

ЛЕКЦІЯ 1

ВВЕДЕННЯ У ФІЗІОЛОГІЮ.

План лекції:

1. Предмет фізіології: зміст, зв'язок з іншими науками. Завдання фізіології.
2. Короткі відомості про розвиток фізіології. Роль вітчизняних і зарубіжних учених в розвитку фізіології.
3. Механізми регуляції діяльності організму.
4. Поняття про гомеостаз.
5. Збудливі тканини. Поняття збудливості і функціональної рухливості. Біоелектричні явища в тканинах.

1. Фізіологія людини – наука, що вивчає функції і механізми діяльності, їх регулювання в клітинах, тканинах, органах і системах органів, а також цілісному організмі людини на різних етапах онтогенезу в умовах спокою, активності і при взаємодії з довкіллям.

Фізіологія – біологічна наука, вона зв'язана тісно і спирається на дані анатомії, біохімії, біомеханіки, біофізики і ін.

Знання по фізіології є базою для: спортивної медицини, гігієни, ЛФК, масажу, психології і спортивних дисциплін.

Фізіологія ділиться на загальну, приватну, порівняльну, еволюційну і фізіологію людини.

Загальна фізіологія вивчає основні процеси життя, властиві всім живим істотам, корінні якісні відмінності живого від неживого, загальні закони зміни функцій організмів при всіляких діях зовнішнього середовища.

Приватна (спеціальна фізіологія) вивчає особливості функцій організму, органів і тканин в окремих групах тваринних організмів, наприклад в

сілськогосподарських, а також функції окремих органів і систем, наприклад нервової, м'язової і так далі.

Порівняльна фізіологія вивчає філо- і онтогенез функцій різних груп тваринних організмів, виявляючи загальні і особливі їх межі.

Еволюційна фізіологія вивчає еволюцію функцій або історію формування окремих функцій і їх взаємних стосунків. Вона досліджує також функціональну еволюцію або розвиток еволюційної теорії на основі фізіологічних, а не лише морфологічних ознак, тобто розкриття принципів еволюції тваринних організмів на матеріалі історичної зміни їх функцій.

Особливо велике теоретичне і практичне значення має розвиток фізіології людини, яка розділяється на фізіологію праці, фізичних вправ і спорту, живлення, авіаційну, космічну, вікову і ін.

Фізіологія є теоретичною основою медицини. Без глибокого знання законів життєдіяльності клітини, значення нормальних змін її молекулярної будови, її обміну речовин із зовнішнім середовищем, законів життєдіяльності тканин і органів, взаємин організму людини з тим, що оточує його, зовнішнім світом, неможливе розкриття закономірностей порушень функцій, запобігання хворобам і їх лікуванню.

Розкриття закономірностей фізіології людини є необхідною умовою подальшого збільшення тривалості життя, раціональної організації оздоровлення і полегшення умов праці і побуту, відкриття нових методів запобігання захворюванням.

Фізіологія забезпечує виховання міцного фізично і духовно молодого покоління на основі використання знань вікової фізіології і фізіології фізичних вправ і спорту.

Фізіологія використовує при вивченні життєдіяльності організму наступні методи:

1. Метод спостереження.
2. Метод експерименту.

Фізіологія наука експериментальна і основний її метод – науковий експеримент. У останні десятиліття швидке удосконалення електронної техніки відкрило нові підходи для розуміння суті багатьох фізіологічних процесів. При розробці нових методичних принципів використовують методи фізики, математики, радіоелектроніки і ін. наук. Успіхи сучасної фізіології обумовлені широким введенням в практику сучасної вимірювальної і реєструючої апаратури.

Завдання фізіології

1. Формування діалектичного розуміння закономірностей основних біологічних процесів зростання і розвитку організму.
2. Розкриття основних фізіологічних процесів, що протікають в різних системах організму під час м'язової і розумової діяльності.
3. Вивчення механізмів взаємодії організму з довкіллям.
4. Формування необхідних для педагога і тренера знань фізіологічних особливостей організму людей різної статі і віку.

Фізіологія виникла в глибокій старовині з потреб медицини, оскільки для запобігання хворобам і лікування людей необхідно знати будову організму і функції органів. Тому анатомію і фізіологію вивчали лікарі древньої Греції і Риму.

Фізіологічні пізнання у древніх учених ґрунтувалися головним чином на припущеннях, вівісекції вироблялися дуже рідко, і тому багато висновків про функції тіла були неточними або помилковими.

Нечисленні фізіологічні факти, отримані ученими стародавнього світу, навмисно замовчувалися до XIV — XV століть за часів феодалізму, а ідеалістичні уможлядні припущення древніх про існування душі, незалежної від тіла, були канонізовані католицькою церквою і затверджувалися як непорушні істини. В середні віки релігійні догми насильницьки насаджувалися, а наукові знання жорстоко викорінилися. Католицька церква

забороняла проводити розтин трупів, без чого неможливі точні знання будови організму. Релігія призвела в середні віки до застою експериментальної науки і завдала величезної шкоди її розвитку.

Відродження анатомії і фізіології почалося з крахом феодального суспільства. Анатом Л. Везалій (1514—1564) не лише поклав підставу сучасної анатомії людини, але і виробляв вівісекції на собаках, в яких встановив важливі факти. М. Сервет (1509 або 1511-1553) детально вивчив малий круг кровообігу, зміну крові в легенях і передбачив існування в них капілярів. За свої сміливі наукові переконання, направлені проти релігії, М. Сервет був спалений церковниками.

Анатом Фабріцій (1537-1619) виявив клапани у венах.

Англійський лікар Уїльям Гарвей (1578—1657) відкрив великий круг кровообігу в гострих дослідженнях на тваринах і спостереженнях на людях. Гарвей будував свої висновки на результатах вівісекції тварин. Тому його наукова праця є фізіологічною і вважається початком сучасної експериментальної і фізіології.

У першій половині XVII століття дослідник природи і філософ Рене Декарт (1596—1650), користуючись вівісекцією на тваринах і спостереженнями на людях, вивчав роль серця і травлення. Головним його відкриттям у фізіології є схема безумовного рефлексу на основі вивчення акту мигання при дотику до рогівки. Р. Декарт розглядав тварин як прості машини і дав ідею рефлексу, як машиноподібного механічного акту при дії зовнішнього середовища. Він вважав, що у людини, на відміну від тварин, існує незалежна від тіла душа, яка взаємодіє з тілом в шишковидній залозі. Таким чином, він поєднував механістичний матеріалізм з ідеалізмом.

Ідея Декарта про рефлекс отримала подальший розвиток в працях чеського ученого І. Прохаськи (1749—1820).

Важливий вклад у фізіологію вніс італійський фізіолог і фізик Л. Гальвані (1737—1798) - один із засновників теорії електрики. Він відкрив виникнення електричного струму в нервах і м'язах жаби при одночасному зіткненні їх з

двома різнорідними металами (залізом і міддю), що викликало скорочення м'язів, а потім довів існування власної електрики в нервах. Італійський фізик і фізіолог А. Вольта (1745—1827) роз'яснив, що при одночасному зіткненні нервів і м'язів з двома різнорідними металами діє зовнішній електричний струм, а не власна електрика. Вольта відкрив, що електричний струм збуджує органи чуття, нерви і м'язи. Таким чином, Гальвані і Вольта з'явилися засновниками електрофізіології, що отримала подальший розвиток в працях німецького фізіолога Дюбуа-Реймона (1818—1896) і ін.

Велике значення для фізіології мали біохімічні дослідження травних ферментів і ролі ферментів в синтезі білків, вироблені А. Я. Данилевським (1838—1923). Прогрес фізіології в XIX столітті був заснований на успіхах фізики і хімії, прикладених до дослідження функцій організму і його хімічного складу, що поєднувалось з вівісекцією. Цей напрям отримав великий розвиток.

Ч. Белл (1774—1842) і Ф. Мажанді (1783—1855) довели, що доцентрові (чутливі) і відцентрові нервові волокна існують окремо. Ч. Белл виявив чутливість м'язів. Ф. Мажанді довів вплив нервової системи на регуляцію обміну речовин в органах і тканинах — трофічну функцію нервової системи. Учень Мажанді Клод Бернар (1813—1878) зробив багато важливих фізіологічних відкриттів: їм виявлено травне значення слини і підшлункового соку, відкриті синтез вуглеводів в печінці і роль її в підтримці рівня цукру в крові, роль нервової системи у вуглеводному обміні і регуляції просвіту кровоносних судин, функції багатьох нервів, вивчені тиск крові, гази крові, електричні струми нервів і м'язів і багато інших питань.

К. Бернар вважав, що більшість найважливіших функцій організму регулюються нервовою системою.

Значний вклад у фізіологію був зроблений в минулому столітті також І. Мюллером (1801 —1858) і його школою. Йому належать багаточисельні дослідження по анатомії, порівняльній анатомії, гістології, ембріології, по фізіології органів чуття, голосового апарату і рефлексам. Його учень Г.

Гельмгольц (1821 —1894) зробив важливі відкриття в області фізики, фізіології зору і слуху, нервової і м'язової систем.

Російська фізіологічна школа. У Росії фізіологія зародилася в XVIII столітті. Фізіологічні експерименти виробляли В. Ф. Зуєв (1754—1794), А. М. Філомафітський (1807—1849) і ін. Перший вітчизняний підручник фізіології написав Д. М. Велланський (1773—1847).

Спочатку вивчалися фізіологія дихання, крові і кровообігу, руху, а потім основним напрямом стало вивчення функцій різних відділів нервової системи (А. Н. Орловський, 1821 —1856; А. А. Соколовський, 1822—1891 і ін.).

Засновником вітчизняної школи фізіології був І. М. Сеченов (1829—1905). У 1862 році він відкрив гальмування в нервових центрах, а в 1868 році суммацію збудження в них. Він одним з перших проводив електрофізіологічні дослідження нервової системи. У праці Сеченова «Рефлекси головного мозку» викладається основна ідея рефлекторної теорії.

