до кришталика по периметру за допомогою підвісних зв'язок. Кришталик - це гнучкий, двоопуклий, прозорий диск. Райдужка - це кольорова частина ока. Вона прикріплена до переднього краю циліарного тіла, перед кришталиком. Райдужка - це скоротлива структура, що складається переважно з гладких м'язів, які оточують отвір, що називається зіницею. Світло проходить через зіницю, і райдужка регулює діаметр зіниці, що контролює кількість світла, яке потрапляє в око.

Парасимпатична стимуляція від окорухового нерва (ІІІ черепно-мозковий нерв) викликає скорочення кругових гладких м'язів райдужки, що призводить до звуження зіниці, тоді як симпатична стимуляція викликає скорочення радіальних гладких м'язів райдужки, що призводить до розширення зіниці. Зі збільшенням інтенсивності світла зіницязвужується; зі зменшенням інтенсивності світла зіниця розширюється.

Нервова туніка

Сітківка, або нервова оболонка, є внутрішньою оболонкою і покриває лише задні п'ять шостих ока. Вона складається із зовнішньої пігментної сітківки та внутрішньої чутливої сітківки (рис. 32). Пігментна сітківка разом з судинною оболонкою не дає світлу відбиватися назад в око. Чутлива сітківка містить фоторецепторні клітини, які називаються паличками і колбочками, що реагують на світло. На більшій частині сітківки палички зустрічаються в 20 разів частіше, ніж колбочки, причому концентрація паличок збільшується до передньої частини ока. Палички дуже чутливі до світла і можуть функціонувати при дуже темному освітленні, але вони не забезпечують кольоровий зір.

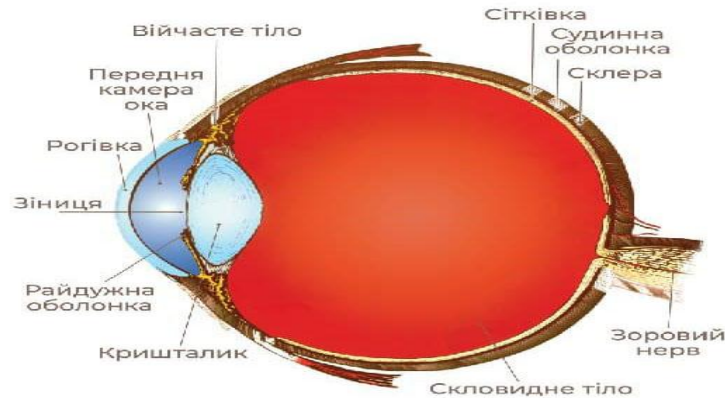


Рис.31. Оболонки ока.

Колбочки потребують набагато більше світла, і вони забезпечують кольоровий зір. Існує три типи колбочок, кожен з яких чутливий до певного кольору: синього, зеленого або червоного. Багато кольорів, які ми бачимо, є результатом різних функціональних комбінацій цих трьох типів колбочок.

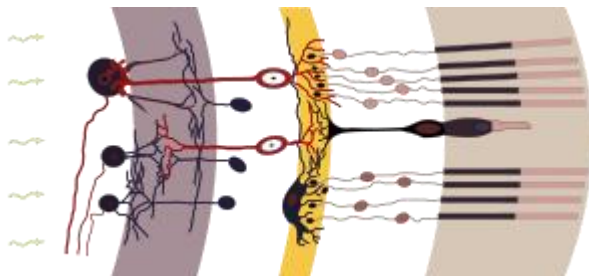


Рис 32. Сітківка ока.

Зовнішні сегменти паличкоподібних і колбочкових клітин видозмінені численними складками клітинної мембрани, утворюючи диски. Паличкові клітини містять світлочутливий пігмент родопсин, який складається з білка опсину у вільній хімічній сполуці з пігментом ретиналом. Колбочкові клітини містять дещо інший світлочутливий пігмент. Коли світло потрапляє на паличкову клітину, ретиналь змінює форму і втрачає зв'язок з молекулою опсину. В результаті опсин «відкривається» з вивільненням енергії (рис. 33). Ця реакція чимось нагадує пружину (опсин), яку утримує спусковий гачок (сітківка). Ця зміна в родопсині стимулює відповідь у паличкоподібній клітині. Після цього сітківка повністю відокремлюється від родопсину. Енергія (АТФ) необхідна для того, щоб знову приєднати сітківку до родопсину і, водночас, повернути родопсину форму, яку він мав до того, як був стимульований світлом.

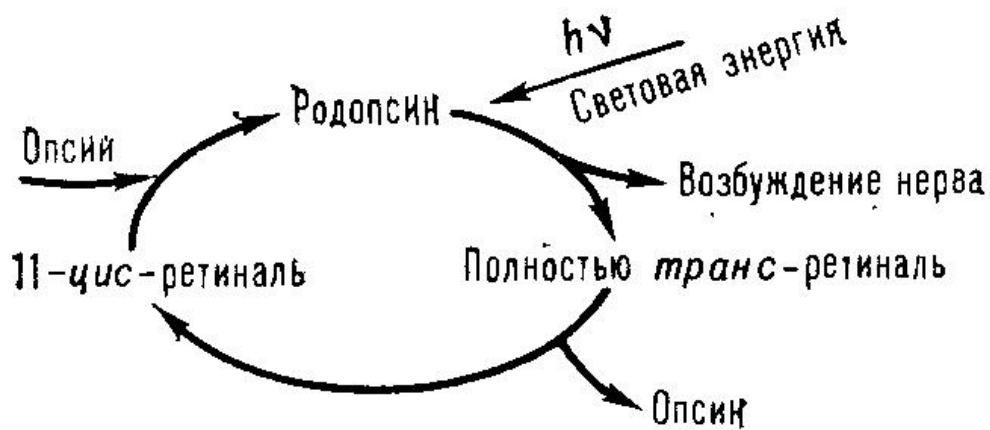


Рис. 33. Перетворення родопсину.

Палочкові та колбочкові клітини синапсують з біполярними клітинами чутливої сітківки. Ці та горизонтальні клітини сітківки модифікують вихідні сигнали паличкоподібних і колбочкових клітин. Наприклад, ця модифікація бере участь у загостренні меж між об'єктами контрастної яскравості. Біполярні та горизонтальні клітини синапсують з гангліозними клітинами, аксони яких сходяться в задній частині ока, утворюючи зоровий нерв. При огляді задньої частини сітківки за допомогою офтальмоскопа можна побачити дві основні особливості: *жовтий макула* і *диск зорового нерва* (рис. 34). Біля центру задньої частини сітківки знаходиться невелика жовта пляма, яка називається жовта пляма (*macula lutea*). У центрі жовтої плями знаходиться невелика ямка - центральна ямка. *Центральна ямка* - це частина сітківки, на якій зазвичай фокусується світло, коли око дивиться прямо на об'єкт. У цій частині сітківки фоторецепторні клітини розташовані більш щільно, ніж у будь-якій іншій. Коли зображення фокусується на сітківці, центральна ямка здатна розпізнавати ці зображення найчіткіше завдяки вищій концентрації фоторецепторів. Центральна ямка також є частиною сітківки з найбільшою концентрацією колбочок. Медіально від жовтої плями розташована *біла пляма* - диск зорового нерва, через яку в око входить ряд досить великих кровоносних судин, що розтікаються по поверхні сітківки. Це також місце, де аксони від сітківки зустрічаються, проходять через дві зовнішні туніки і виходять з ока у вигляді зорового нерва. *Диск зорового нерва* не містить фоторецепторних клітин і не реагує на світло, тому його називають сліпою зоною ока. Невелике зображення, спроектоване на сліпу пляму, неможливо побачити. Ви можете продемонструвати це, намалювавши на картці дві маленькі крапки на відстані приблизно 2 дюйми одна від одної, заплющивши одне око і тримаючи картку на відстані приблизно 1 фута перед розплющеним оком. Коли ви підносите картку до себе, фокусуючись на одній точці, інша точка ніби зникає.

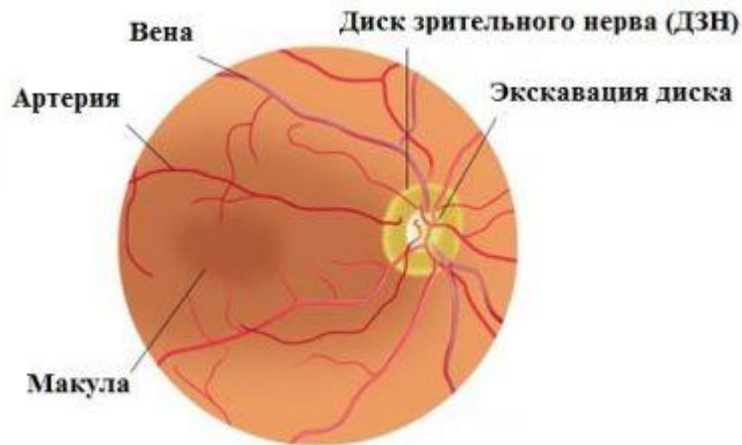


Рис. 34. Макула і диск зорового нерва.

Функції зорової сенсорної системи:

- розрізнення світла і темряви;
- визначення кольору предметів і явищ навколишнього світу;
- оцінка інтенсивності світла й кольору;
- оцінка віддаленості видимих предметів;
- оцінка об'ємності й глибини розташування предметів;
- оцінка знаходження джерела світла;
- формування відчуттів, уявлень, образів.

Оптична система ока. Рефракція ока.

Рефракція - це заломлення світла в оптичній системі ока.

Однією з головних умов нормального ясного зору є отримання чіткого зображення оточуючих предметів на сітківці. Зниження зору вдалину чи зблизька, яке зумовлене рефракцією, тобто заломлюючою системою ока, в різні періоди життя різне практично в усіх людей. Знання законів заломлення променів світла оптичним апаратом ока, необхідної окулярної корекції його, дозволяє встановити, як люди бачать предмети на різних відстанях у різному віці, як допомогти при зниженні гостроти зору й запобігти її прогресуванню.

Рефракцію (фізичну) та інші оптичні властивості прозорих середовищ ока та їх вплив на зоровий аналізатор вивчає фізіологічна оптика.

Рефракцію та інші оптичні властивості коригуючих методів і засобів /окуляри, контактні, інтраокулярні лінзи/ та клінічні ефекти їх застосування вивчає офтальмологічна оптика.

Рефракція – заломлююча сила такої оптичної системи, через яку проходить світло, вимірюється в діоптріях (D) і залежить від:

- 1) коефіцієнтів заломлення середовищ
- 2) радіусів кривизни поверхонь
- 3) відстані між поверхнями

Схематичне око Гюльштранда – математична модель нормального ока, що застосовується для оптичних розрахунків /реальні заміри зробити важко/ з усередненими значеннями констант оптичних середовищ:

показники заломлення n / рогівки – 1.37;

кришталіка - 1.38;

водянистої вологи та склистого тіла – 1.33.

радіуси кривизни r / рогівки – 7.8 мм,

передній поверхні кришталіка – 10мм, задній – 6мм.

Товщина рогівки – 0.5 мм, глибина передньої камери – 3мм, товщина кришталіка – 3.6мм. В цілому фізична рефракція ока 58.64 Д, а довжина осі ока – 24 мм.

Рефракція рогівки та кришталіка 43 Д і 19 Д.

Клінічна рефракція - співвідношення заломлюючої сили ока з довжиною його осі (вимірюється також в діоптріях). Таким чином, в клініці важлива не стільки фізична рефракція, скільки положення головного фокусу відносно сітківки, що визначає якість зору, яка характеризується найвіддаленішою точкою ясного зору (*punctum remotum*, PR – найбільш віддалена точка чіткого зору під час спокою акомодатії).

Таким чином, «осьовий фактор», зв'язаний з ростом ока, стає ведучим в процесі рефрактогенезу та розвитку осьової аметропії /відсутність розмірності/. У новонародженого розмір ока невеликий і його нормальна рефракція слабка – гіперметропія. Зі зростанням дитини збільшується і розмір ока – рефракція стає розмірною – еметропічною. Але при деяких уроджених та патологічних станах (дистрофія, інтоксикація) виникає послаблення фіброзної оболонки (склери), її розтягнення (частково через перевантаження акомодатійного апарату) і виникає значне збільшення осі ока, що супроводжується виникненням сильної рефракції – міопії (короткозорість), яка при зростанні на 1Д за 1 рік вважається значно прогресуючою і потребує спеціального лікування через тяжкі ускладнення, які можуть привести до сліпоты. Стабільні види аметропії слабких ступенів вважаються не патологією, а нормальними біологічними варіантами рефракційних коливань.