Рефлекторна теорія І. М. Сеченова отримала розвиток в працях І. П. Павлова (1849—1936), а також його безпосередніх учнів Н. Е. Введенського (1852—1922), А. Ф. Самойлова (1867—1930) і ін. Видатні відкриття у фізіології нервової системи зробили вчителя Павлова І.Ф. Цион (1842-1912) і Ф.В. Овсянников (1827-1906).

Перші роботи І. П. Павлова також були присвячені регуляції нервовою системою роботи серця і кровообігу і вивченню трофічної функції нервової системи, а потім І. П. Павлов і його учні вперше детально вивчили роль нервової системи в роботі травних залоз. Розвиваючи ідею І. М. Сеченова про рефлекси головного мозку, І. П. Павлов відкрив умовні рефлекси. Школа І. П. Павлова розкрила основні фізіологічні закономірності роботи головного мозку як органу, що забезпечує відповідність функцій організму умовам його існування, що змінюються.

І.П. Павлов виходив з провідної ролі нервової системи у взаємодії цілісного тваринного організму із зовнішнім середовищем і в регуляції діяльності всіх його органів. Він експериментально розвинув принцип

нервізму, що полягає в дослідженні впливу нервової системи на всі функції організму.

Н. Е. Введенський створив теорію єдності збудження і гальмування, їх взаємних переходів (теорія парабіозу), провів важливі електрофізіологічні роботи по вивченню функцій нервів і м'язів. Його учень А. А. Ухтомський (1875— 1942) обґрунтував принцип роботи нервових центрів — теорію домінанти, яка є подальшим розвитком концепції Н. Е. Введенського, а також створив уявлення про засвоєння нервовою системою ритму роздратувань. А. Ф. Самойлов зробив великий вклад в електрофізіологію і вперше висловив думку про хімічні передавачі нервового процесу.

І.М. Сеченов, І.П. Павлов і їх учні керувалися ідеями Ч. Дарвіна в дослідженні функцій тваринних організмів. Для вітчизняної фізіології характерне дослідження функції в еволюції, в їх філо- і онтогенетичному розвитку. Учень І. П. Павлова Л. А. Орбелі (1882—1958) створив сучасну вітчизняну еволюційну фізіологію, глибоко вивчив роль вегетативної нервової системи в діяльності головного мозку, органів чуття і скелетної мускулатури.

В. М. Бехтерев (1857—1927) розвинув теорію умовних рефлексів в патології нервової системи людей і в психіатрії і глибоко вивчив будову і функції нервової системи. Користуючись методом умовних (сполучних) рефлексів на людях і тваринах і операціями на тваринах, він досліджував вплив внутрішніх органів на діяльність головного мозку і регуляцію роботи внутрішніх органів головним мозком.

У вивченні впливу головного мозку на внутрішні органи перші важливі дослідження виробив В. Я. Данилевський (1852—1939). Він же одним з перших вивчив електричні явища в головному мозку.

ЛЕКЦІЯ 2

Механізми регуляції функцій

У організмі існують два основні механізми регуляції функцій: нервовий і гуморальний. Першою прадавньою формою взаємодії між клітинами багатоклітинних організмів є хімічна взаємодія за допомогою обміну речовин, що поступають в рідині організму. Такими продуктами обміну речовин, або, метаболітами, є продукти розпаду білків, вуглекислота та ін. Це гуморальна передача впливів, гуморальний механізм кореляції або зв'язку між органами.

Гуморальний зв'язок характеризується наступними особливостями. По-перше, відсутністю точної адреси, по якій прямує хімічна речовина, що поступає в кров або інші рідкі тіла. Хімічна речовина може, отже, діяти на всі органи і тканини. Його дія не локалізована, не обмежена певним місцем. По-друге, хімічна речовина поширюється відносно повільно. І по-третє, воно діє в нікчемно малих кількостях і зазвичай швидко руйнується і виводиться з організму.

Гуморальні зв'язки є загальними і для світу тварин і для світу рослин. На певному рівні розвитку світу тварин у зв'язку з появою нервової системи утворюється нова, нервова форма зв'язків і регуляцій. Чим вище по своєму розвитку організм тварини, тим більшу роль грає взаємодія органів через нервову систему, яка позначається як рефлекторна.

У вищих тваринних організмів нервова система регулює гуморальні зв'язки. На відміну від гуморального зв'язку, нервовий зв'язок по-перше, має точну спрямованість до певного органу і навіть групи клітин і по-друге, через нервову систему зв'язок здійснюється з незрівнянно більшою швидкістю, що в сотні разів перевищує швидкість поширення хімічних речовин. Перехід від гуморального зв'язку до нервового у високоорганізованих істот супроводиться не знищенням гуморального зв'язку між клітинами тіла і заміною його нервовим зв'язком, а підпорядкуванням гуморального зв'язку нервовому, виникненням нервово-гуморальної взаємодії.

У закінченнях нервових волокон, які стикаються з клітками органу, або з іншими нервовими клітинами, виділяються особливі посередники зв'язку,

спеціальні хімічні речовини – медіатори, які діють безпосередньо на нервову систему.

На наступному етапі розвитку живих істот з'являються спеціальні органи - залози, в яких виробляються гуморальні речовини, що діють, – гормони.

4.Гомеостаз – (homeostasis; homois – схожий + stasis – стан) сукупність скоординованих реакцій, забезпечуючих підтримку або відновлення постійності внутрішнього середовища організму (В. Кеннон, 1929). По П.К. Анохину, в організмі існують жорсткі константи, що мають найменший діапазон між рівнем константного стану і граничним відхиленням, несумісні з життям; константи, які допускають деякі відхилення від постійного рівня, що мають пристосовне значення для інших функцій; пластичні константи, що володіють вельми широким діапазоном мінливості, оптимальну активність ферментів і тим самим можливість протікання обмінних процесів.

Жорсткими константами є ті параметри внутрішнього середовища, які визначають характеристики самої постійності внутрішнього середовища організму і здатності організму забезпечити постійність цього середовища.

Прикладами констант є: кількість в крові формених елементів – лейкоцитів, еритроцитів, тромбоцитів. Кількість гемоглобіну. Температура тіла і ін.

5. Збудливість - здатність живого організму відповідати на дії подразника змінами своїх фізіологічних властивостей і виникненням стану збудження.

Збудження – є складний біологічний процес, який виявляється в різних фізичних, хімічних і функціональних змінах живої тканини і в певній діяльності: скорочення м'язів, проведення імпульсу по нерву, заліzysta тканина виділяє секрет і так далі.

Дратівливість – властивість живої тканини, яка виявляється в здатності її кліток підсилювати або ослабляти свою активність у відповідь на дії подразників.

Процес дії подразника на клітку, тканину, організм називається роздратуванням.

Подразники підрозділяються :

- по енергетичній природі:

хімічні: кислоти, луги, солі; фізичні (світлові, температурні, електричні, механічні); физико-хімічні (зміна реакції середовища, осмотичного тиску і ін.); біологічні: тварини, рослини, мікроби і віруси.

- по фізіологічному значенню:

- адекватні – які при міні енергії роздратування викликають збудження в рецепторі і клітинах, що володіють спеціальною здатністю реагувати на даний подразник (наприклад, для органів слуху – частота повітряних коливань в межах від 16 до 20 000 герц; для м'яза – нервовий імпульс і так далі);

- неадекватні – які можуть сприйматися і викликати у відповідь реакції (як збудження так і гальмування) лише відносно значній силі і тривалості своєї дії (відчуття спалаху світла при механічному роздратуванні сітківки ока в результаті здавлення очного яблука; м'яз може скорочуватися під дією кислоти, луги).

Реакція на адекватний подразник виникає легше і має досконаліший пристосовний характер, ніж реакція на неадекватний подразник.

По силі дії подразники діляться на:

- **підпорогові** – викликають лише місцеву реакцію (збудження, що не поширюється);

- **порогові** – подразники такої мінімальної сили, яка здатна викликати в тканині процес збудження, що поширюється, і видимий його ефект;

- **надпорогові** – подразники сильніші, ніж порогові. Вони викликають великі функціональні зміни в тканині (про це можна судити наприклад, по амплітуді м'язового скорочення).

Тобто у відповідь на роздратування виникає збудження тієї або іншої тканини, органу. Структурною і функціональною одиницею тканини є клітина. На її рівні і розглядаються всі процеси, пов'язані із забезпеченням

життєдіяльності: пускові механізми функцій, процеси обміну речовин і енергії і так далі.

При збудженні клітина переходить із стану фізіологічного спокою до стану фізіологічної діяльності.

Стан фізіологічного спокою – характеризується відсутністю зовні виражених проявів специфічної активності, наприклад, руху, секреції. В той же час це не бездіяльний стан. В умовах фізіологічного спокою обмін речовин знаходиться на рівні, необхідному для підтримки життєдіяльності організму, забезпечення його готовності реагувати на дії специфічною активністю. Тому це стан правильніше називати **відносним** фізіологічним спокоєм.

Стан фізіологічної діяльності (або «збудження») - процес що виникає в результаті тієї або іншої дії на живий об'єкт як прояв властивості збудливості: скорочення м'яза, секреція залози і так далі).

Стан фізіологічної діяльності (збудження) - це складний біологічний процес, який характеризується тимчасовою деполяризацією мембран клітин, зміною обмінних процесів, теплоутворення і ін. фізіологічними і біохімічними явищами.

Загальні закономірності дії подразників на живі структури знаходять пояснення в рамках **мембранного потенціалу**.

Мембранний потенціал – це різниця потенціалів, що існує між цитоплазмою клітини і що оточує її зовнішнім розчином (міжклітинною рідиною).

Існують три, що відрізняються один від одного прояву мембранного потенціалу – **потенціал спокою, місцевий потенціал і потенціал дії**.

Мембранний потенціал спокою – це різниця потенціалів, що існує в умовах фізіологічного спокою (80 – 90 мВ – клітини скелетних м'язів; 20 – 30 мВ – клітини епітелію).