Чітке зображення предметів на сітківці утворюється за умови співпадіння головного оптичного фокуса з положенням сітківки (клінічна рефракція).

Види клінічної рефракції:

- еметропія (співрозмірна);
- аметропія: міопія, гіперметропія

При еметропії паралельні промені, які йдуть від віддалених предметів, збираються на сітківці. У такому випадку довжина очного яблука та оптична сила ока співпадають. Еметропія (співрозмірна рефракція). Паралельні промені світла фокусуються точно на сітківці (рис.35). Позитивна лінза з оптичною

силою 1 дптр фокусує паралельні промені світла в точку, що знаходиться від неї на відстані 1 м.

При гіперметропії (далекозорість) паралельні промені, які йдуть від віддалених предметів, не збираються в очі: головний фокус знаходиться за оком. Оптична сила ока недостатня для даного очного яблука. Для нормального зору необхідно збільшити оптичну силу ока. Це можливо завдяки збираючим скельцям (плюсові скельця). Точка, в якій фокусуються паралельні промені світла, знаходиться за сітківкою. Хід променів у гіперметропічному оці при корекції за допомогою лінзи, що збирає промені.

При міопії (короткозорість) паралельні промені, які йдуть від віддалених предметів, збираються перед сітківкою. Відповідно на сітківці формується нечіткий образ. У даному випадку має місце невідповідність довжини ока й оптичної сили ока (вона більша за необхідну). Для того, щоб перевести головний фокус на сітківку і мати чітке зображення, необхідно зменшити оптичну силу ока. Це можливо завдяки розсіюючим скельцям (мінусові скельця). Паралельні промені світла фокусуються в точці, що знаходиться перед сітківкою. Хід променів у короткозорому оці при корекції за допомогою лінзи, що розсіює промені.

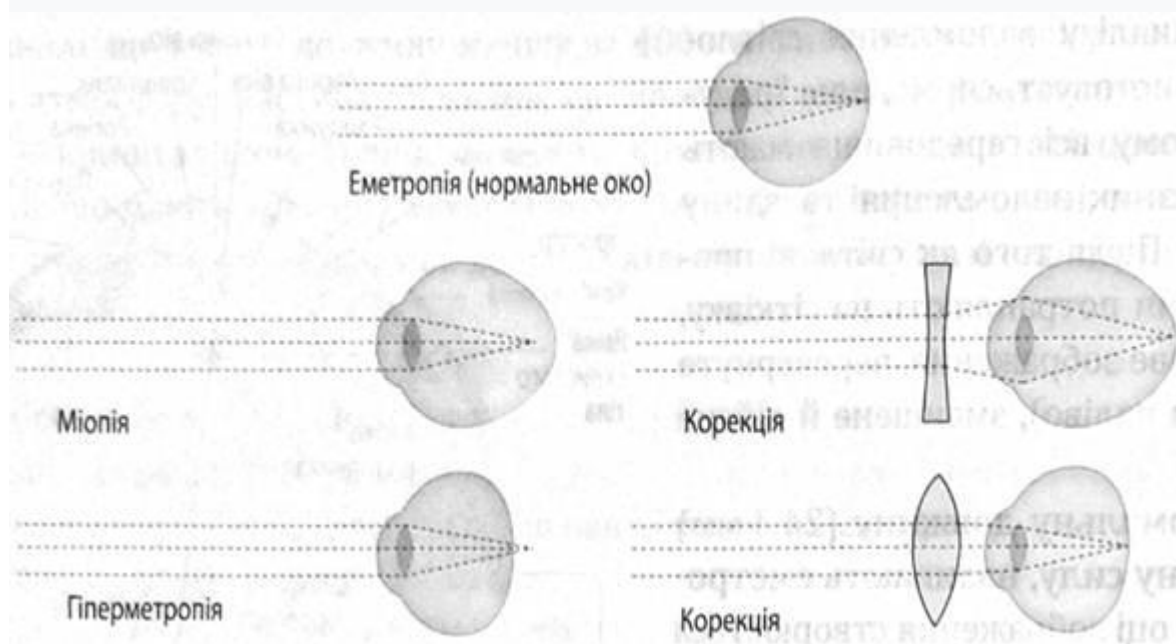


Рис. 35. Аномалії рефракції ока.

Говорячи про порушення рефракції, зазвичай ми маємо на увазі короткозорість і далекозорість (міопію та гіперметропію). Але є ще одна досить поширена патологія – **астигматизм**. Таке захворювання як астигматизм зору в дослівному перекладі означає відсутність фокусної точки. Тобто зображення формується відразу в кількох точках і тому людина погано бачить. Щоб детальніше уявити цю ситуацію, треба згадати, як виглядає глобус. Це сфера ідеально круглої форми, на яку нанесені лінії-меридіани. Так само і в оці

є два умовні перпендикулярні один одному меридіана. Так от при астигматизмі товщина рогівки на їх протязі різна, а значить десь промені світла переломлюються сильніше, десь слабше і не сходяться в один потік на сітківці. Тому фокус розсіюється і зображення виходить спотвореним. Не дарма в народі кажуть, що астигматизм – це зір, як у королівстві кривих дзеркал.

Акомодація - це механізм, що забезпечує хороший зір на різних відстанях. Загальноприйнятим є механізм акомодації, запропонований Гельмгольцом, відповідно до якого в акомодації беруть участь війкове тіло, циннові зв'язки, кришталік і зіницю.

При розгляданні близько розташованих предметів війкове тіло напружується і зсувається вперед. В результаті цього циннові зв'язки розслабляються, і кришталік через високу еластичності набуває більш опуклу форму. Завдяки цьому заломлююча сила кришталіка збільшується і фокус залишається на сітківці ока. Одночасно з напругою акомодації звужується зіниця (відбувається реакція зіниці на акомодацію і конвергенцію), стає більш дрібною передня камера. При перекладі погляду удалину відбувається зворотний процес: ресничное тіло розслабляється, відходить назад, циннові зв'язки натягуються, роблячи кришталік більш плоским, розширюється зіниця, збільшується глибина передньої камери ока.

Акомодація - це безумовно-рефлекторний процес, що протікає незалежно від волі людини. Активною частиною аккомодативного процесу є скорочення війкового тіла, а пасивної - розслаблення циннових зв'язок і зміна кривизни кришталіка.

Розрізняють акомодацію *абсолютну і відносну*. Абсолютна аккомодация - це аккомодация кожного ока окремо, відносна - акомодація при двох відкритих очах (при певній конвергенції). Основними показниками діяльності акомодації є: обсяг абсолютної акомодації, обсяг відносної акомодації, резерви абсолютної і відносної акомодації. Обсяг відносної акомодації визначається за формулою:

$A = P (R)$, де A - обсяг акомодації в діоптріях;

P - акомодація щодо найближчої точки ясного зору;

R - акомодація щодо подальшої точки ясного зору (дорівнює ступеня клінічної рефракції).

При еметропії R буде дорівнює нулю. При міопії R буде зі знаком «+», тому що подальша точка ясного зору знаходиться в позитивному просторі; при гіперметропії R буде зі знаком «-», тому що помилкова подальша точка ясного зору знаходиться в негативному просторі за оком. Положення найближчої точки ясного зору визначається монокулярн за допомогою шрифту №4 таблиці Сивцева для поблизу. Пацієнт дивиться на шрифт №4 і поступово наближає його до ока до того моменту, поки шрифт не почне розпливатися. Потім вимірюють відстань від зовнішнього краю очниці до тексту. Це буде найближча точка ясного зору в сантиметрах. Для переведення її в діоптрії необхідно 100 розділити на отриману величину в сантиметрах. Виходячи з вищенаведеної

формули, стає зрозумілим, що при однаковому ступені міопії і гіперметропії і при однаковому положенні найближчої точки ясного зору найбільше буде напружувати акомодацию Гіперметропія, а найменше - міопія. Емметропією буде займати проміжне становище. Тому при некоррігированной гіперметропії частіше виникають зорове стомлення (астенопія), раніше розвивається пресбіопія.

Резерви абсолютної акомодации досліджують за допомогою мінусових лінз монокулярно, попередньо скоригувати аномалії рефракції (якщо вони є). Для цього перед лінзою, коригующою аномалію рефракції, ставлять мінусові лінзи, починаючи з -1,0 дптр., і поступово збільшуючи їх силу з кроком в 1,0 діоптрію. При цьому пацієнт дивиться на освітлену таблицю Головіна-Сивцева з відстані 5 метрів. Максимальна по силі мінусова лінза, з якої буде зберігатися коригувати гострота зору, і буде визначати резерв абсолютної акомодации.

Обсяг відносної акомодации складається з позитивної і негативної частин. Позитивна частина, або резерв - це частина, наявна в запасі, а негативна - частина відносної акомодации, яка витрачається в даний момент. Нормальними вважають співвідношення позитивної та негативної частин, Обсяг відносної акомодации досліджують бінокулярно з відстані 33 см. По шрифту №4 таблиці Сивцева для поблизу. На пацієнта надягають пробну очкову оправу, попередньо коригують аномалію рефракції. Поверх коригуючих стекол перед обома очима в гнізда оправы ставлять мінусові лінзи, починаючи з -1,0 дптр. і поступово збільшуючи їх силу з кроком 0,5-1,0 дптр. Максимальна сила лінз (без урахування стекол, коригуючих аномалію рефракції), з якими пацієнт зможе читати шрифт №4, і буде визначати резерв або позитивну частину відносної акомодации. Негативна частина визначається аналогічно, тільки використовують плюсові лінзи. Сума позитивної та негативної частин становить обсяг відносної акомодации.

Порушення акомодации виявляється: астенією (зорове стомлення), спазмом, паралічами або парезами акомодации і пресбіією.

В основі розвитку астенії лежить значна зорова навантаження в умовах зниження резервної функції акомодации. Найчастіше з'являється на тлі некоррігированих гіперметропії та гіперметропічного астигматизму, але може мати місце і при інших видах рефракції. Пацієнти скаржаться на втому очей, біль в очних яблуках, головний біль, розпливчастість тексту. Часто буває, що вранці ці симптоми відсутні або мало виражені, а до кінця робочого дня посилюються. Лікування полягає в обмеженні зорової навантаження, корекції аномалій рефракції, тренуваннях резервів акомодации. Тимчасовий ефект при зоровому стомленні дає масаж очних яблук.

Спазм акомодации викликаний стійким скороченням війкового тіла і призводить до появи миопической рефракції, яка зникне тільки після закапування мідріатиків (наприклад, атропіну). Часто передують розвитку справжньої міопії. Причини виникнення цього стану різноманітні. Лікування - ортоптичний, медикаментозне, фізіотерапевтичне.

Парези та паралічі акомодатії викликані поразкою III пари черепно-мозкових нервів на різних рівнях. Етіологія різноманітна: неврологічні, нейрохірургічні захворювання головного мозку, захворювання очниці, інфекційні хвороби (ботулізм), контузії ока, вплив медикаментів (атропін і його аналоги) і ін. Параліч акомодатії виявляється розширенням зіниці, відсутністю прямої реакції на світло і содружественной реакції з парного очі. При парезах зіницю буде ширше, ніж зазвичай, а реакція на світло ослаблена. У еметропії і гиперметропов при паралічі і парези акомодатії знижується гострота зору для поблизу, у міопії цей симптом може бути менш виражений або взагалі відсутня. При всіх різновидах рефракції зменшується обсяг і губляться резерви акомодатії. Лікування залежить від причини.

Пресбіопія - вікове ослаблення акомодатії ока, викликане віковими змінами кришталика. Починаючи з 40 років у білковому спектрі кришталика починають превалювати водонерозчинні фракції, що призводить до втрати ним еластичності. В результаті при напрузі акомодатії кришталик не в змозі прийняти необхідну опуклу форму, і фокус не потрапляє на сітківку. Щоб це компенсувати пацієнт рефлекторно віддаляє текст від очей, тобто при пресбіопії найближча точка ясного зору віддаляється від ока на значну відстань.

Середньовікові зміни аккомодативної здатності свого часу були визначені Дондерс: у віці 40 років акомодатія послаблюється на 1,0 дптр., В 45 - на 1,5 дптр., В 50 - на 2,0 дптр., В 55 - на 2, 5 дптр., в 60 - на 3,0 дптр. Надалі приросту ослаблення акомодатії вже не спостерігається.

Колірний зір та методи його дослідження:

Сприйняття кольору – це здатність колбочок по-різному реагувати на випромінювання різної довжини світлових хвиль незалежно від їх інтенсивності. Т. Юнг (1802 р.) сформулював трикомпонентну теорію сприйняття кольорів, яку пізніше розвинув Гельмгольц.

Згідно з трикомпонентною теорією в сітківці ока є 3 типи колбочок, чутливих до різних довжин хвиль: перші – до довжини хвиль 570 нм, другі – до довжини хвиль 535 нм, треті – до довжини хвиль 445 нм. Відповідно перші називають умовно «червоними», другі – «зеленими», треті – «синіми» колбочками. Суть цієї теорії полягає в різній спектральній чутливості трьох типів колбочок. Яким же чином у відповідності з цією теорією виникає відчуття різних кольорів? Білий колір ми сприймаємо в тому випадку, коли активуються три типи колбочок, тому що у складі білого кольору містяться всі вищезгадані довжини хвиль. Чорний колір, як відомо, поглинає усі промені, і в сітківку ока від нього не потрапляє жодних променів. Такі кольори, як оранжевий, жовтий, бузковий та інші, сприймаються завдяки різному ступеню активації різних типів колбочок у комбінації по два або три типи.

Кольоровий просторовий зір розв'язує два основних завдання: опис кольору (барви) предмета чи його частин та впізнання предмета за допомогою кольору. На світлове випромінювання певної довжини хвилі колбочки трьох

різних типів відповідають сигналами, які відрізняються за своєю амплітудою, якісно ж всі сигнали однакові і кольорових відчуттів у собі не несуть.

У проекційній зоровій корі існують рецептивні поля, які реагують на забарвлені смужки певної орієнтації, а також звичайні концентричні кольорові поля. Психофізіологічні дослідження безапелювано свідчать про те, що в зоровій корі людини існують червоно-зелені та синьо-жовті канали, які чітко відрізняються від ахроматичних. Надзвичайно важливою особливістю зорової системи є можливість пізнавати забарвлення предметів незалежно від змін умов освітлення. Це явище називається *константністю кольоросприйняття*. Воно обумовлене наявністю у зоровій корі нейронів, які реагують у вузькій смузі частот незалежно від спектра, відбитого від поверхні об'єкта.

Крім спектральних кольорів існують і *неспектральні* кольори. Так, при змішуванні спектральних кольорів не можна отримати такі кольори, як брунатний, хакі, маслиновий. Вважається, що неспектральні кольори виникають тільки при змішуванні пігментів, зокрема їх можна отримати шляхом додавання до спектральних кольорів «чорного кольору».

Протягом першого року життя у дитини спостерігається повна кольорова сліпота. Відчуття червоного з'являється у дівчаток у 14, зеленого- у 16 і синього- у 18 місяців. У хлопчиків цей процес збільшений на 2 місяці. Діти 2,5-3,0 років досить добре визначають червоний колір, гірше - зелений і ще гірше синій. Повне формування кольоросприйняття завершується у дівчаток у віці 7,5 років, у хлопчиків — 8 років.

Аномалії кольорового зору. Якщо в сітківці бракує колбочкових пігментів і працюють лише палички, розрізняння кольорів неможливе, і таких осіб називають *паличковими монохроматами*. У тому випадку, коли є лише один колбочковий пігмент, кольоровий зір також неможливий. Таких осіб називають *колбочковими монохроматами*.

Повна кольорова сліпота зустрічається приблизно у 0,1% людей. Ці паличкові монохромати сприймають зовнішній світ у чорно-білому зображенні, тобто розрізняють лише градації сірого. У них звичайно виникає порушення світлової адаптації при фотопічному освітленні. Тому при яскравому світлі вони погано розрізняють форму предметів, що й викликає *фотофобію*. Ось чому люди з повною кольоровою сліпотою носять темні окуляри навіть при нормальному денному освітленні.

Необхідно зазначити, що існують також *аномалії паличкового апарату*. Такі люди нормально сприймають кольори, але у них значно знижена здатність до темної адаптації. Причиною такої «нічної сліпоти» може бути брак у їжі вітаміну А, який є виживим компонентом для ресинтезу ретиналя.

Якщо випадає тільки один колбочковий пігмент, то розрізняння кольорів можливе, хоча й обмежене. Таких осіб називають *дихроматами*. Залежно від того, якого колбочкового пігменту бракує, розрізняють: *протанопію* (бракує еритролаба), *дейтеронопію* (бракує хлоролаба) і *тританопію* (бракує ціанолаба). Найчастіше зустрічаються протанопія (*дальтонізм*), найрідше —

тританопія. Дальтоники (протанопи) не сприймають червоного кольору, а синьоблакітні промені їм видаються безколірними. Дейтеранопи не розрізняють зеленій колір від червоного і блакітного, а тританопи не бачать синього та фіалкового кольорів. Ці аномалії є вагомим підтвердженням трьохкомпонентної теорії кольоросприйняття.

Причиною випадіння або редукції певного пігмента у дихроматів і кольороаномалій є генетичні фактори. Відомо, що гени, які визначають кольоровий зір, знаходяться в Х-хромосомі, де за кожний пігмент відповідає певний ген у певному локусі. Отже, для виникнення порушень кольорового зору у жінок потрібно, щоб обидві хромосоми були дефектними, а у чоловіків для цього досить дефекту у одній хромосомі Х (оскільки друга хромосома у них Y). Ось чому у чоловіків порушення кольорового зору зустрічаються у 8,95% випадків, а у жінок — лише у 0,5%.

Периферичний зір дозволяє орієнтуватися в просторі. Він вимірюється величиною поля зору (простір, який бачить нерухоме око). Центральний зір забезпечують близько 8 млн колбочок центральної ямки жовтої плями сітківки. Решта сітківки має світлочутливі елементи - палички (близько 180 млн), завдяки їм око має здатність до периферичного зору, а також спроможне орієнтуватися в умовах різного освітлення (темнова адаптація).

Поле зору - це сукупність усіх точок простору, що сприймаються нерухомим оком. Кожне око має поле зору, обмежене частинами обличчя, які його оточують - спинкою носа та надбрів'ям. Залежно від будови й розташування цих частин у різних людей поле зору може бути неоднаковим. Середній показник такий: кут зору назовні - до 90°, угору - 50-55°, до середини - 55°, униз - 65-70°.

Методи дослідження поля зору: периметрія, кампіметрія, контрольний метод. Периметрію проводять за допомогою спеціальних приладів - периметрів. Сучасні їх моделі - сферопериметрія повністю або напівавтоматизовані та комп'ютеризовані. Центральне поле зору в межах 30-40° від його центру досліджують методом кампіметрії. Так виявляють центральні, периферичні, абсолютні та відносно обмежені дефекти в полі зору (*скотоми*), межі сліпої плями. Сучасні комп'ютерні периметри дають змогу швидко виявити дефекти центрального поля зору, що має велике значення в діагностиці змін сітківки в ділянці жовтої плями, а також дугоподібні скотоми при глаукомі.

З метою діагностики та більш точного обґрунтування висновків у випадку багатьох захворювань зорового нерва слід визначити межі поля зору для кольорів. Використовують периметрію, застосовуючи кольорові об'єкти.

Межі поля зору мають значення і для діагностики топографії ушкоджень зорового тракту. Якщо межі звужені з усіх боків, діагностують концентричне звуження поля зору. У разі випадіння поля зору у вигляді сектора, квадранта, половини поля, мову ведуть про сектороподібні, квадрантні, половинні випадіння. Половинні обмеження поля на обох очах є ознакою геміанопсії.

Основні причини порушення зору.

Причини порушення зору можуть бути вродженими або набутими.

Вроджені причини поганого зору пов'язані з неправильним розвитком плоду, ускладненнями під час вагітності та пологів.

Набуті проблеми із зором – це ті, які були придбані протягом життя. Більшість цих патологій виникає, коли починаються вікові зміни зорового апарату (в 40-45 років).

Повністю уникнути причин, що викликають погіршення зору, неможливо. Однак існує ряд профілактичних заходів, які частково допоможуть уникнути проблем із зором:

1. Правильна організація робочого місця.
2. Повноцінне харчування. Слід регулярно вживати продукти з корисними для очей речовинами (чорниця, цитрусові, яйця, горіхи, мед, гарбуз).
3. Приймайте вітаміни і мінерали для поліпшення зору.
4. Гімнастика для очей - робіть вправи вранці і ввечері, а протягом робочого дня кожні 40 хвилин дайте очам відпочити.
5. Регулярно відвідуйте офтальмолога, щоб вчасно виявити порушення зору.

Слух і рівновага

Органи слуху та рівноваги поділяються на три частини: зовнішнє, середнє та внутрішнє вухо (рис. 36). Зовнішнє вухо - це частина, що простягається від зовнішньої сторони голови до барабанної перетинки. Середнє вухо - це заповнена повітрям камера, розташована медіально від барабанної перетинки. Внутрішнє вухо - це набір заповнених рідиною камер, розташованих медіально від середнього вуха. Зовнішнє і середнє вухо відповідають лише за слух, тоді як внутрішнє вухо відповідає за слух і рівновагу.

Вухо та його функції. Зовнішнє вухо.

Вушна раковина - це м'ясиста частина зовнішнього вуха на зовнішній стороні голови. Вушна раковина відкривається в зовнішній слуховий прохід, який веде до барабанної перетинки.

Вушна раковина спрямовує звукові хвилі до зовнішнього слухового проходу. Слуховий прохід вистелений волосками і залозами, які виробляють сірку, видозмінену форму шкірного сала, яку зазвичай називають вушною сіркою. Волоски і сірка допомагають запобігти потраплянню сторонніх

предметів на ніжну барабанну перетинку. Барабанна перетинка, або барабанна перетинка, - це тонка мембрана, яка відокремлює зовнішнє вухо від середнього.

Звукові хвилі, що досягають барабанної перетинки через зовнішній слуховий прохід, змушують її вібрувати.

Середнє вухо

Медіально від барабанної перетинки знаходиться заповнена повітрям порожнина середнього вуха. Два отвори, овальне вікно і кругле вікно на медіальній стороні середнього вуха, з'єднують середнє вухо з внутрішнім вухом. Середнє вухо містить три слухові кісточки: молоточок, коваделко і стремінце, які передають коливання від барабанної перетинки до овального вікна. Молоточок прикріплений до медіальної поверхні барабанної перетинки, козелок з'єднує молоточок зі стремінцем, а основа стремінця знаходиться в овальному вікні. Коли коливання передаються від молоточка до ковадла, сила коливань посилюється приблизно у 20 разів. У середньому вусі є два незаблоковані отвори. Один з них відкривається в повітряні комірочки соскоподібного відростка скроневої кістки.

Інша, так звана слухова труба, або євстахієва труба, відкривається в глотку і дозволяє вирівняти тиск повітря між зовнішнім повітрям і порожниною середнього вуха.

Нерівномірний тиск між середнім вухом і зовнішнім середовищем може деформувати барабанну перетинку, приглушити її коливання і ускладнити слух. Викривлення барабанної перетинки також стимулює больові волокна, пов'язані з цією структурою. Саме тому, коли людина змінює висоту, звуки здаються приглушеними, а барабанна перетинка може стати болючою. Ці симптоми можна полегшити, відкривши слухову трубу, що дозволить повітрю входити або виходити з середнього вуха. Ковтання, позіхання, жування, тримання носа і рота закритими, обережно намагаючись виштовхнути повітря з легенів - це методи, які можна використовувати для відкриття слухової труби.