Кожна клітина тканини відокремлена від інших клітин клітинною мембраною, що оточує її з усіх боків. Руйнування мембрани приводить до загибелі клітини, оскільки мембрана не лише служить механічним бар'єром,

але і регулює обмін речовин між клітиною і її довкіллям, здійснюючи виборчий їх транспорт (активний і пасивний) – вивчити самостійно.

До формування мембранного потенціалу мають відношення особливості вмісту іонів Na^+ , K^+ в клітині і поза нею, циркуляції цих іонів через мембрану клітини.

В умовах фізіологічного спокою і нормальної температури поза клітиною більше іонів Na^+ , чим K^+ . проникність мембрани клітини при цьому для K^+ досить висока, а для Na^+ - низька. У зв'язку з існуючим концентраційним градієнтом для K^+ якась кількість його іонів виходить з клітини через пори мембрани на її зовнішню поверхню, створюючи на ній надлишок позитивно заряджених часток. Крупні ж молекули органічних іонів (A^- - білки, амінокислоти і ін.) і неорганічних (Cl^- , HPO_4^{3-} і ін.) залишаються усередині, оскільки не можуть вийти через дрібні пори мембрани клітини. Це обумовлює формування на внутрішній поверхні мембрани клітини негативного заряду, а на зовнішній – позитивного. Між ними виникає різниця потенціалів, яка називається мембранним потенціалом.

Збудження, що супроводиться виникненням потенціалу дії, здатне поширюватися без ослабіння на великі відстані від місця виникнення і лежить в основі включення систем, забезпечуючих прояв і регулювання моторних і вегетативних функцій.

Тобто, зміна мембранного потенціалу спокою, що виникає досягши критичного рівня деполяризації мембрани, під впливом строго визначеної в кожному випадку сили роздратування званою пороговою і що поширюється без ослабіння на великі відстані від місця свого виникнення, називається **потенціалом дії**. Тривалість потенціалу дії в м'язі серця – 300 мс; мотонейрони спинного мозку – 1-3 мс; волокна скелетних м'язів – 1-3-8 мс.

Зміна потенціалу спокою, яке реєструється при силі подразника в 1,5-2 рази нижче, ніж сила порогового подразника і що поширюється від місця свого виникнення з поступовим слабшанням (декрементом) аж до зникнення,

називається **місцевим потенціалом**. Місцевий потенціал обмежений невеликою ділянкою в місці нанесення роздратування.

Для виникнення потенціалу дії і місцевого потенціалу обов'язкова присутність в позаклітинному середовищі катіонів Са.

При дії подразника дотримується так званий **закон «Все або нічого»**: чим потенціал дії не виникає зовсім – реакція «нічого» (якщо роздратування підпорогове) або розвивається максимальна для дихання умов амплітуда потенціалу – реакція «Все» (якщо роздратування надпорогове).

Під час розвитку потенціалу дії мембрана повністю втрачає збудливість – **абсолютна рефрактерність** (на графіці – висхідна гілка, тобто під час деполяризації і інверсії).

Далі слідує період **відносна рефрактерність** – мембрана здатна відповідати на сильні надпорогові роздратування (на графіці – низхідна гілка, тобто під час реполяризації, тобто коли йде відновлення до мембранного потенціалу спокою).

ЛЕКЦІЯ 3

ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

1. Значення і загальні функції центральної нервової системи (ЦНС).
2. Нейрон – структурно-функціональна одиниця ЦНС. Типи нейронів.
3. Механізм зв'язку між нейронами (синапс).
4. Рефлекс, рефлексорна дуга, види рефлексів.

1. Значення і загальні функції центральної нервової системи (ЦНС).

Кожен із ста трильйонів клітин організму людини відрізняється надзвичайно складною структурою, здібністю до самоорганізації і багатобічної взаємодії з іншими клітинами. Проте клітина є лише однією з

порівняно елементарних підсистем в складній ієрархії систем, що формують живий організм.

Всі ці системи є вкрай впорядкованими. Нормальна функціональна структура будь-якої з них і нормальне існування кожного елемента системи (у тому числі кожної клітини) можливі завдяки безперервному обміну інформацією між елементами (і між клітинами).

Обмін інформацією відбувається за допомогою прямої (контактної) взаємодії між клітинами, в результаті транспорту речовин з тканинною рідиною, лімфою і кров'ю (гуморальний зв'язок), а також при передачі від клітини до клітини біоелектричних потенціалів, що є найшвидшим способом передачі інформації в організмі. В багатоклітинних організмів розвинулася спеціальна система, що забезпечує сприйняття, передачу, зберігання і переробку інформації, закодованої в електричних сигналах. Це нервова система.

У живому організмі нервова система займає особливе місце. Вона функціонально об'єднує клітини, тканини, окремі органи і системи органів в єдине ціле. Нервова система забезпечує зв'язок організму із зовнішнім середовищем і пристосовує його до постійно змінних зовнішніх умов.

Нервова система включає центральний відділ – головний і спинний мозок і периферичний – нервові вузли, які носять назву – ганглії і нерви, що пронизують всі структури організму.

Основні функції нервової системи:

- 1) регуляція діяльності всіх тканин і органів і об'єднання їх в єдине ціле;
- 2) забезпечення пристосування організму до умов зовнішнього середовища (організація поведінки, адекватної потребам організму) або пристосування середовища до своїх потреб.

2. Нейрон – структурно – функціональна одиниця ЦНС. Типи нейронів

Основним структурним елементом нервової системи є нервова клітина або нейрон – це функціональна одиниця, будова і функції якої пристосовані до передачі і обробки інформації.

Нейрон складається з тіла і відростків – дендриту і аксонів. Через дендрит сигнали поступають в клітину. Через аксони - сигнали виходять з клітини і передаються до інших клітин – нервових, м'язових або секреторних. Аксонами є довгі ниткоподібні відростки завдовжки від декількох мм до декількох метрів. Специфічною функцією аксона є проведення нервових імпульсів, які виникають в результаті невеликих змін проникності мембрани аксона і проходять по всій довжині аксона. Ближче до закінчення аксон гілкується і утворює пензлик з кінцевих гілок (терміналей). На кінці кожна терміналь утворює спеціалізований контакт – синапс.

Функції нейрона в організмі чітко розмежовані. Одні нейрони призначені для сприйняття зовнішніх подразників (рецепторна функція – чутливі нейрони); інші для переробки роздратувань (інтеграційна функція - інтернейрони); треті для передачі нервових впливів на інші нейрони або робочі органи (ефекторна функція – рухові, моторні нейрони).

3.Механізм зв'язку між нейронами (синапс)

Нейрони з'єднуються один з одним або з іншими клітинами за допомогою синапсів. Термін «синапс» (з'єднання) вперше був введений Ч. Шеррінгтоном. Синапс це функціональне з'єднання між нервовою клітиною і іншими клітинами. Кількість синапсів в одного нейрона може досягати декількох тисяч. Залежно від характеру впливу на клітину розрізняють синапси збуджуючі і гальмівні.

Синапс утворений:

- 1) З кінцевої частини аксона одного нейрона – пресинаптичне волокно;
- 2) З ділянки поверхні іншого нейрона (ефекторної клітини) – постсинаптична мембрана;
- 3) Розділяє ці два елементи синаптична щілина.

Передача збудження здійснюється хімічним і електричним шляхом. Нервовий імпульс викликає виділення медіатора (ацетілхолін, норадреналін, деякі амінокислоти) в кінцевій частині аксона з бульбашок.

Наявність ацетілхоліну в одних нервових волокнах і норадреналіну в інших свідчить про гетерогенність різних типів волокон. Медіатор виводиться в синаптичну щілину і збуджує мембрану дендриту іншої клітини. Дендрити сприймають сигнал і перетворюють його в імпульсний електричний розряд. Необхідно відзначити, що сигнал через синапс проходить в двох напрямках. Цей факт має важливе значення. Передача в двох напрямках забезпечує взаємодію близько розташованих нейронів і бере участь в утворенні нових синапсів і їх дозріванні. Утворення нових синапсів лежить в основі важливої властивості - пластичності нервової системи. Від цієї властивості залежить розвиток мозку дитини, процеси навчання і пам'яті, відновлення нервових зв'язків, втрачених при захворюваннях. Для цих процесів необхідна зворотна (ретроградна) передача сигналу – від постсинаптичної мембрани до пресинаптичної мембрани синапсу. Лише в цьому випадку утворюється новий синапс.

Хоча нервові клітини є функціональними одиницями ЦНС, але на їх долю доводиться лише 10 % загального числа клітин в нервовій системі. Більшість же складають гліальні клітини, які заповнюють простір між нейронами. Багато крупних аксонів поміщено у футляр з мембранних виростів гліальних клітин, створюючих мієлінову оболонку, яка ізолює мембрану аксона, що сприяє підвищенню швидкості проведення нервового імпульсу. Клітки глії регулюють транспорт живильних речовин від капілярів до нейронів.

Проведення нервових імпульсів є спеціалізованою функцією нервових волокон, тобто відростків нервових клітин.

Нервові волокна розділяють на м'якотні і безм'якотні, немієлінізовані. М'якотні чутливі і рухові волокна входять до складу нервів, що забезпечують органи чуття і скелетну мускулатуру.

Нерви зазвичай полягають як з м'якотних так і безм'якотних волокон, причому співвідношення між числом тих і інших в різних нервах різне.

При вивченні проведення збудження по нерву було встановлено декілька необхідних умов і правил (законів) протікання цього процесу.

1. Анатомічна і фізіологічна безперервність волокна.

В разі порушення цілісності нервового волокна в разі травми, здавлення нерва, при тривалому запальному набряку може бути часткове або повне порушення функції проведення.

2. Двостороннє проведення.

При роздратуванні нервового волокна збудження поширюється по ньому у відцентровому і доцентровому напрямках.

3. Ізольоване проведення.