Внутрішнє вухо

Внутрішнє вухо складається зі сполучних тунелів і камер у скроневої кістці, які називаються кістковим лабіринтом. Всередині кісткового лабіринту знаходиться схожий за формою, але менший за розмірами набір перетинчастих тунелів і камер, який називається перетинчастим лабіринтом (рис. 37). Перетинчастий лабіринт заповнений прозорою рідиною, яка називається ендолімфою, а простір між перетинчастим і кістковим лабіринтом заповнений рідиною, яка називається перилімфою. Кістковий лабіринт можна розділити на три частини: равлик, присінок і півколові канали. Равлик відповідає за слух, а присінок і півколові канали – переважно за рівновагу.

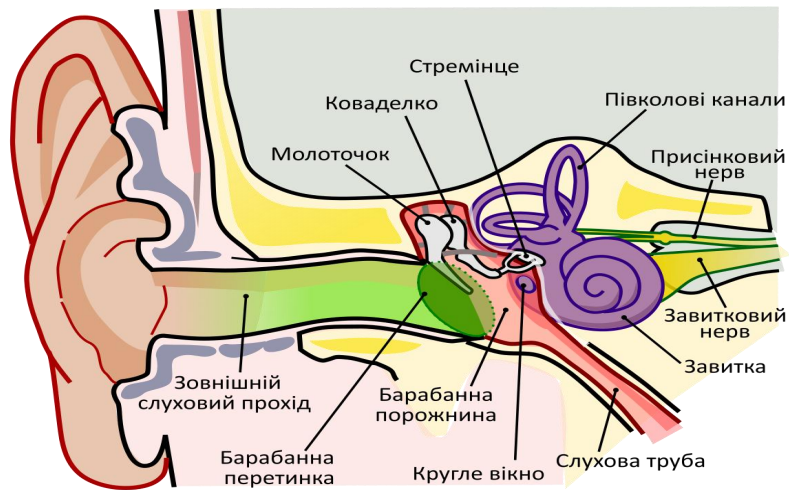


Рис.36. Анатомія вуха.

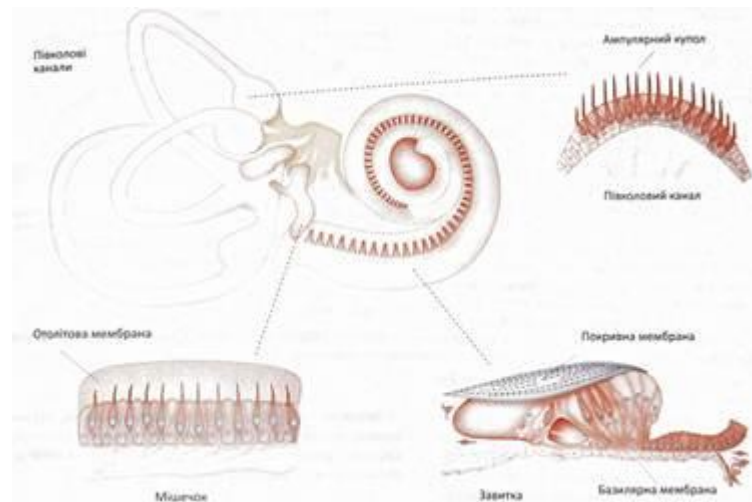


Рис.37. Перетинчастий лабіринт.

Слух

Равлик за формою нагадує мушлю равлика і містить кісткову серцевину у вигляді гвинта. Нитки цього гвинта називаються спіральною пластинкою. Y-подібний мембранний комплекс ділить равлика на три частини. Основа Y - це спіральна пластинка. Одна гілка Y - вестибулярна мембрана, а інша - базилярна мембрана. Простір між цими мембранами називається завитковою протокою. Цей комплекс є перетинчастим лабіринтом, і він заповнений ендолімфою. Якщо дивитися на букву Y лежачи на правому боці, то простір над буквою Y називається присінком, а простір під буквою Y - барабанною перетинкою. Ці два простори заповнені перилімфою. Переддвір'я простягається від овального вікна до верхівки равлика, а барабанна перетинка - від верхівки до круглого вікна. Обидві луски безперервно з'єднуються одна з одною на верхівці равлика. У середині слухової труби знаходиться спеціалізована структура, яка

називається спіральний орган, або орган Корті. Спіральний орган містить спеціалізовані сенсорні клітини, які називаються волосковими клітинами, що мають на своїй поверхні волосоподібні мікроворсинки. Кінчики волосків занурені в ацелюлярну желатинову поличку, яка називається текторіальною мембраною, що прикріплена до спіральної пластинки.

Волоскові клітини не мають власних аксонів, але кожна волоскова клітина пов'язана з терміналами сенсорних нейронів, клітинні тіла яких розташовані в спіральному ганглії. Аферентні волокна чутливих нейронів з'єднуються, утворюючи кохлеарний нерв. Цей нерв з'єднується з вестибулярним нервом і стає присінково-завитковим нервом (VIII черепно-мозковий нерв), який проводить потенціали дії до головного мозку. Звукові хвилі збираються вушною раковиною і проводяться через зовнішній слуховий прохід до барабанної перетинки. Звукові хвилі вдаряються об барабанну перетинку і викликають її вібрацію. Ця вібрація викликає вібрацію трьох кісточок середнього вуха, і завдяки цьому механічному зв'язку сила вібрації посилюється і передається на овальне вікно.

Вібрації основи стремінця, що сидить в овальному вікні, створюють хвилі в перилімфі равлика. Обидві лусочки можна уявити як безперервну U-подібну трубку з овальним вікном на одному кінці і круглим вікном на іншому. Вібрації стремінця в овальному вікні спричиняють рух перилімфи, яка тисне на мембрану, що покриває кругле вікно. Це явище подібне до натискання на гумову діафрагму на одному кінці заповненої рідиною скляної трубки. Якщо трубка має гумову діафрагму на кожному кінці, рідина може рухатися.

Якби один кінець скляної трубки або кохлеарної трубки був твердим, ніякого руху рідини не відбувалося б. Хвилі, що утворюються в перилімфі, спричиняють зміщення вестибулярної мембрани. Це зміщення створює хвилі в ендолімфі, всередині слухової труби, і зміщення базилярної мембрани. Коли базилярна мембрана зміщується, клітини волосся, розташовані на базилярній мембрані, рухаються разом з рухами мембрани. Мікроворсинки волоскових клітин вбудовані в текторіальну мембрану, яка являє собою жорстку поличку, що не рухається. Оскільки один кінець мікроворсинок рухається разом з волосковими клітинами, а інші кінці вмонтовані в нерухому текторіальну мембрану, мікроворсинки згинаються.

Згинання мікроворсинок викликає стимуляцію волоскових клітин, що індукує потенціали дії в кохлеарних нервах. Базилярна мембрана не є однорідною по всій своїй довжині. Мембрана вужча і щільніша біля овального вікна і ширша і менш щільна біля кінчика равлика. Різні ділянки мембрани можна порівняти зі струнами в фортепіано (тобто, деякі з них короткі і товсті, а інші довгі і тонші). В результаті такої організації звуки з вищою висотою

викликають максимальне спотворення базилярної мембрани, розташованої ближче до овального вікна, тоді як звуки з нижчою висотою викликають максимальне спотворення базилярної мембрани, розташованої ближче до верхівки вушної раковини. У кожному випадку стимулюються різні волоскові клітини, і через відмінності в тому, які саме клітини максимально стимулюються, людина здатна розрізняти коливання висоти звуку. Гучність звуку залежить від амплітуди звукової хвилі, що призводить до більш інтенсивного спотворення базилярної мембрани і сильнішої стимуляції волоскових клітин. Кохлеарні нерви, тіла клітин яких розташовані в кохлеарному ганглії, посилають аксони до кохлеарного ядра в стовбурі мозку. Нейрони в кохлеарному ядрі проєктуються в інші ділянки стовбура мозку і до нижнього колінчастого тіла у середньому мозку. Від нижнього колінчастого тіла волокна прямують до таламуса, а звідси – до слухової кори головного мозку.

Рівновага

Почуття рівноваги, або балансу, має дві складові: статичну рівновагу та кінетичну рівновагу. Статична рівновага пов'язана з присінком і бере участь в оцінці положення голови відносно сили тяжіння. Кінетична рівновага пов'язана з півколовими каналами і бере участь в оцінці зміни швидкості рухів голови. Переддвер'я можна розділити на дві камери: шлуночок і мішечок (рис. 38). Кожна камера містить спеціалізовані ділянки епітелію, що називаються макулами, які оточені ендолімфою. Макули, як і спіральний орган, містять волоскові клітини. Кінчики мікроворсинок цих клітин занурені в желеподібну масу, обтяжену отолітами - частинками, що складаються з білка і карбонату кальцію.

Маса рухається під дією сили тяжіння, згинаючи мікроворсинки волоскових клітин і ініціюючи потенціали дії в пов'язаних з ними нейронах. Потенціали дії від цих нейронів передаються через вестибулокохлеарний нерв (VIII черепно-мозковий нерв) до головного мозку, де вони інтерпретуються як зміна положення голови. Наприклад, коли людина нахиляється, макули зміщуються під дією сили тяжіння, і потенціали дії, що виникають при цьому, надають мозку інформацію про положення голови відносно сили тяжіння (рис. 38). У кінетичній рівновазі беруть участь три півколові канали, розміщені майже під прямим кутом один до одного. Розміщення півколових каналів дозволяє людині виявляти рухи практично в будь-якому напрямку. Основа кожного півколового каналу розширюється в ампулу.

У середині кожної ампули епітелій спеціалізований і утворює кристу ампули. Кожна криста складається з епітеліального гребеня з вигнутою студенистою масою - чашечкою, яка підвішена над гребенем. Купула

структурно і функціонально дуже подібна до макули, за винятком того, що в ній немає отолітів. Волосоподібні відростки волоскових клітин кристи занурені в купулу. Купула - це поплавок, який переміщується під дією ендолімфи в півколових каналах (рис. 38). Коли головка починає рухатися в заданому напрямку, ендолімфа, як правило, залишається нерухомою. Ця різниця призводить до того, що чашечка зміщується в напрямку, протилежному до напрямку руху голови. Коли рух продовжується, рідина «наздоганяє». Коли рух голови припиняється, рідина має тенденцію продовжувати рухатися, зміщуючи чашечку в напрямку руху. Рух чашечки змушує мікроворсинки волоскових клітин згинатися, що ініціює деполяризацію у волоскових клітинах. Ця деполяризація ініціює потенціали дії у вестибулярних нервах, які з'єднуються з кохлеарними нервами і передають інформацію до мозку.

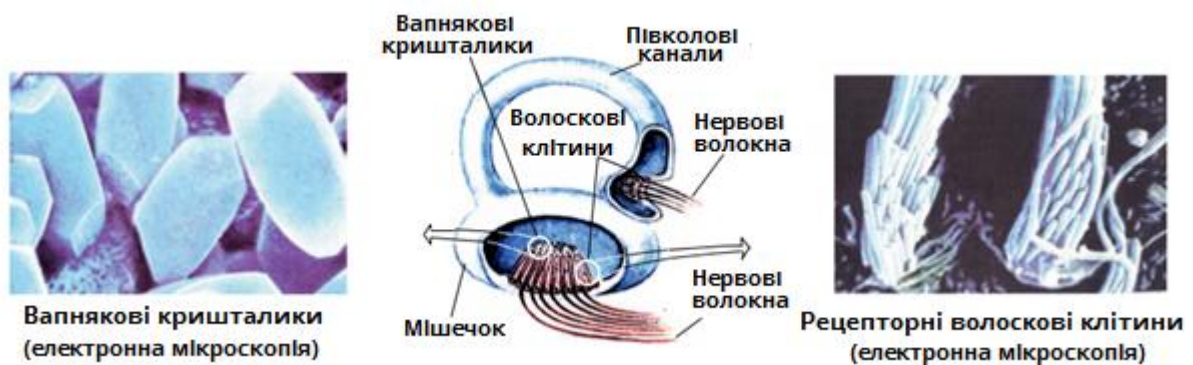


Рис. 38. Вестибулярний аналізатор.

Нюх

Нюх, який називається нюхом, виникає у відповідь на молекули повітря, які називаються запахами, що потрапляють у носову порожнину (рис. 39). Нюхові нейрони - це біполярні нейрони в нюховому епітелії, що вистилає верхню частину носової порожнини. Дендрити нюхових нейронів виходять на поверхню епітелію носової порожнини, а їхні кінці видозмінені у вигляді цибулинних утворень. Ці розширення мають довгі спеціалізовані війки, які лежать тонкою слизовою плівкою на поверхні епітелію. Молекули повітря розчиняються в слизу на поверхні епітелію і зв'язуються з молекулами рецепторів на мембранах спеціалізованих війок. Молекули повинні спочатку розчинитися в рідині, щоб досягти нюхових рецепторів. Точна природа і місце взаємодії до кінця не вивчені, але якимось чином поєднання молекул, що знаходяться в повітрі, з рецепторами викликає деполяризацію нюхових нейронів. Поріг виявлення запахів дуже низький, тому дуже мало молекул, зв'язаних з нюховим нейроном, можуть ініціювати потенціал дії. Однак після того, як молекула запаху зв'язалася з рецептором, цей рецептор деякий час не

реагує на іншу молекулу запаху. Малоімовірно, що існує окремий тип рецепторів для кожного з тисяч виявлених запахів. Припускають, що широке розмаїття запахів, які можна виявити, насправді є комбінаціями меншої кількості (можливо, лише семи) первинних запахів, які взаємодіють з обмеженою кількістю типів рецепторів. Аксони від нюхових нейронів формують нюхові нерви (черепно-мозковий нерв I), які проходять через отвори решітчастої пластинки і потрапляють до нюхової цибулини.

Там вони синапсують з асоціативними нейронами, які передають потенціали дії до мозку через нюхові шляхи. Кожен нюховий шлях закінчується в ділянці мозку, яка називається нюховою корою, розташованою в скроневій і лобовій частках. У нюховій цибулині та нюховій корі виникають петлі зворотного зв'язку, які, як правило, гальмують передачу додаткових потенціалів дії, стимульованих тривалим впливом одного і того ж запаху. Цей зворотний зв'язок, а також тимчасове зниження чутливості на рівні рецепторів призводить до адаптації до певного запаху. Наприклад, якщо ви заходите в кімнату, яка має запах, ви усвідомлюєте запах, але адаптуєтесь до нього і не відчуваєте його протягом перших кількох хвилин. Якщо ви виходите з кімнати на деякий час, а потім знову входите, запах знов здається більш інтенсивним.

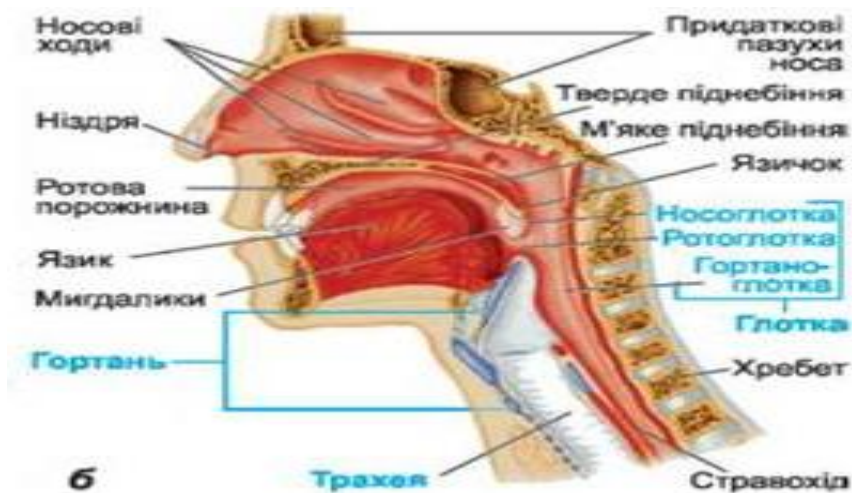


Рис.39. Носова порожнина.

Смак

Сенсорними структурами, що сприймають смакові подразники, є смакові рецептори (рис. 40). Смакові рецептори - це овальні структури, розташовані на поверхні певних сосочків, які є розширеннями на поверхні язика. Смакові рецептори також розташовані в інших ділянках ротової порожнини та глотки, наприклад, на піднебінні, корені язика та надгортаннику.

Кожен смаковий сосочок складається з двох типів клітин.

Спеціалізовані епітеліальні клітини утворюють зовнішню опорну капсулу смакового сосочка, а внутрішня частина кожного сосочка складається з близько 40 смакових клітин. Кожна смакова клітина містить волосоподібні відростки, так звані смакові волоски, які простягаються в крихітний отвір в епітелії, що називається смаковою порою. Розчинені речовини зв'язуються з рецепторами на волосках і ініціюють потенціали дії, які аферентними нейронами передаються до тім'яної частки кори головного мозку. Смакові відчуття від передніх двох третин язика передаються лицьовим нервом (VII черепно-мозковий нерв). Смакові відчуття від задньої третини язика передає язикоглотковий нерв (IX черепно-мозковий нерв). Крім того, блукаючий нерв (черепно-мозковий нерв X) передає деякі смакові відчуття від кореня язика.

Смакові відчуття можна розділити на чотири основні типи: кислий, солоний, гіркий і солодкий. Незважаючи на те, що існує лише чотири основних смакових відчуття, людина може сприймати досить велику кількість різних смаків, імовірно, шляхом комбінування чотирьох основних смакових відчуттів. Однак багато смакових відчуттів перебувають під сильним впливом нюхових відчуттів. Цей вплив можна продемонструвати, порівнявши смак деяких продуктів харчування до і після затискання носа. Легко помітити, що відчуття смаку знижується, коли ніс затиснутий. Хоча всі смакові рецептори здатні розпізнавати всі чотири основні смакові відчуття, кожен смаковий рецептор, як правило, найбільш чутливий до одного класу смакових стимулів. Тип подразника, на який кожна смакова цибулина реагує найсильніше, пов'язаний з її розташуванням на язичі. Смакові рецептори на кінчику язика сильніше реагують на солодкі та солоні смакові подразники, смакові рецептори на спинці язика сильніше реагують на гіркі смакові подразники, а смакові рецептори збоку язика сильніше реагують на кислі смакові подразники.



Рис 40. Орган смаку.

Втрата нюху та смаку:

Нездатність виявити певні запахи, такі як газ або дим, може бути небезпечною, і слід виключити кілька системних і внутрішньочерепних розладів, перш ніж вважати симптоми нешкідливими. Чи може хвороба стовбура головного мозку (ураження солітарного ядра) викликати розлади нюху та смаку, невідомо, оскільки інші неврологічні прояви зазвичай мають перевагу.

Аносмія (повна втрата нюху), мабуть, найпоширеніша аномалія. **Гіперосмія** (підвищена чутливість до запахів) зазвичай відображає невротичну або істеріонну особистість, але може виникати періодично з судомними розладами. Дизосмія (неприємний або спотворений нюх) може виникнути при інфекції носових пазух, частковому пошкодженні нюхових цибулин або психічній депресії. Деякі випадки, що супроводжуються неприємним смаком, є результатом поганої гігієни зубів. Епілепсія без ураження може викликати короткі, яскраві, неприємні нюхові галюцинації. **Гіпосмія** (часткова втрата нюху) і гіпогевзія (зниження смаку) можуть виникнути після гострого грипу, як правило, тимчасово. Раптова втрата нюху також може бути раннім симптомом COVID-19.

Хоча аномальні смакові відчуття можуть бути наслідком психічних розладів, завжди слід шукати місцеві причини. Цілісність язикоглоткового та лицьового нервів можна визначити шляхом перевірки смаку з обох боків спинки язика за допомогою цукру, солі, оцту (кислота) та хініну (гіркий).

Пересихання слизової оболонки порожнини рота, викликане інтенсивним палінням, синдромом Шегрена, променевою терапією голови та шиї або десквамацією язика, може погіршити смак, а різні препарати (наприклад, ті, що мають антихолінергічні властивості та вінкристин) змінюють смак. У всіх випадках смакові рецептори задіяні дифузно. Коли агевзія (втрата відчуття смаку) обмежена однією стороною язика (наприклад, при паралічі Белла), помічається рідко. Раптова втрата смаку може бути раннім симптомом коронавірусної хвороби 2019 (COVID-19), спричиненої важким гострим респіраторним синдромом коронавірусу 2 (SARS-CoV-2).

Особливості сенсорної функції у дітей та підлітків.

Елементарна рефлекторна діяльність людини, його складні поведінкові акти та психічні процеси залежать від функціонального стану його органів чуття - зору, слуху, нюху, смаку, соматичної та вісцеральної чутливості, за допомогою яких здійснюється сприйняття і аналіз нескінченного потоку інформації з навколишнього матеріального світу та внутрішнього середовища організму. Без цієї інформації була б неможлива оптимальна організація як самих примітивних функцій людського організму, так і вищих психічних процесів. Різні сенсорні системи починають функціонувати в різний час онтогенезу.

Вестибулярний аналізатор як філогенетично найбільш прадавній дозріває ще у внутрішньоутробному періоді.

Також рано дозріває шкірний аналізатор. Перші реакції на подразнення шкіри відзначені у ембріона в 7,5 тижні. Вже на 3-му місяці життя дитини параметри шкірної чутливості практично відповідають таким у дорослого.

Адекватні реакції на подразнення смакового аналізатора спостерігаються з 10-го дня життя. Диференціювання основних харчових речовин формується лише на 4-му місяці життя. До 6-літнього віку чутливість до смакових подразників підвищується та у шкільному віці не відрізняється від чутливості дорослого.

Нюховий аналізатор функціонує з моменту народження дитини, а диференціювання запахів відзначається на 4-му місяці життя. Найпізніше дозрівають коркові ланки органів чуття (особливо слухової та зорової сенсорної системи). Саме їхнє дозрівання визначає особливості функціонування сенсорних систем у дитячому віці.

При вивченні рухів ока дитини встановлено, що воно здатне сприймати елементи пропонованих зображень із моменту народження. Вважають, що окремі елементи зображення в дитячому віці ототожнюються із цілісним предметом. Про це свідчать дані, які показали, що діти, у яких вироблявся умовний рефлекс на цілісну геометричну фігуру, реагували також на її компоненти, пропоновані окремо, і тільки з 16 тижнів дитина сприймала цілісну фігуру, яка ставала стимулом умовної реакції.

У міру дозрівання коркових нейронів та їх зв'язків, протягом перших років життя дитини аналіз зовнішньої інформації стає більш тонким і диференційованим, удосконалюється процес упізнання складних стимулів.

Період інтенсивного дозрівання систем найбільш пластичний.

Дозрівання коркової ланки аналізатора в значній мірі визначається інформацією, яка поступає. Відомо, якщо позбавити організм новонародженого припливу сенсорної інформації, то нервові клітини проекційної кори не розвиваються. В той же час у сенсорно збагаченому середовищі розвиток нервових клітин та їх контактів відбувається найбільш інтенсивно.

Отже, значення сенсорного виховання в ранньому дитячому віці є очевидним. Тобто сенсорна інформація має значення не тільки для організації діяльності внутрішніх органів та поведінки, але і є важливим чинником розвитку дитину.

Функціональне дозрівання сенсорних систем триває і в інші вікові періоди, оскільки в переробку поступаючої інформації втягуються і інші коркові зони (асоціативні), які дозрівають протягом тривалого періоду розвитку, включаючи підлітковий вік. Поступовість їх дозрівання визначає особливість процесу

сприйняття інформації в шкільному віці. Так, сприйняття складних зорових стимулів стає ідентичним таким дорослого до 11-12 років.

Тема 5. Анатомо-фізіологічні аспекти вегетативної нервової системи.

Вегетативна нервова система

Тіла клітин соматичних мотонейронів розташовані в ЦНС, а їхні аксони тягнуться звідти до скелетних м'язів. Аксони вегетативних мотонейронів, з іншого боку, не простягаються на всьому шляху від ЦНС до тканин-мішеней. Замість цього, два нейрони послідовно простягаються від ЦНС до органів-мішеней. Перший називається прегангліонарним нейроном, а другий - постгангліонарним. Нейрони названі так тому, що прегангліонарні нейрони синапсуються з постгангліонарними нейронами в вегетативних гангліях за межами ЦНС. Автономні мотонейрони іннервують гладку мускулатуру, серцевий м'яз і залози.