У периферичному нерві імпульси поширюються по кожному волокну ізольовано, тобто не переходячи з одного волокна на інше і надаючи дію лише на ті клітини, з якими контактують закінчення даного нервового волокна. Це має важливе значення у зв'язку з тим, що всякий периферичний нервовий ствол містить велике число нервових волокон – рухових, чутливих, вегетативних, які іннервують різні, інколи далеко віддалені один від одного і різноманітні по структурі і функціям клітини і тканини. Якби збудження переходило усередині нервового ствола з одного волокна на інше, то в цьому випадку нормальне функціонування периферичних органів і тканин було б неможливе.

Приклад: блукаючий нерв іннервує всі органи грудної порожнини і значну частину органів черевної порожнини.

4. Рефлекс, рефлекторна дуга, види рефлексів

Рефлекс (лат. reflexus повернений назад, відбитий) - виникнення, зміна або припинення функціональної активності органів, тканин або цілісного організму, здійснюване за участю ЦНС у відповідь на роздратування рецепторів організму.

Рефлекс є основною формою діяльності нервової системи. Рефлекс реалізується по рефлекторній дузі – дорозі, по якій проходить збудження від рецепторів до виконавських органів (м'язів, залоз і так далі), що здійснюють у відповідь реакцію на роздратування.

До складу рефлекторної дуги входять:

1) рецептори, що сприймають роздратування. Рецептор – високоспеціалізоване утворення, здатне сприйняти, трансформувати і передати енергію зовнішньої стимул-реакції в нервову систему. Рецептором може бути як кінцева ділянка дендриту сенсорного нейрона так і весь сенсорний нейрон.

2) аферентні нервові волокна – відростки чутливих нейронів, що несуть збудження до кліток ЦНС;

3) передавальні нейрони і синапси, що проводять збудження до ефекторних нейронів;

4) ефекторні нервові волокна, що передають збудження до виконавського органу.

Простіша рефлекторна дуга складається з 2-х нейронів – аферентного і еферентного, зв'язаних одним синапсом і називається моносинаптичною. В більшості випадків рефлекторні дуги багатонейронні і мають по декілька синапсів: дісинаптичні, полісинаптичні (багато синапсів).

В даний час поняття рефлекторна дуга замінюється поняттям - «Рефлекторне кільце».

Класифікація рецепторів

Розрізняють наступні рецептори: больові (ноциорецептори), вестибулярні, вібрації, нюхові, розтягування, суглобові, сухожилльні, тактильні, барорецептори, хеморецептори, теплові (з максимумом активності в діапазоні 40-46 град.), холодкові (з діапазоном максимальної активності в діапазоні 20-36 град). Вважають, що здатність холодкових рецепторів відповідати на сильне розігрівання понад 46 град обумовлює феномен

«парадоксального холоду» (початкове відчуття сильного охолодження при дії подразника високої температури.).

Класифікація рефлексів

Всі рефлекси діляться на умовні і безумовні.

По локалізації рецепторів рефлекси діляться на екстеро-, інтеро-, і пропріцептивні.

По ефекторних змінах – ковтальний, мігательний, кашлевий і ін.

По характеру впливу на діяльність ефектора – гальмівний і збудливий.

Рефлекси вегетативні. Число вегетативних рефлексів дуже велике. У медичній практиці мають велике значення вісцero-вісцеральні, вісцero-дермальні і дермовісцеральні рефлекси.

Вісцero-вісцеральні рефлекси — реакції, які викликаються роздратуванням рецепторів, що розташовані у внутрішніх органах, і закінчуються зміною діяльності також внутрішніх органів.

До вісцero-вісцеральних рефлексів належать рефлекторні зміни серцевої діяльності, тонусу судин, кровонаповнення селезінки в результаті підвищення або пониження тиску в аорті, каротидному синусі або легеневих судинах; рефлекторна зупинка серця при роздратуванні органів черевної порожнини і ін.

Вісцеродермальні рефлекси виникають при роздратуванні внутрішніх органів (виявляються в зміні потовиділення, електричного опору (електропровідності) шкіри і шкірної чутливості на обмежених ділянках поверхні тіла, топографія яких різна залежно від того, який орган дратується.

Дермовісцеральні рефлекси виражаються в тому, що при роздратуванні деяких ділянок шкіри настають судинні реакції і зміни діяльності певних внутрішніх органів. На цьому засновано вживання ряду лікувальних процедур, наприклад місцевого зігрівання або охолодження шкіри при болях у внутрішніх органах.

Ряд вегетативних рефлексів використовується в практичній медицині для розгляду стану вегетативної нервової системи (вегетативні функціональні

проби). До їх числа відносяться окосерцевий рефлекс, або рефлекс Ашнера (короткочасне уреження серцебиття при натисканні на очні яблука), дихально-серцевий рефлекс, або так звана дихальна аритмія (уреження серцевих скорочень в кінці видиху перед початком наступного вдиху), ортостатична реакція (почастішання серцевих скорочень і підвищення артеріального тиску під час переходу з положення лежачи в положення стоячи) і ін.

Для думки про судинні реакції в клініці часто досліджують рефлекторні зміни стану судин при механічному роздратуванні шкіри, яке викликають проводячи по ній тупим предметом. У багатьох здорових людей при цьому виникає місцеве звуження артеріол, що виявляється у вигляді нетривалого збліднення роздратованої ділянки шкіри (білий дермографізм). При вищій чутливості з'являється червона смуга розширених шкірних судин, облямована блідими смугами звужених судин (червоний дермографізм), а при дуже високій чутливості — смуга ущільнення шкіри, її набряк.

Вищесказаному можна підвести підсумок, що в природних умовах вегетативні рефлекси забезпечують підстроювання метаболізму певного органу або тканин (скелетних м'язів, сполучної тканини і ін.) до поточної або майбутньої активності і виконують, таким чином, адаптаційно-трофічну функцію.

Рефлекс захисний це природжена або придбана реакція, направлена на запобігання несприятливим діям на організм. Таким є рефлекс Крачмера апноїчеський – один із захисних рефлексів дихання на певний період, що загальмовує інспіраторну активність дихального центру. Виникає при роздратуванні рецепторів слизової оболонки носової порожнини хімічними речовинами, холодом, різким звуком. Зупинка дихання супроводиться закриттям голосової щілини.

Рефлекс орієнтовний — реакція на новизну стимул-реакції, названа І. П. Павловим рефлексом «що таке». Виділяють три основні компоненти орієнтовного рефлексу:

- 1) руховий;

- 2) вегетативний;
- 3) активація ЦНС.

Даний рефлекс викликає гальмування поточної діяльності організму, при повторенні стимул-реакції відбувається його ослаблення і згасання.

Загашений орієнтовний рефлекс може відновитися при зміні зовнішнього середовища.

Рефлекс свободи — відкрита І. П. Павловим природжена реакція тварини на обмеження його рухової активності. Пізніше описана етологами, як мотивація опору примусу, особливо виражена у диких тварин, де вона виявилася не менш сильною, чим секс, голод і спрага.

Екстраполяційний рефлекс (екстраполяції) — прояв в поведінці здатності тварини визначати напрям подальшого переміщення значимого подразника, що рухається по прямій лінії, після зникнення його з поля зору тварини. Здібність до екстраполяції заснована на емпіричному уловлюванні тваринами закону руху. У експериментах виявлені значні відмінності в здібності до екстраполяції у тварин різних таксономічних груп, що корелюють з рівнем організації мозку і залежні від генотипу. Здібність до екстраполяції добре виражена у хижих ссавців, дельфінів і вранових птахів.

ЛЕКЦІЯ 4

Фізіологія нервових центрів

1. Визначення нервового центру.
2. Властивості нервових центрів.
3. Центри регуляції вегетативних функцій в спинному, довгастому і середньому мозку.

1. Нервовим центром (НЦ) називають функціональне об'єднання нейронів, діяльність яких пов'язана із здійсненням якого-небудь рефлексу або функції.

Нейрони ЦНС можуть знаходитися як в одному, так і декількох відділах. Так, наприклад, харчовий центр розташований в різних відділах нервової системи, включаючи великі півкулі. Одні і ті ж нейрони можуть брати участь в здійсненні різних рефлексів і, отже входить до складу різних центрів. Так, наприклад, нейрони, що іннервують м'язи язика, беруть участь в рефlekсах смоктання, жування, ковтання, беруть участь в рефlekторних рухах органів мови і ін.

В процесі ходьби беруть участь багато нейронів спинного мозку, які беруть участь в рухах ніг, не пов'язаних з ходьбою, і так далі .

У акті дихання беруть участь не лише нейрони довгастого мозку, але нервові клітини варолієва моста, кора головного мозку і мотонейрони спинного мозку.

Особливості поширення збудження в ЦНС в основному визначаються властивостями нервових центрів:

1. Однобічне проведення збудження – в нервових центрах хвиля збудження проводиться лише в одному напрямі: від аферентних нейронів до вставних і потім до еффлекторних – мотонейронам до вегетативних нейронів (на рівні синапсів – від пресинаптичної мембрани до постсинаптичної і неможливо у зворотному напрямі – на відміну від поширення збудження в нервовому волокні).

2. Сповільнене проведення збудження в порівнянні з нервовими волокнами – проведення нервових імпульсів від клітини до клітини здійснюється за допомогою 2-х механізмів: електричного (ПД) – по нервових волокнах і хімічного (через синапс за допомогою медіатора).

Різниця в швидкості проведення має місце із-за синаптичної затримки - це час від моменту вступу імпульсу в синапс до появи збудження або гальмування в постсинаптичній мембрані, в середньому в клітинах ЦНС $\approx 0,3$ мсек, у вегетативній нервовій системі ≈ 10 мсек.

Для здійснення багатьох реакцій потрібна участь великої кількості нейронів і чим їх більше, тим більше час затримки.

3. Суммація потенціалів (збудження або гальмування). Нервові центри можуть підсумовувати аферентні імпульси, що виявляється в посиленні рефлексу при збільшенні частоти роздратувань.

Розрізняють два види суммації - **просторова і часова**.

Просторова суммація спостерігається в разі одночасного вступу декількох імпульсів в один нейрон по різних волокнах, в результаті підвищується амплітуда збуджуючого потенціалу до порогової величини і виникає у відповідь реакція клітини.

Часова суммація відбувається при активації однієї і тієї ж аферентної дороги серією послідовних роздратувань. За умови достатньо короткого проміжку між роздратуваннями. При цьому збуджуючі потенціали від них накладаються один на одного, поки деполяризація мембрани не досягне критичного рівня для виникнення ПД.

4. Фонова активність (тонус нервових центрів). Багато нервових клітин володіють здібністю до постійної імпульсної активності. Така автоматична діяльність називається фоновою активністю нейрона. Її можуть викликати випадкові імпульси в ЦНС, але вона може виявлятися і за відсутності роздратувань – в результаті змін і обмінних процесів, коливань температури і інших причин (спонтанна фонова активність).

5. Висока чутливість до недоліку кисню. Зменшення доставки кисню внаслідок падіння артеріального тиску або спазму судин, веде до важких розладів в діяльності ЦНС і загибелі нейронів. Нервові центри відрізняються високим кровопостачанням, яке в 10-20 разів більше звичайних тканин.

6. Висока чутливість до хімічних речовин. НЦ швидко реагують на дію деяких хімічних речовин, які називаються нейротропними (наркотики, алкоголь і ін.).

Наркотики тимчасово паралізують діяльність нервових центрів, різко знижуючи обмін речовин в НЦ і вжитку кисню. Деякі речовини, наприклад стрихнін, навпаки, підвищують збудливість нервових центрів, підсилюючи

обмінні процеси в НЦ і підсилюючи вжиток кисню. На дію цих речовин особливо легко реагує вищий відділ головного мозку – великі півкулі.

7. Низька функціональна рухливість (лабільність – функціональна рухливість – властивість живої тканини, що визначає її функціональний стан) і швидка стомлюваність на відміну від нервових волокон, які практично не стомлюються і мають високу лабільність.

8. Пластичність. НЦ мають здатність змінювати своє функціональне призначення і розширювати свої функціональні можливості.

9. Явище засвоєння ритму – здатність нейрона при ритмічних роздратуваннях налаштувати свою викликану активність на ритм імпульсів, що приходять (має велике значення, зокрема для організації ритмічних рухів у людини). Активність нейрона може перебудуватися як на більш високий, так і на нижчий ритм. У звичайних умовах, чим сильніше роздратування, тим частіше у відповідь імпульсація.

10. Часто викликана активність нейрона не відповідає ритму такою, що приходить до нього імпульсації. Тому нейрони володіють властивістю змінювати частоту імпульсів, що передаються, тобто властивістю трансформації ритму. При високій збудливості нейрона може виникати почастищення імпульсації при низькій – уреження ритму.

11. Процеси слідів. Після закінчення дії подразника активний стан нервової клітини або нервового центру зазвичай продовжується ще деякий час. Розрізняють:

1) явні сліди колишніх роздратувань у вигляді циркулюючих в ЦНС нервових імпульсів (є основою короткочасної пам'яті);

2) приховані сліди колишніх роздратувань у вигляді змін білкового складу нейрона (є основою довготривалої пам'яті).

3. Центри регуляції вегетативних функцій в спинному, довгастому і середньому мозку.

На рівні останнього шийного і двох верхніх грудних сегментів спинного мозку знаходяться нейрони, що іннервують три гладкі м'язи ока: м'яз, що

розширює зіницю, очноямкову частину кругового м'яза ока і один з м'язів верхньої повіки. Ділянка спинного мозку, від якого йдуть нерви до цих м'язів, отримала назву спіноциліарного центру. Нервові волокна від цієї ділянки проходять у складі симпатичного нерва до верхнього шийного симпатичного вузла, де починається другий нейрон, що закінчується в очних м'язах. Роздратування цих волокон викликає розширення зіниці (мідріаз), закриття очної щілини і випинання очного яблука (екзофтальм). Поразка вказаних сегментів спинного мозку або перерізання симпатичних нервів приводять до звуження зіниці (міоз), звуження очної щілини і западанню очного яблука (ендофтальм).

У 5 верхніх грудних сегментах спинного мозку розташовані симпатичні нейрони, що іннервують серце і бронхи. Вони посиляють імпульси, що роблять частішими і підсилюють сердечні скорочення, та розширюють бронхи.

У всіх грудних і верхніх поперекових сегментах спинного мозку розташовані нейрони симпатичної нервової системи, що іннервують судини і потові залози. Поразка окремих сегментів спричиняє за собою зникнення судинного тону і судинних реакцій на різні роздратування, а також припинення потовиділення в ділянках тіла, що позбулися симпатичної іннервації.

У крижовому відділі спинного мозку знаходяться спінальні центри рефлексів сечовипускання, дефекації, ерекції і еякуляції. Руйнування вказаних центрів спричиняє за собою статеве безсилля, нетримання сечі і калу. Порушення сечовипускання і дефекації відбувається унаслідок паралічу сфінктерів сечового міхура і прямої кишки.

У довгастому і середньому мозку знаходяться центри, які регулюють діяльність органів, іннервованих парасимпатичними волокнами, що проходять у складі блукаючого, язикоглоткового, лицьового і окорухового нервів.

У довгастому мозку розташовані нервові центри, що гальмують діяльність серця, збуджують слезовідділення і секрецію слинних і шлункових залоз, підшлункової залози, що викликають виділення жовчі з жовчного

міхура і жовчної протоки, збуджуючі скорочення шлунку і тонкого кишечника. Тут же знаходиться судинодвигунний (вазомоторний) центр, що координує і інтегрує діяльність нейронів симпатичного відділу нервової системи, розташованих в грудних і поперекових сегментах спинного мозку і що посиляють на периферію судинозвужувальні імпульси.

Характерною особливістю судинодвигунного центру довгастого мозку і нейронів ядра блукаючого нерва, що гальмують серцеву діяльність, є те, що вони знаходяться постійно в стані тонусу, внаслідок чого артерії і артеріоли завжди декілька звужені, а серцева діяльність сповільнена.

За участю нейронів ядер блукаючих нервів здійснюються різні рефлекси на серці. Багато рефлекторних реакцій серця здійснюються зв'язано із змінами судинного тонусу. Це обумовлено зв'язками, що існують між нейронами, регулюючими діяльність серця і судинний тонус.

У судинодвигунному центрі розрізняють прессорні і депресорні зони. Перші викликають рефлекторне звуження судин, а другі — їх рефлекторне розширення. Імпульси до спинномозкових нейронів симпатичної нервової системи, що іннервують судини, передаються від судинодвигунного центру по ретикулоспінальним шляхам.

Судинорозширювальні рефлекси судинодвигунного центру мають, як правило, регіонарний характер, тобто обмежені певною областю тіла; судинозвужувальні ж рефлекси охоплюють обширні області тіла.

На відміну від дихального центру, центри регуляції серцевої діяльності і судинного тонусу, хоча і знаходяться під впливом кори півкуль мозку, але зазвичай не можуть бути довільно збуджені або загальмовані (для цього потрібне спеціальне тренування).

Рефлекторні центри довгастого мозку, що регулюють діяльність травних органів, здійснюють свій вплив через парасимпатичні нервові волокна, що приходять до слинних залоз у складі язикоглоткового і лицьового нервів, а до шлунку, підшлункової залози, тонкого кишечника, жовчного міхура і жовчних

проток — у складі блукаючого нерва. Рефлекторні імпульси до слізної залози передаються по гілочці лицьового нерва.

У середньому мозку (у передніх горбах четверохолмія) знаходяться нервові центри зіничного рефлексу і акомодациї ока.

Діяльність вегетативних центрів, розташованих в спинному, довгастому і середньому мозку, у свою чергу регулюється вищими вегетативними центрами гіпоталамуса.

Гіпоталамус, або підбугор'є, розташований донизу від таламуса і представляє скупчення 32 пар ядер, які умовно можна розділити на три групи: передні, середні і задні. Ядра гіпоталамуса зв'язані нервовими волокнами з таламусом, лімбічеською системою, а також утвореннями, що пролягають нижче, зокрема з ретикулярною формацією мозкового ствола. Обширні нервові і судинні зв'язки існують між гіпоталамусом і гіпофізом: завдяки ним здійснюється інтеграція нервів і гормональної регуляції функцій багатьох органів. Внаслідок цього гіпоталамус і гіпофіз часто об'єднують в єдину гіпоталамо-гіпофізарну систему.

Ядра гіпоталамуса отримують рясне кровопостачання; капілярна мережа гіпоталамуса по своїй розгалуженості у декілька разів перевищує наявну в інших відділах ЦНС. Однією з особливостей капілярів гіпоталамуса є їх вища проникність, в порівнянні з іншими капілярами ЦНС. Тут фактично відсутній гематоенцефалічний бар'єр, тому на нервові клітини гіпоталамуса можуть робити вплив крупномолекулярні з'єднання, що поступають в кров проникаючи крізь гематоенцефалічний бар'єр в інших частинах мозку.

Встановлений вплив гіпоталамуса на серцево-судинну систему, органи травлення, терморегуляцію, водно-сольовий, вуглеводний, жировий і білковий обмін, сечовиділення, функції залоз внутрішньої секреції. Ефекти, спостережувані при роздратуванні гіпоталамуса, обумовлені його зв'язками з ретикулярною формацією і центрами симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, частина їх — посиленням секреції гормонів гіпофіза, що діють безпосередньо або опосередковано, — через інші

залози внутрішньої секреції — на багато функцій організму. Таким чином, при роздратуванні гіпоталамуса виникають складні реакції, нервовий компонент яких доповнений гормональним.