Вегетативні функції контролюються несвідомо. Вегетативна нервова система складається з симпатичного і парасимпатичного відділів. Підвищена активність симпатичних нейронів загалом готує людину до фізичної активності, тоді як парасимпатична стимуляція зазвичай активує «вегетативні» функції, такі як травлення, що зазвичай пов'язані з тілом у стані спокою.

Більшість органів, які отримують автономні рухові нейрони, іннервуються як парасимпатичним, так і симпатичним відділами. Однак потові залози і кровоносні судини іннервуються майже виключно симпатичними нейронами, тоді як гладкі м'язи, пов'язані з кришталиком ока, іннервуються переважно парасимпатичними нейронами. У більшості випадків вплив двох вегетативних відділів на структури, які отримують подвійну іннервацію, є протилежним. Наприклад, симпатична стимуляція серця викликає збільшення частоти серцевих скорочень, тоді як парасимпатична стимуляція викликає зменшення частоти серцевих скорочень.

Анатомо-фізіологічна організація автономної нервової системи.

Симпатичний відділ

Симпатичний відділ вегетативної нервової системи готує людину до фізичних навантажень, збільшуючи частоту серцевих скорочень і кров'яний тиск, розширюючи дихальні шляхи і стимулюючи потовиділення. Симпатичний відділ також стимулює вивільнення глюкози з печінки для отримання енергії. У той же час він пригнічує травну діяльність. Симпатичний відділ іноді

називають системою «бий або тікай», тому що, готуючи організм до фізичної активності, він готує людину до того, щоб або встати і зустріти загрозу, або якнайшвидше втекти.

Клітинні тіла симпатичних прегангліонарних нейронів знаходяться в бічному розі сірої речовини спинного мозку (див. рис. 40) між першим грудним (T_1) і другим поперековим (L_2) сегментами. Аксони прегангліонарних нейронів виходять через вентральні корінці і прямують до симпатичних ланцюгових гангліїв або колатеральних гангліїв. Симпатичні ланцюжкові ганглії з'єднані між собою і утворюють ланцюжок по обидва боки спинного мозку. Колатеральні ганглії розташовані ближче до органів-мішеней і складаються з целиакії, верхнього брижового та нижнього брижового гангліїв. Деякі прегангліонарні нейрони синапсуються в гангліях симпатичного ланцюга, але інші проходять через ці ганглії і синапсуються в колатеральних гангліях. Постгангліонарні нейрони виникають у симпатичних ланцюгових гангліях або в колатеральних гангліях і проєктуються до тканин-мішеней.

Парасимпатичний відділ

Парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи стимулює вегетативну діяльність, таку як травлення, дефекація та сечовипускання. Водночас він уповільнює серцебиття і дихання. Він також викликає звуження зіниці ока і потовщення кришталика. Прегангліонарні клітини парасимпатичного відділу розташовані або в ядрах окорухового (III), лицьового (VII), язикоглоткового (IX) або блукаючого (X) нервів, або в бічній частині центральної сірої речовини спинного мозку в ділянках, що дають початок спинномозковим нервам $S_2 - S_4$.

Аксони прегангліонарних нейронів простягаються через спинномозкові або черепно-мозкові нерви до термінальних гангліїв, розташованих або поблизу органів-мішеней у голові, або вбудованих у стінки органів-мішеней у грудній клітці, черевній порожнині та тазу. Аксони постгангліонарних нейронів простягаються на відносно невелику відстань від термінальних гангліїв до органу-мішені.

Речовини вегетативних нейромедіаторів

Усі прегангліонарні нейрони як симпатичного, так і парасимпатичного відділів, а також усі постгангліонарні нейрони парасимпатичного відділу виділяють ацетилхолін як нейромедіатор. Більшість постгангліонарних нейронів симпатичного відділу виділяють норадреналін, але деякі виділяють ацетилхолін. Багато функцій організму можна стимулювати або пригнічувати за допомогою препаратів, які або імітують ці нейромедіатори, або запобігають активації нейромедіаторів у тканинах-мішенях.



Рис 41. Вегетативна нервова система.

Механізми передачі збудження у гангліонарних і нервово-органих синапсах симпатичної й парасимпатичної систем.

ВНС здійснює свій контроль за допомогою хімічних месенджерів, відомих як нейромедіатори. До нейромедіаторів, задіяних у ВНС, належать ацетилхолін, норадреналін та адреналін. Прегангліонарні нейрони симпатичного і парасимпатичного відділів та постгангліонарні нейрони парасимпатичної нервової системи використовують ацетилхолін (АХ). Постгангліонарні нейрони симпатичної нервової системи використовують норадреналін та адреналін.

АХ вивільняється всіма прегангліонарними нейронами, незалежно від їхньої приналежності до парасимпатичної чи симпатичної нервової системи. АХ зв'язується з нікотиновими ацетилхоліновими рецепторами, іонними каналами з лігандним затвором, на постгангліонарних нейронах. Після зв'язування АХ відкривається іонний канал, пропускаючи іони, зокрема натрій і кальцій, що викликає збудливий постсинаптичний потенціал і призводить до поширення нейронного сигналу вниз по аксону. АХ також вивільняється постгангліонарними нейронами парасимпатичної нервової системи. Тут АХ зв'язується з мускариновими ацетилхоліновими рецепторами на сайті-мішені, які є рецепторами, пов'язаними з G-білками. Вони виконують функції парасимпатичної нервової системи, перелічені вище. Важливо зазначити, що АХ також вивільняється постгангліонарними нейронами потових залоз,

зв'язується з мускариновими рецепторами та активує їх. Ця активність є винятком для симпатичної нервової системи, яка зазвичай використовує норадреналін як хімічний месенджер, що вивільняється з постгангліонарних нейронів.

Норадреналін вивільняється постгангліонарними нейронами симпатичної нервової системи, який зв'язується з адренергічними рецепторами та активує їх. Ці рецептори поділяються на альфа1 (рецептори, пов'язані з G), альфа-2 (рецептори, пов'язані з G), бета-1 (рецептори, пов'язані з G), а також бета-2 і бета-3 (рецептори, пов'язані з G і G).

Адреналін вивільняється в системний кровообіг хромафінними клітинами надниркових залоз, зокрема мозкового шару надниркових залоз. Спланхнічні нерви симпатичної нервової системи синапсують на хромафінних клітинах і стимулюють їх до вивільнення епінефрину за допомогою сигнального месенджера ацетилхоліну. Ця особливість надниркової залози є важливим компонентом симпатичної нервової системи, оскільки дозволяє здійснювати системний вплив на основні системи органів.

Вплив автономної нервової системи на діяльність деяких органів

Органи	Автономна нервова система	
	симпатичний відділ (стан – ви злякалися)	парасимпатичний відділ (стан – ви заспокоїлися)
Серце	Прискорює і підсилює його скорочення	Уповільнює його скорочення
Кровоносні судини	Звужує	Розширює (у певних органах)
Кров'яний тиск	Підвищує	Знижує
Дихання	Прискорює	Уповільнює
Зіниці ока	Розширює	Звужує
Залози: слинні, травні шлунка і кишечника	Зменшує виділення слини і травного соку	Збільшує виділення слини і травного соку
Рухова активність шлунка і кишечника	Уповільнює	Прискорює
Шкіра	Посилює потовиділення	Не діє

Рис 42. Фізіологічні ефекти симпатичної та парасимпатичної нервової системи.

Метасимпатичний відділ

Метасимпатична нервова система відноситься до третього відділу ВНС і є основною, самостійною і самостійною інтегративною системою. Усі ланки його рефлекторної дуги локалізовані лише в інтрамуральних гангліях стінок

порожнистих органів, які завдяки місцевим рефлексам забезпечують місцеву регуляцію функцій. Кількість нейронів у метасимпатичній нервовій системі становить 108, майже стільки ж, скільки в спинному мозку.

Метасимпатична нервова система має багато характеристик, які відрізняють її від інших частин вегетативної нервової системи:

1. Іннервує тільки внутрішні органи, які мають власну спонтанну активність, тобто автоматизм. У сфері його іннервації знаходяться гладка мускулатура, всмоктуючий і видільний епітелій, місцевий кровообіг, місцеві ендокринні елементи.

2. Поряд із загальними вісцеральними шляхами він має власний сенсорний контур.

3. Метасимпатична нервова система має свій медіаторний ланцюг.

4. Органи з пошкодженими або вимкненими метасимпатичними шляхами за допомогою специфічних гангліоблокаторів втрачають притаманну їм здатність координувати ритмічні ефекторні функції.

5. Він не знаходиться в антагоністичних відносинах з іншими частинами нервової системи, але, будучи справді основною іннервацією, він має набагато більшу незалежність від центральної нервової системи, ніж симпатична та парасимпатична нервові системи.

6. Має прямий і зворотний зв'язок із симпатичною і парасимпатичною системами, не має прямих синаптичних контактів з еферентною частиною соматичної рефлекторної дуги.

Захворювання вегетативної нервової системи викликані ураженням або подразненням будь-якого її відділу: центрального або периферичного.

Вегетативну дисфункцію (вегетативну дистонію) можна розглядати як порушення нормального функціонування вегетативної нервової системи. В його основі лежить вроджений дефект гіпоталамічної регуляції, який, у свою чергу, знаходиться в прямій залежності від зовнішніх стресових факторів, травм, інфекцій. Крім того, гіпоталамічна дискоординація часто виникає на тлі гормонального дисбалансу в пубертатному і клімактеричному періодах, під час вагітності, може бути наслідком фізичних навантажень, черепно-мозкових травм, нейроінфекцій, цереброваскулярної патології.

Вегетативна дисфункція проявляється спектром клінічних проявів, що характеризують порушення регуляторної діяльності нервової системи. Для людини з вегетативною дисфункцією характерна метеолабільність (залежність від коливань атмосферного тиску, вологості, температури повітря). Такі люди погано переносять фізичні, емоційні та психічні навантаження.

Симптоми вегетативної дисфункції:

- загальна слабкість;
- підвищена стомлюваність;
- погана реакція організму на зміни погоди;
- зниження працездатності;
- запаморочення;
- перебої в роботі серця;
- відчуття нестачі повітря;
- болі в серці;
- болі в животі;
- запори, метеоризм;
- порушення сну, безсоння;
- емоційні розлади (панічні атаки, тривога, страх).

Панічна атака — нападopodobний вегетативний криз, що характеризується симптомами підвищеної тривоги, відчуттям страху, смерті, нестачі повітря, утрудненням дихання, запамороченням, ознобом, підвищеним потовиділенням, нудотою, переднепритомним станом, прискореним сечовипусканням. Цей стан пов'язаний з раптовим викидом в кров великої кількості біологічно активних речовин (адреналін, дофамін та ін.), Під впливом яких і виникають всі перераховані вище симптоми. Це призводить до почастішання пульсу, інтенсивного дихання, підвищеного потовиділення. Стан супроводжується значним психологічним дискомфортом і неприємними переживаннями.

Найчастіше панічні атаки розвиваються у людей з високим інтелектом, розвиненою силою волі, схильних до самоаналізу і самоконтролю, із загостреним почуттям відповідальності, з перенесеними в дитинстві психологічними травмами.

Сукупність вегето-судинних, нейроендокринних, обмінних і трофічних розладів, викликаних ураженням гіпоталамуса, називається **гіпоталамічним синдромом**.

Причини гіпоталамічного синдрому:

- гострі та хронічні нейроінфекції;
- черепно-мозкова травма;
- гостра та хронічна інтоксикація;
- пухлини головного мозку;
- недостатність мозкового кровообігу;
- психічні травми;
- ендокринні порушення;
- хронічні захворювання внутрішніх органів.

Захворювання вегетативної нервової системи в більшості випадків протікають хронічно з періодичними нападами. Лікування таких розладів завжди тривале і складне.

Тема 6. Анатомо-фізіологічні аспекти периферичної нервової системи.