Збудження ядер гіпоталамуса обумовлене як вступом до них нервових впливів від таламуса і інших відділів головного мозку, так і виборчою чутливістю деяких клітин гіпоталамуса до фізико-хімічних дій, Роздратування задніх ядер гіпоталамуса викликає розширення зіниць і очних щілин, почастішання серцебиття, звуження судин і підвищення артеріального тиску, гальмування моторної функції шлунку і кишечника, збільшення вмісту в крові адреналіну і норадреналіну, підвищення концентрації глюкози в крові. Всі явища зникають при десимпатизації, що говорить про наявність в задніх ядрах гіпоталамуса центрів, пов'язаних з симпатичним відділом вегетативної нервової системи.

Роздратування передніх ядер гіпоталамуса викликає звуження зіниць і очних щілин, уповільнення серцевої діяльності, зниження тону артерій і артеріального тиску.

Координаційна діяльність

Для здійснення складних реакцій необхідна інтеграція роботи окремих центрів. Більшість рефлексів є складними реакціями, що відбуваються послідовно і одночасно. Рефлекси при нормальному стані організму строго впорядковані завдяки механізмам координації.

Координація забезпечується виборчим порушенням одних центрів і гальмуванням інших. Координація - це об'єднання рефлекторної діяльності ЦНС в єдине ціле, що забезпечує реалізацію всіх функцій організму.

Виділяють наступні принципи координаційної діяльності ЦНС:

1. Принцип іррадіації (висвітлювати) - поширення процесу збудження з однієї ділянки ЦНС в інший, в тому числі і на нервові центри. Чим сильніше афферентне роздратування і чим вище збудливість оточуючих нейронів, тим більше нейронів охоплює процес іррадіації.

2. Принцип доміанти (відкрив А.А. Ухтомський - 1923 г). Доміанус - панівний. Терміном доміанта позначається панівний осередок збудження в ЦНС, що визначає поточну діяльність організму (приклад з собакою). Доміантний осередок притягує до себе збудження з інших нервових центрів і одночасно пригнічує їх діяльність. («У кого що болить, той про те і говорить», «голодної куми все пиріг на умі»). Доміанта є фізіологічною основою акту уваги.

3. Принцип конвергенції (принцип загального кінцевого шляху) - до однієї і тієї ж нервової клітини завдяки численним зв'язкам можуть поступати імпульси від різних рецепторів тіла, тобто сигнали про найрізноманітніші роздратування. Сходження імпульсів, що поступали по різних аферентних шляхах в якому-небудь одному нейроні або нервовому центрі називається конвергенцією. Завдяки цьому принципу у вищих відділах мозку відбувається її зіставлення, відбір, вироблення адекватних реакцій і встановлення нових зв'язків між рефlekсами.

4. Принцип зворотного зв'язку. Процеси, що відбуваються в ЦНС, неможливо скоординувати, якщо відсутній зворотний зв'язок, тобто дані про результати управління функціями. Механізми зворотного зв'язку забезпечують підтримку усіх констант гомеостазу.

5. Принцип субординації (супідрядність). У ЦНС є ієрархічні взаємовідносини - вищим центром регуляції є кора великих півкуль. Середній, довгастий і спинний мозок підкоряються їй командам.

6. Принцип компенсації функцій. ЦНС має величезну компенсаторну здатність, тобто може відновлювати деякі функції навіть після руйнування значної частини нейронів, утворюючих нервовий центр. При ушкодженні окремих центрів їх функції можуть перейти до інших структур мозку, що здійснюється при обов'язковій участі кори великих півкуль. У тварин, яким після відновлення втрачених функцій видаляли кору, знову відбувалася їх втрата.

Центральне гальмування: (відкрив Сеченов в 1863 р. Сеченовське гальмування). Нервовий процес, що виникає в ЦНС і призводить до послаблення або відвертання збудження. Його значення полягає в тому, що воно :

- 1) обмежує іррадіацію збудження, сприяючи його концентрації в потрібних центрах;
- 2) вимикає діяльність непотрібних в даний момент органів;
- 3) оберігає нервові центри від надмірного перенапруження при роботі, тобто грає охоронну роль.

За місцем виникнення розрізняють пресинаптичне гальмування і постсинаптичне.

Постсинаптичне гальмування. Виникає в постсинаптичній мембрані нейрона в результаті дії гальмівного медіатора і пов'язано з наявністю в ЦНС спеціальних гальмівних нейронів. Аксони цих нейронів виділяють гальмівний медіатор (ГАМК).

Пресинаптичне гальмування виникає в пресинаптичній області. Закінчення аксона одного нейрона утворює синапс на закінченні аксона іншого нейрона і блокує передачу збудження в останній (мал. 6), чим обмежує приплив аферентних імпульсів до нервових центрів.

Взаємодія процесів збудження і гальмування в ЦНС ("робоча мозаїка") :

1. Взаємопоеднана (реципрокна) іннервація м'язів антагоністів - наприклад, при згинанні в суглобі скорочуються м'язи, які згинаються і одночасно розслабляються розгиначі (одночасна індукція).
2. Послідовна зміна процесів збудження і гальмування - цей вид взаємовідносин між процесами проявляється в часі в одних і тих же нервових центрах (послідовна індукція - має велике значення при організації ритмічної діяльності).

ЛЕКЦІЯ 5

Безумовні і умовні рефлекси і їх значення для вищої нервової діяльності

1. Вчення про вищу нервову діяльність.
2. Безумовні рефлекси.
3. Умовні рефлекси.
4. Умови і фізіологічні механізми утворення умовних рефлексів.
5. Умовні рефлекси 1-го і 2-го роду, їх значення в пристосуванні організму до умов середовища.
6. Умовні рефлекси I-го і вищих порядків.
7. Динамічний стереотип, його фізіологічна суть. Явище екстраполяції у вищій нервовій діяльності.
8. Учення І.П. Павлова про 1-у 2-у сигнальних системах.
9. Зовнішні і внутрішні гальмування умовних рефлексів. Значення гальмування в процесі взаємодії організму з середовищем.
10. Сон і його фізіологічні механізми.
11. Функціональна структура цілісної поведінки по П.К. Анохину.
12. Роль пам'яті і емоцій у формуванні поведінкових реакцій. Фізіологічні механізми пам'яті.
13. Типи темпераменту по І.П. Павлову.

Вчення про вищу нервову діяльність. І.М. Сеченов і І.П. Павлов про
безумовні і умовні рефлекси .

Вища нервова діяльність – це діяльність вищих відділів системи (кори великих півкуль і найближчих до неї підкіркових центрів), яка забезпечує індивідуальне пристосування організму вищих тварин і людини до умов зовнішнього і внутрішнього середовища, що змінюються.

Наукові уявлення про рефлекторну функцію головного мозку вперше, широко і детально були розвинені основоположником вітчизняної фізіології І.М. Сеченовим в 1863 р. в книзі «Рефлекси головного мозку». У цій книзі розвиваються матеріалістичні положення про те, що довільні рухи, психічні процеси людини є рефлекторними актами, а отже, вони можуть бути вивчені і пізнані.

Ідеї Сеченова були підтверджені і розвинені в працях І.П. Павлова, який відкрив шляхи експериментального (об'єктивного) вивчення роботи вищих відділів нервової системи. Їм розроблений метод умовних рефлексів.

Як вже було сказано вище, фізіологічні механізми вищої нервової діяльності у вищих тварин і людини в першу чергу пов'язані з роботою вищих відділів головного мозку на чолі з корою великих півкуль. У людини кора великих півкуль головного мозку виконує роль «розпорядника і розподільника» всіх життєвих функцій (І.П. Павлов). Соматичні і вегетативні відправлення організму підкоряються регуляторним впливам кори мозку. В разі загибелі нервових клітин в значній частині кори головного мозку чоловік опиняється нежиттєздатним і швидко гине при помітному порушенні гомеостазу найважливіших вегетативних функцій.

Рефлекторні реакції в підкіркових ядрах, мозковому стволі, спинному мозку пов'язані з природженими, спадково закріпленими нервовими шляхами. У корі великих півкуль мозку і найближчих підкіркових центрах вищих тварин і людини нервові зв'язки виробляються заново в процесі індивідуального розвитку. І.П. Павлов всі рефлекси розділив на безумовні і умовні. Як перші так і другі можуть бути дуже складними реакціями за участю рухового апарату і внутрішніх органів.

Безумовні рефлекси

Безумовний рефлекс – це природжений рефлекс, властивий всім представникам даного виду тварин. Безумовний рефлекс передається по спадку. Безумовний рефлекс відтворює у відповідь на певне роздратування один і той же рефлекторний акт (колінний і ахиллов рефлекси – при роздратуванні рецепторів сухожиль певних м'язів). Рефлекторний шлях безумовного рефлексу існує вже до моменту народження.

Безумовні рефлекси постійні, стійкі і не змінюються. Вони забезпечують координовану діяльність організму.

Безумовні рефлекси, що беруть участь в пересуванні тіла і пов'язані із статевою функцією, формуються через деякий час після народження, у міру дозрівання нервової і інших систем організму.

Провідну роль в здійсненні більшості безумовних рефлексів грають підкіркові ядра, мозковий ствол, спинний мозок. Тому безумовні рефлекси зберігаються і після видалення кори великих півкуль мозку.

До складних безумовних рефлексів відносяться інстинкти (лат. *Instinctus* – спонук: харчовий, батьківський, статевий, оборонний). Це природжена відоспецифічна форма поведінки, становлення якої завершується в постнатальний період під впливом і при взаємодії з умовними рефlekсами.

Фізіологи виділяють безумовні рефлекси складні вітальні, реалізація яких не вимагає участі іншої особи того ж виду, а незадоволення відповідної

потреби веде до фізичної загибелі (до їх числа відносяться рефлексії харчовий, питний, регуляції сну, економії сил і тому подібне) і ролеві (зоосоціальні). Ролеві складні безумовні рефлексії можуть бути реалізовані лише шляхом взаємодії з іншими особами свого виду. Ці рефлексії лежать в основі статевої, батьківської, територіальної, ієрархічної і тому подібної поведінки.

Проте лише безумовні рефлексії не в змозі забезпечити пристосування організму до умов сфери, що змінюються. Це досягається за допомогою взаємодії безумовних рефлексів з умовними.

Умовні рефлексії

Умовний рефлекс – тимчасова мінлива реакція організму, яка може утворитися, закріпитися або загаснути в процесі життя. Один і той же рефлекс може бути вироблений при роздратуванні різних рецепторів, наприклад, зорових, слухових, нюхових. Закриття дуги умовного рефлексу відбувається в корі головного мозку за участю підкіркових центрів.

Три принципи рефлексорної теорії по Павлову. Принцип детермінізації (детермінізм – вчення про всеосяжну причинну матеріальну обумовленість природних, суспільних і психічних явищ) підкреслює причинну обумовленість всіх рефлексорних актів явищами, що відбуваються в зовнішньому і внутрішньому середовищі. Принцип аналізу і синтезу – єдність аналітичних (оцінка значущості складних роздратувань, розкладання складних явищ на простіші) і синтетичних (поєднання і об'єднання нервових процесів, що виникають в різних областях головного мозку), внаслідок чого організм тонко і точно пристосовується до умов життєдіяльності. Принцип структурності – передбачає зв'язок функцій з певними морфологічними структурами.

В процесі утворення умовних рефлексів встановлюється тимчасовий нервовий зв'язок між центром, що сприймає умовне роздратування і центром, в який адресується безумовне роздратування. Тимчасовий нервовий зв'язок формується, якщо в корі великих півкуль мозку виникає 2-а вогнища збудження: I-й пов'язаний з байдужим для даної функції подразником, II-й – центром безумовного рефлексу (приклад, електрична лампа збуджує зорову область кори → орієнтир. р-ція – поворот голови, тобто безумовний рефлекс, в цей час годують собаку → збуджується харчовий центр в корі → слиновиділення, нейрони збуджуються в харчовому центрі сильніше, ніж в зоровому, якщо досвід повторити кілька разів – спалах лапочки викликає

слиновиділення, утворюється тимчасовий нервовий зв'язок, який здійснюється за участю підкіркових центрів. Повторення цих поєднань викликає зміцнення і посилення нового тимчасового зв'язку. Приклад із спортивної діяльності: обстановка тренувань і змагань багато раз поєднується з виконанням фізичних вправ, стає сигналом, що викликає все ті зміни в організмі, які спостерігаються при виконанні фізичних вправ: почастищення серцебиття, підвищує АД, обміну речовин. Механізм – умовно рефлексорний.

Електрофізіологічний аналіз формування умовного рефлексу показав, що для механізмів замикання має значення просторова синхронізація. Вона полягає в схожості протікання (за часом і фазі) біопотенціалів в різних просторово віддалених один від одного констеляціях (совокупностей) нервових клітин.

Електрофізіологічні дослідження підтвердили положення І.П. Павлова про локалізацію тимчасового зв'язку у вищих тварин людини в корі мозку. Певна ділянка кори головного мозку, що забезпечила безумовний рефлекс в період вироблення умовнорефлексорного має високий рівень збудження.

Електрофізіологічні прояви умовнорефлексорної діяльності виявляються раніше, чим виникають її зовнішні ефекти.

I стадія утворення умовнорефлексорної – регенерація;

II стадія – генерація – поява перших умовних поведінкових реакцій, характеризується найбільш поширеними і виразними змінами біопотенціалів кори мозку. Умовнорефлексорні об'єкти виникають на умовних і близькі до нього роздратування.

III стадія – концентрація – розвивається у міру закріплення умовнорефлексорних – електрофізіологічних змін в корі ослабляється. Синхронізація біопотенціалів більш всього зберігається або не зникає зовсім між

Умови утворення і закріплення умовних рефлексів

I умова - необхідний збіг у часі байдужого для даної функції подразника з дією безумовного або міцного умовного рефлексу. Безумовний подразник є підкріпленням, сприяючим утворенню умовного рефлексу. При повторенні декілька таких поєднань в одній і тій же обстановці виробляється умовний рефлекс. Для людини підкріпленням може служити досягнення мети, відчуття задоволення, гарна оцінка роботи, успіх в змаганні.

II умова - байдужий подразник (умовний) повинен передувати в часі, безумовному (підкріпленню). При зворотному тимчасовому співвідношенні умовний рефлекс або не утворюється взагалі або виявляється дуже слабким.

III умова - під час формування умовного рефлексу рівень збудливості кліток кори головного мозку має бути достатнім. Якщо організм стомлений, хворий, в стані сонливості, то утворення умовного рефлексу дуже утруднене.

IV умова - виключити дію інших подразників. Кора головного мозку має бути вільна від іншої діяльності, не пов'язаної з утворенням умовного рефлексу.

V умова - умовні і безумовні подразники мають бути досить сильними. На слабкі і надсильні подразники умовного рефлексу може не утворитися. Безумовний подразник має бути сильнішим, ніж умовний.

При формуванні умовних рефлексів першого роду новою є чутлива (аферентна) частина рефлекторної дуги, а виконавча (еферентна частина) залишається колишньою, тобто тою ж, що і в безумовному рефлексі.

При формуванні ж рефлексів другого роду заново формується і чутлива, і виконавча частина рефлекторної дуги. Прикладом утворення умовного рефлексу I роду є харчовий рефлекс, а прикладом утворення рефлексів II роду – формування нових рухових навиків. При цьому важлива роль належить імпульсам, що поступають в нервові центри від рухового апарату. Умовний рефлекс I роду не завжди повноцінно забезпечує пристосування організму до умов життєдіяльності, на відміну від рефлексу II роду.

При формуванні умовного рефлексу II роду значна роль відводиться зворотному зв'язку між руховими аналізаторами і центрами безумовного рефлексу. Рефлекси II роду є фізіологічною основою утворення рухових навиків взагалі і в спорті зокрема.

Умовні рефлекси вищих порядків (по особливості утворення) – умовний рефлекс, вироблений на основі безумовного рефлексу, – рефлекс I порядку. Умовний рефлекс, сформований на базі міцного умовного рефлексу I порядку, – рефлекс II-го порядку. Умовний рефлекс II порядку може служити підставою для утворення умовного рефлексу 3-го порядку і так далі У собак утворення рефлексу до 3-го порядку, у мавп – до 4-го, у дітей – до 6-го.

Павлов ділив умовні рефлекси на природні і штучні. Умовні рефлекси, що утворюються в природних умовах під впливом властивостей безумовних рефлексів (запах, колір, форма), називаються природними умовними рефлексами, утворений на дію подразників, що не мають відношення до властивостей безумовних подразників, – штучними (харчовий рефлекс на дзвінок, що не має відношення до їжі).

Позитивні умовні рефлексії – в динаміці яких, виявляється активність організму у вигляді рухових або секреторних реакцій, називається позитивним. Умовні рефлексії, які не супроводяться зовнішнім руховим і секреторними ефектами у зв'язку з їх пригнобленням, відносяться до негативних або гальмівних рефлексіїв. Обидва види умовного рефлексіїв тісно зв'язані. Наприклад, при оборонних рухових рефлексіїв гальмуються умовні травні реакції. При виконанні деяких фізичних вправ (стрибки у воду, з парашута, гімнастичні елементи (сальдо)) потрібне гальмування сильних негативних оборонних умовних рефлексіїв для придушення реакції самозбереження і почуття страху.

Готівкові умовні рефлексії – в яких умовні сигнали передують безумовним подразникам, діють спільно з ним і закінчуються одночасно або на декілька секунд раніше або пізніше припинення безумовного подразника: співпадаючі (безумовний підкріплюється через 0,5 – 1 сек); короткоставлені (через 3 – 5 сек без підкріплення), нормальні (без підкріплення через 10 – 30 сек); що запізнюються (безумовний підкріплюється через 1 – 5 хв. і більш від початку дії умовного сигналу).

Слідові умовні рефлексії – умовний подразник підкріплюється після його дії, формування при короткому залишенні (10 – 20 сек) і довгому (пізньому) залишенні (1 – 2 хв і більш). Має велике значення при виконанні фізичних вправ. Наприклад, в гімнастичній комбінації, що складається з декількох елементів, збудження сліду в корі мозку, викликане дією 1-ої фази рухів служить для прарамірованого ланцюга всіх подальших. У середині ланцюгової реакції кожен з елементів є умовним сигналом для переходу до наступної фази руху.

Залежно від аналізатора на основі якого виробляється умовний рефлекс – екстероцептивні (реакції, вироблені при роздратуваннях зовнішніх аналізаторів, – зорового, слухового і ін.); пропріорецептивні – при роздратуваннях рецепторів м'язів; інтероцептивні – при роздратуваннях рецепторів внутрішніх органів. Інтероцептивний умовний рефлекс виробляється і диференціюється значно повільніше, відрізняється більшою інтенсивністю не згасаючи при непідкріпленні протягом довгого часу. При м'язовій діяльності інтенсивність прояву вегетативних функцій підвищується (кровообіг, дихання), імпульсація від інтероцептивного в ЦНС посилюється, що створює сприятливіші умови для утворення інтероцептивного умовного рефлексіїв.

Якщо подразники впливають на організм тривало в певному порядку, то у відповідь на це в ЦНС виникають певні системи умовних рефлексіїв. Це

означає, що вищі відділи головного мозку відповідають стереотипними реакціями, що виникають в певному порядку. Так формується динамічний стереотип (систематичність в роботі вищих відділів головного мозку).

Динамічний стереотип (шаблон, твердий відбиток) – фізіологічна основа вироблених і закріплених умовних рефлексів (наприклад, звичок людини, постійного режиму праці і відпочинку, рухових навиків). Це вигідна форма діяльності в умовах відносно стабільного способу життя. Динамічний стереотип, як система нервових процесів, володіє інтенсивністю і зберігається тривалий час (катання на ковзанах, плаванні, їзда на велосипеді – протягом ряду років).

Міцний динамічний стереотип може також утруднити, затримати процес пристосування організму до нових умов життя, роботи.

Здатність правильно реагувати на нові, такі, що раніше не зустрічалися, подразники без попереднього вироблення умовних рефлексів, а на основі спадкового і придбаного життєвого досвіду, забезпечує нервовий процес в ЦНС, який називається екстраполяцією.

Умовні рефлекси, що визначають наочне мислення і поведінку тварин, утворюються під впливом безпосередніх роздратувань, витікаючих від навколишнього світу і внутрішнього середовища організму у вигляді звуків, запахів, предметів, їх руху і інших явищ. Такий тип сигналізації І.П. Павлов назвав першою сигнальною системою дійсності.

Для тварин 1-а сигнальна система є єдиною. На відміну від тварини, для людини особливе значення як подразника набуває слово (II сигнальна система). У мозку у людини умовнорефлекторні зв'язки утворюються під дією як безпосередні (наочні), так і словесних подразників. Формування умовного рефлексу за допомогою мови представляє якісну особливість ВНД людини. Словами розмовної, письмової мови можна замінити будь-які подразники 1-ої сигнальної системи. У тварин умовне роздратування на слово – на звукосполучення, а не на смислове значення слів. При занятті спортом за допомогою словесної інформації широко використовується досвід тренера, а також заняття, накопичені багатьма людьми і узагальненням в книгах, навчальних посібниках.

Гальмування умовних рефлексів

Розрізняють два види гальмування умовних рефлексів: безумовні і умовні.

Безумовне гальмування – ті, що гаснуть, постійні і поза межні.

При дії сторонніх подразників умовні рефлекси легко піддаються гальмуванню. Так, якщо перед початком або в час умовного харчового рефлексу раптово виникає сторонній звук, з'являється який-небудь сторонній запах, різко міняється освітлення і тому подібне, то УР ослабляється або зникає. Пояснюється це тим, що всякий новий подразник викликає у собаки орієнтовний рефлекс, який гальмує умовну реакцію. При багатократному повторенні такого подразника орієнтовна реакція на нього згасає і ослабляється його гальмівна дія на умовний рефлекс. Подібні сторонні подразники І.П. Павлов назвав «гаснучими гальмами».

Стійкіший гальмівний ефект на УР дають подразники, які визиваються сторонніми БУР або УР. Наприклад больове роздратування або сигнал про нього різко гальмує харчові УР. Так само можуть діяти і роздратування, витікаючі від внутрішніх органів (БУР), – переповнювання сечового міхура, статеве збудження, запальний процес в якомусь органі – викликають пригніблення харчових рефлексів.

Всі ці випадки гальмування мають між собою загальне: вони виникають під впливом сторонніх для даного УР роздратувань. Тому таке роздратування називається зовнішнім.

Поза межне гальмування (охоронне) – виникає під впливом надмірно тривалих, дуже сильних або частих роздратувань. Такі подразники як би перевищують межу можливої працездатності нервових клітин і приводять до протилежного результату – ослаблення, гальмування УР. Охоронне гальмування запобігає функціональному руйнуванню нервових клітин. Цей вигляд гальмування може бути викликаний дією частих пропріорецептивних імпульсів від працюючих м'язів. Прикладом поза межного гальмування може служити «стартова апатія». Інтенсивність і швидкість розвитку охоронного гальмування залежить від віку, індивідуальної особливості, стану нервових клітин і умов попередньої діяльності.

Умовні гальмування - угасательне, дифференцировочне і гальмування, що запізнюється.

Угасательне гальмування – виникає і розвивається унаслідок непідкріплення умовного подразника безумовним або міцним умовним рефлексом. Прудкість згасання залежить від частоти непідкріплення. Загашений рефлекс повністю не зникає, а лише загальмовується і через час може відновитися.

Дифференцировочне (розрізняльне) гальмування – приклад: при непідкріпленні роздратувань, схожих з підкріпленим сигналом 100 ударів метронома + їжа – умовний рефлекс; 60 уд. метронома – їжі немає – не вироблений умовний рефлекс, виникає гальмування.

Гальмування, що запізнюється, розвивається при відставанні умовного рефлексу від підкріплення більш ніж на 1 хв. Завдяки гальмуванню, що запізнюється, запобігається передчасна діяльність (фальстарту, ранні зіскоки з снарядів, передчасні удари в боксі, удари м'яча у футболі) і економляться сили організму. Передчасне виконання руху свідчить про недостатній розвиток гальмування, що запізнюється.

В процесі вчення спортивним навикам за допомогою непідкріплення зникають зайві рухи, удосконалюється рухова діяльність людини. Внутрішнє гальмування бере участь в пристосуванні організму до умов життєдіяльності, усуваючи величезну кількість реакцій, що втратили своє біологічне значення.

Сон – такий стан організму тварини або людини, яке характеризується припиненням або значним зниженням рухової активності, пониженням функції аналізаторів, скороченням контакту з довкіллям, більш менш повним відключенням свідомості. Сон – життєво важлива потреба організму. Проявом нормального сну, є гальмування УР, БУР ослаблені. Поріг роздратування цих рефлексів зростає, а латентний період подовжується. Отримані під час неспання відчуття і сприйняття зазнають під час сну певні зміни, аналізуються, уточнюються, синтезуються, утворюють різні комбінації, деколи несподівані, що знаходить своє вираження у вигляді сновидінь.

У картині сну сенсомоторні зміни є домінуючими в порівнянні із змінами вегетативних функцій, хоча дихання стає рідше, рівніше, обмін речовин і температура тіла, ЧСС, АД і діурез знижуються.

Сон складається з глибокого періоду - «парадоксального», «швидкий сон» і «ортодоксального», «повільного». У дорослої людини «швидкий сон» складає 20-25% від загальної тривалості сну, останній час займає «ортодоксальний» сон.

У періоді швидкого сну наголошуються рухи очних яблук, скорочення м'язів, поштішання дихання і пульсу, підвищення АД. У цей період сну чоловік бачить сновидіння.

Існує декілька видів сну: фізіологічні: періодичний щодобовий, періодичний сезонний і нефізіологічний: наркотичний, гіпнотичний, патологічний. Монофазний, діфазний і поліфазний.

Аналіз ряду чинників привів І.П. Павлова до виводу, що сон і умовне гальмування за своєю природою є єдиним процесом. Відмінність між ними полягає лише в тому, що умовне гальмування під час неспання охоплює лише окремі групи нейронів, тоді як в процесі розвитку сну гальмування широко іррадіує по корі півкуль, поширюючись і на відділи головного мозку, що пролягають нижче. Проте, якщо для скелетних м'язів нормальний сон створює

умови спокою, то відносно роботи мозку сон – це не просто спокій і гальмування. Встановленим є факт, що під час сну кіркові нейрони моторної, зорової і інших областей весь час знаходяться в стані ритмічної активності, частота якої в середньому опиняється не меншою, а в ряді випадків навіть більшою, ніж під час неспання. Таким чином, під час сну присутнє не глобальне гальмування кіркової активності, а змінюється лише її характер: безперервні розряди нейронів, характерні для неспання, змінялися короткими груповими розрядами, розділеними один від одного тривалими проміжками відсутності активності.

ЛЕКЦІЯ 6

Функціональні системи Анохіна

У основі формування цілеспрямованої поведінки організму лежать закономірності функціональної системи - яка є динамічною організацією процесів і механізмів, що забезпечують певний пристосовний акт з оцінкою його результативності і корекцією. Першопричиною формування функціональної системи є пускове роздратування, що впливає на рецептори із зовнішнього і внутрішнього середовища. Подразник раптово включається в обширну систему аферентних збуджень, що склалися в ЦНС до моменту дії пускової стимул-реакції. На основі взаємодії аферентних збуджень, що мають різне функціональне значення, відбувається аферентний синтез, що створює умови для формування мети і програми поведінкового акту. У структуру аферентного синтезу паралельно з пусковою інформацією входить обстановочна інформація, що відображає загальну ситуацію, в якій розвивається поведінковий акт. У стадії аферентного синтезу велику роль грає пам'ять, що відображає придбаний досвід, орієнтовно-дослідницький рефлекс, специфічні висхідні в корі великих півкуль збудження у зв'язку з дією гуморальних чинників (мотивації). Результат дії, що виникає при реалізації програми, відбивається у вигляді аферентної імпульсації, направленої назад до імпульсації, що сформувала дію (зворотна аферентація). У спеціальних центральних механізмах, названих П.К. Анохиним акцептором дії, відбувається сприйняття зворотних аферентних сигналів і зіставлення їх з програмою, що реалізовується, здійснюється оцінка ефективності дії, міри його достатності або недостатності. У першому випадку організм переходить до наступного етапу поведінки, в другому – відбувається його корекція відповідно до програми, що сформувалася. Результат дії, що виникає при реалізації програми, відбивається

Під пам'яттю розуміють властивість ЦНС на коротке або тривалий час зберігати відбитки, сліди, що утворюються в результаті сприйняття предметів і явища об'єктивного світу після припинення їх дії.

Значення пам'яті у формуванні поведінкових актів полягає в накопиченні фонду умовних рефлексів (досвіду) і використанні його в конкретних ситуаціях при організації складних форм поведінки. Тобто умовні рефлекси в процесі будь-якого вигляду вчення формуються, взаємодіючи з пам'яттю.

За часом збереження слідів розрізняють:

1. Короткочасна пам'ять – локалізується в кіркових нейрональних структурах, її пов'язують із зміною збудливості нейронів, сполучених в замкнуті круги, тобто існуванням замкнутих ланцюгів нейронів, в яких імпульси можуть довго вільно циркулювати (30 – 60 хвилин). Цей механізм працює, коли потрібна мала тривалість збереження інформації, після того, як необхідна дія виконана, інформація забувається. Об'єм короткочасної пам'яті визначається кількістю сигналів і не залежить від вмісту сигналів (цифри, букви, слова і ін.).

2. Довготривала пам'ять (пов'язують з лімбічеською системою) – тривале (часто впродовж всього життя