Периферична нервова система - це частина нервової системи, яка знаходиться поза головним і спинним мозком і складається з черепних, спинномозкових нервів і нервових сплетень. Її основне призначення - забезпечити надходження імпульсів від центральної нервової системи (ЦНС) до робочих органів - м'язів і навпаки.

Периферична нервова система, на відміну від центральної, не має такого захисту, тому піддається ризику механічних пошкоджень і негативного впливу токсинів. Причинами ураження периферичної нервової системи можуть бути інфекційні захворювання, авітаміноз, інтоксикації, травми, порушення кровообігу та ін.

Захворювання периферичної нервової системи (неврит, нейропатія, невралгія) можуть мати різну локалізацію, причини та прояви.

Ці недуги викликають порушення чутливості (оніміння, печіння тощо), біль, м'язову слабкість. Без своєчасного лікування захворювань периферичної нервової системи можливі обмеження рухів, порушення координації, нестійкість при ходьбі, зміна якості життя.

Методи діагностики захворювань периферичної нервової системи спрямовані на виявлення і корекцію основного захворювання (наприклад, ураження периферичних нервів при цукровому діабеті, алкоголізмі та ін.).

Лікування захворювань периферичної нервової системи є комплексним і може складатися з:

- медикаментозної терапії (спрямованої на корекцію основного захворювання, зняття болю і відновлення роботи нерва);
- немедикаментозна терапія (фізіотерапевтичні процедури);
- оперативне втручання (при тривалому стійкому неврологічному дефекті та неефективності консервативної терапії, при гострих станах та наявності абсолютних показань до хірургічного лікування захворювань периферичної нервової системи).

Лікування захворювань периферичної нервової системи, як і терапія захворювань центральної нервової системи, необхідно проводити негайно.

Пошкодження периферичних нервів.

Будь-яке пошкодження нервів і їх відгалужень, в тому числі незначне, істотно позначається на руховій і чутливій функції певної точки або всієї ділянки.

Після пошкодження нерви і їх гілки можуть відновити свою функцію - це можливо при незначних пошкодженнях, в інших випадках необхідно нейрохірургічне втручання, спрямоване на комплексне відновлення функції.

Пошкодження периферичних нервів будь-якої їх локалізації (місця) супроводжується низкою симптоматичних проявів, які в залежності від характеру пошкодження поділяються на групи: вегетативні, чутливі, рухові та трофічні.

Вегетативні (секторні та вазомоторні)

Вони супроводжуються ангідрозом (порушенням потовиділення) шкіри, з'являється почервоніння шкіри в області пошкодження і локальне підвищення температури. Через 2-3 тижні раніше почервоніла ділянка набуває блілого вигляду, знижується підвищена температура;

Сенсорне (чутливість)

Вони поділяються на дві основні категорії: симптоми відміни (анестезія/гіпестезія) та больові симптоми (парестезія та гіперпатія). Як правило, симптоми комбіновані, але при частковому ураженні нервового стовбура супроводжуються парестезіями і болем. Хворобливість може посилюватися при натисканні на нервовий стовбур нижче місця пошкодження.

Моторне (рушійність)

Вони з'являються відразу після травми, супроводжуються парезом м'язів - це в кінцевому підсумку призводить до атрофії м'язів. При сильному ураженні нервів кінцівок у хворого втрачається рухова функція (не може рухати ні руками, ні ногами);

Трофічне (виснаження)

Супроводжується витонченням і зниженням потовиділення, підвищенням вразливості шкіри. Можлива зміна кольору нігтів (помутніння), а у важких випадках можливий розвиток остеопорозу.

Черепно-мозкові нерви. Локалізація ядер, вузлів та шляхів.

Черепні нерви.

Черепно-мозкові нерви, черепні нерви - нерви, що починаються безпосередньо в головному мозку. Всі черепні нерви, крім блукаючого, іннервують голову і шию. Блукаючий нерв також іннервує органи грудної та черевної порожнини. При пошкодженні черепних нервів функції, які вони забезпечують, погіршуються або зникають.

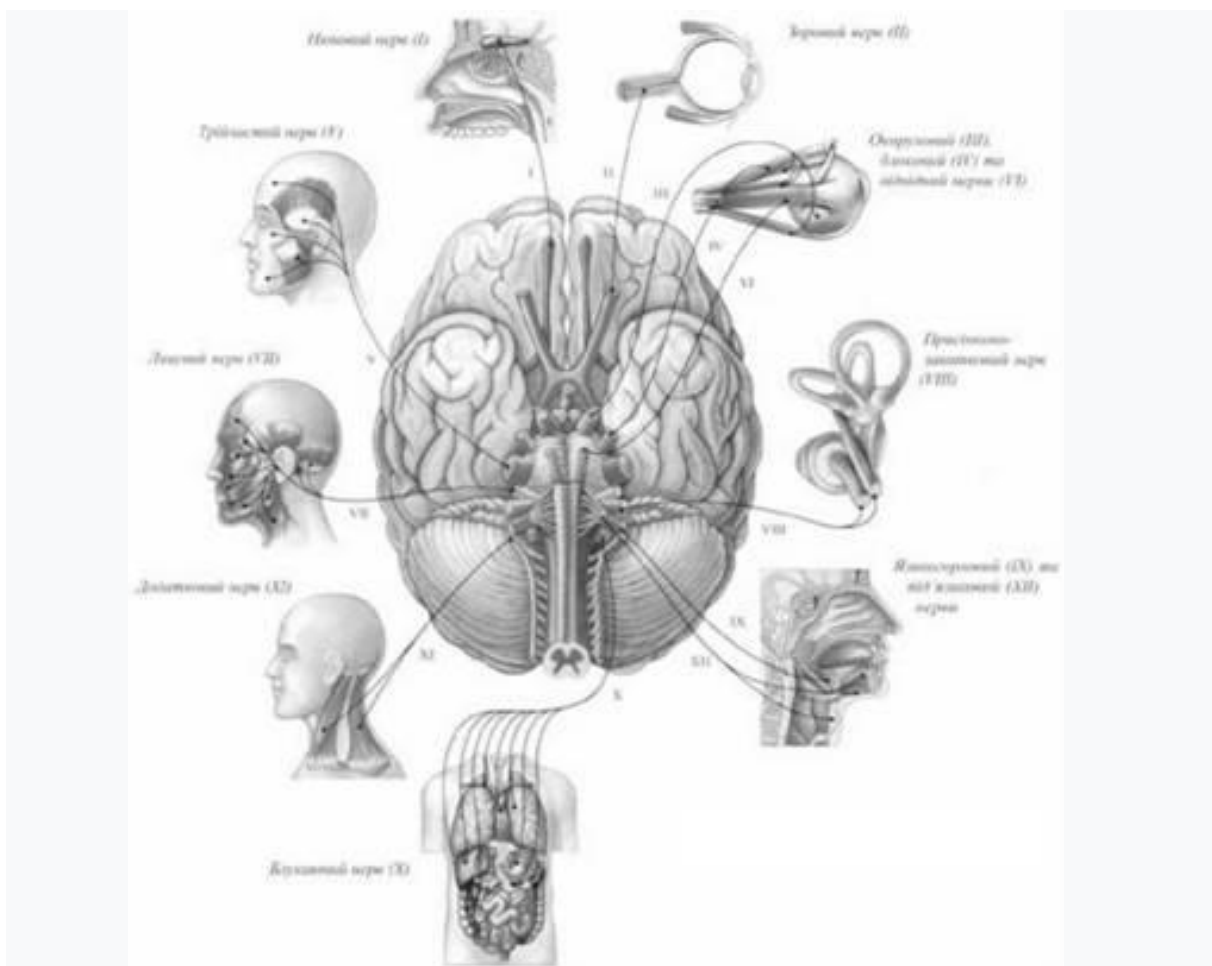


Рис. 43. Черепні нерви.

Шляхи:

Корково-ядерний (корково-бульбарний) шлях на прикладі лицевого нерва.
Загальна схема будови шляхів черепних нервів така:
для сенсорних нервів (або змішаних нервів, що містять сенсорні волокна):

Перший нейрон знаходиться в чутливому вузлі (за винятком пропріоцептивних волокон трійчастого нерва, які йдуть безпосередньо в ЦНС);

Другий нейрон розташований у стовбурі мозку;

Третій нейрон знаходиться в передньому ядрі передньотім'яної групи таламуса. Нейрони таламуса в основному посилають свої аксони до центральної звивини заднього мозку.

Для соматомоторного компонента (назва шляху корково-ядерний):

перший нейрон знаходиться в рухових зонах кори головного мозку;

другий нейрон — нейрон одного з рухових ядер.

Вісцеромоторний компонент характеризується наступним шляхом:

перший нейрон — нейрон гіпоталамуса або іншого вищого вегетативного центру;

перший нейрон — нейрон вегетативного ядра стовбура мозку;

другий нейрон — нейрон вегетативного вузла.

Ядра черепних нервів - це сукупність нейронів, компактно розташованих серед білої речовини центральної нервової системи. Кожна така структура виконує певні функції, тобто є рухові ядра (що складаються з мотонейронів, що іннервують м'язи) і чутливі ядра (в основному другі нейрони чутливого нервового шляху). Вегетативні ядра (парасимпатичні ядра в контексті черепних нервів) часто перераховуються окремо, але вони також бувають *руховими (вісцеромоторними)*, які викликають скорочення гладкої мускулатури або секрецію залоз, або *чутливими (вісцеросенсорними)*, які забезпечують чутливість внутрішніх органів. органів. За винятком зорового, нюхового і кінцевого нервів, кожен нерв має одне або кілька ядер.

Волокна черепних нервів можуть направляти імпульси як у напрямку до ЦНС (аферентні, або чутливі волокна), так і в напрямку від ЦНС до периферії (еферентні, або рухові волокна). Відповідно, іннервація нервом може бути або чутливою, або руховою, або змішаною, якщо нерв складається з волокон обох типів. Не всі волокна кожного нерва мають окремі ядра. Наприклад, VII, IX і X пари черепних нервів несуть чутливі смакові волокна, але закінчуються вони в одному місці - в ядрі одиночного тракту. Те ж саме з ядрами трійчастого нерва, до яких надходить вся поверхнева і глибока сенсорна інформація, і подвійним ядром, яке є спільним для трьох нервів.

Зовні рухові ядра розташовані поздовжньо один над одним, у напрямку від верхівки голови, дещо прямолінійно, як би утворюючи «стовпи». Те ж саме стосується чутливих ядер. Ці «стовпи» за організацією подібні до рогів спинного мозку і свідчать про ембріональний розвиток нервових компонентів (сенсорні «стовпи» розташовані дорсально і відходять від крилоподібної пластинки нервової трубки, а рухові — вентрально. і розвиваються з однойменної пластинки. Однак слід пам'ятати, що така організація більш теоретична, оскільки низка ядер розташована в несподіваних з точки зору

ембріології місцях, що пов'язано з міграцією деякі групи нейронів з їх початкової області походження та формування.

Залежно від іннервації розрізняють сім ядер, які відповідають семи основним типам іннервації: чотирьом чутливим (аферентним) і трьом руховим (еферентним).

Чутлива іннервація може бути:

- загальносоматична — яка утворена ядрами трійчастого нерва і сприймає тактильну, больову та температурну інформацію від шкіри та слизових оболонок і пропріоцептивну від м'язів і зв'язок (до цих ядер йдуть волокна V, VII, IX та X пар нервів);
- загальновісцеральна — утворена ядром єдиного шляху, отримує чутливу інформацію від органів ший, грудної порожнини, черевної порожнини, а також привушної залози (волокна IX і X пар нервів).

Крім цих двох основних типів іннервації, які також характерні для спинномозкових нервів, для черепних нервів виділяють ще два спеціальних чутливих типу іннервації, які, відповідно, мають свої анатомічні субстрати:

- особлива вісцеральна частина ядра самотнього шляху, що сприймає смак; волокна йдуть від VII, IX і X пар нервів;
- спеціальні соматичні - утворені вестибулярним і звивистим ядрами, з'єднаними з VIII парою.

Рухова іннервація може бути:

- загальна вісцеромоторна — утворена всіма парасимпатичними вісцеромоторними ядрами (III, VII, IX і X парами нервів) і іннервує органи голови, ший, грудної клітки, черевної порожнини (виділення слини, уповільнення серцебиття, спазм бронхів тощо).); загальна соматомоторна — яка іннервує м'язи, утворені із сомітів; складається з ядер черепних нервів око рухової групи і ядра під'язикового нерва.
- спеціальна вісцеромоторна (бранхіомоторна) — забезпечує іннервацію м'язів, що утворюються від дужок глотки (жувальних, м'язів глотки); нерви, які несуть таку інформацію, - V, VII, IX і X.

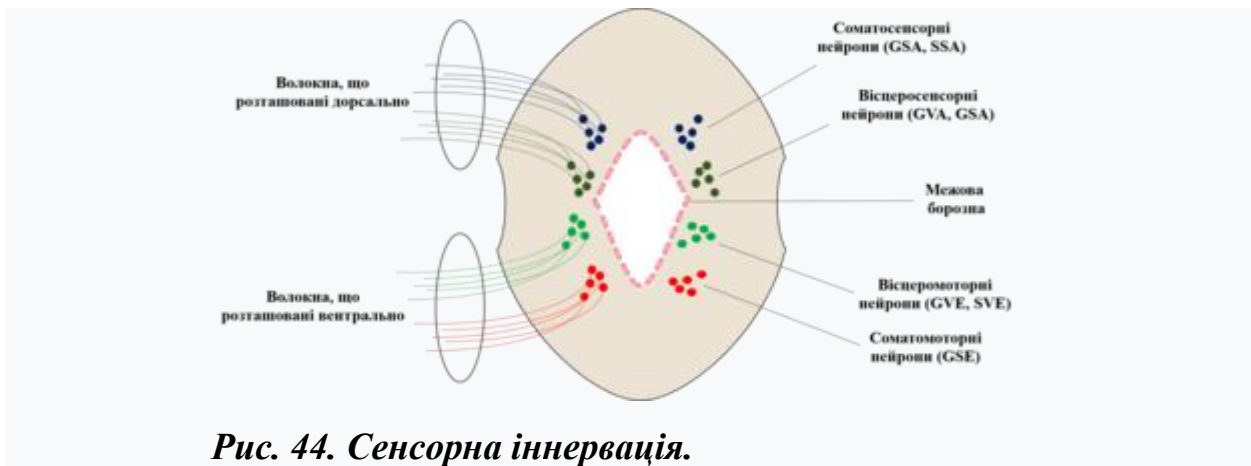


Рис. 44. Сенсорна іннервація.

Вузли

Вузол - це сукупність компактно розташованих нейронів, які знаходяться за межами центральної нервової системи, по суті це те саме ядро, тільки на периферії.

Черепно-мозкові нерви пов'язані з вузлами двох типів - *чутливими і вегетативними*. Перші присутні лише при наявності в нерві волокон загальної або спеціальної чутливості, другі — при наявності парасимпатичних волокон:

Чутливі вузли містять нейрони, відростки яких власне і утворюють нерв на периферії. Кінцевий вузол належить до однойменного нерва.

Трійчастий вузол - містить первинні чутливі нейрони, які утворюють трійчастий нерв.

Звивистий вузол з'єднується із звивистою (слуховою) частиною звивистого-пристінкового нерва.

Промежинний вузол пов'язаний з промежинної (рівноважної) частиною звивинно-тім'яного нерва.

Колінчастий вузол пов'язаний з лицьовим (точніше, проміжним) нервом.

Верхній (яремний) і нижній (кам'янистий) вузли під'язикового нерва.

Верхній (яремний) і нижній (вузликовий) вузли блукаючого нерва.

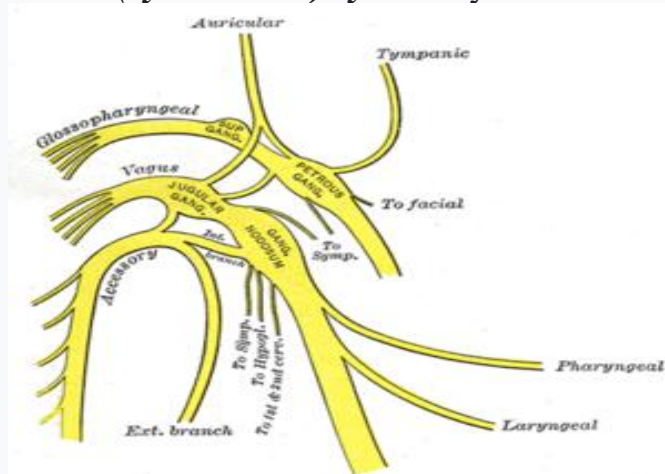


Рис. 45. Вузли черепних нервів.

Місця виходу із порожнини черепа.

Черепно-мозкові нерви виходять з черепа (хоча про чутливі волокна правильніше сказати «входять») через такі отвори:

- кінцевий (0) і нюховий (I) нерви виходять через отвори решітчастої пластинки решітчастої кістки;
- зоровий нерв (II) виходить із зорового каналу клиноподібної кістки;
- через верхню очноямкову щілину, утворену між крилами клиноподібної кістки, з порожнини черепа виходять окоруховий (III), блоковий (IV), гілки очного (V1) і відвідного (VI) нервів;
- верхньощелепний нерв (V2) виходить з черепа через круглий отвір клиноподібної кістки.
- нижньощелепний нерв (V3) виходить через овальний отвір клиноподібної кістки;
- через внутрішній слуховий отвір скроневої кістки з черепа виходять лицьовий (VII) і паренхіматозний (VIII) нерви;
- язикоглотковий (IX), блукаючий (X) і низхідна частина додаткового (XI) нерва виходять із черепа через яремний отвір, утворений скроневою та потиличною кістками;
- під'язиковий нерв (XII) виходить через канал під'язикового нерва в потиличній кістці;
- висхідна частина додаткового нерва (той, що починається в спинному мозку) входить в череп через великий отвір.

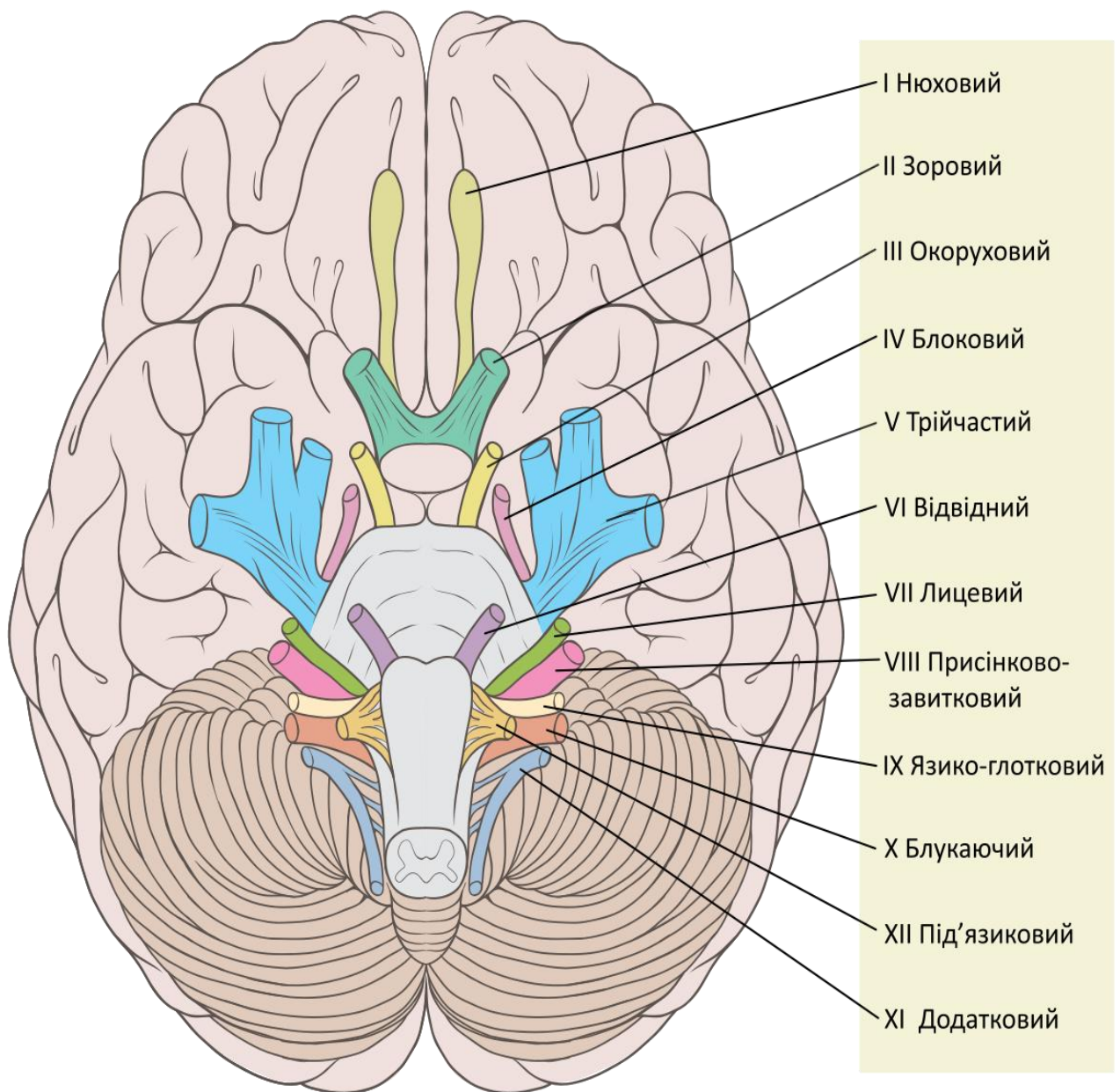


Рис. 46. Місця виходу черепних нервів із порожнини черепа.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Головацький А. С., Черкасов В. Г., Сапін М. Р. [та ін.]. – Анатомія людини: у 3 т. Вид. 3-є, доопрацьоване. – Вінниця Нова Книга, 2013.
2. Музика Ф. В., Гриньків М. Я., Куцериб Т. М. Анатомія людини : навчальний посібник– Львів : ЛДУФК, 2014. – 359 с.
3. Неттер Ф. Атлас анатомії людини Львів: Наутілус, 2004. - 597 с.
4. Черкасов В.Г. - Міжнародна анатомічна термінологія (латинські, українські, російські та англійські еквіваленти). К.: Нова Книга, 2010 - 392 с.
5. Janusz Moris. Anatomia człowieka” redakcja naukowa prof. dr hab. med. Olgierd Narkewicz, prof.dr hab. med. - Warszawa, 2010.
6. Schünke M, Schulte E, Schumacher U et al., ed. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2011.
7. Філімонов В. І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С. 216-223.
8. Гжегоцький М. Р., Філімонов В. І., Петришин Ю. С., Мисаковець О. Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 314-326.
9. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.501-503.
10. Альтернативні методи викладання фізіологічних дисциплін / Ю. В. Боянович, О. В. Жигаліна, Л. В. Коба [та ін.]. – Харків, 2012. – 72 с.
11. Ганонг В. Фізіологія людини / Вільям Ганонг. – Переклад з англ. Львів: БаК, 2002 – 784 с.
12. Нормальна фізіологія. За ред. В. І. Філімонова, К.: Здоров'я, 2010.– 608с.
13. Фізіологія :навчальний посібник / О. А. Кащенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова / за ред. проф. О. А. Шандри. –Одеса : ОНМедУ, 2012. – 288 с. (Серія «Бібліотека студента-медика»).
14. Фізіологія людини. Навчальний посібник / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич, Д. І. Бергтраум. [та ін.] – Львів : ЛДУФК, 2013. – 208 с.
15. Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник / В. Ф. Філімонов. – К.: Медицина, 2010. – 816 с.

Електронне навчальне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Шерстюк Сергій Олексійович
Храмова Тетяна Олександрівна
Наконечна Світлана Анатоліївна
Сидоренко Руслан Валеріанович

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПЕРИФЕРИЧНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Методичні рекомендації для самостійної підготовки
до практичних занять здобувачів вищої медичної освіти
2-го курсу навчання

В авторській редакції

Підписано до видання 16.05.2023. Гарнітура Times New Roman.
Обсяг 2,4. Мб. Зам. 82/23

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.02.2009

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна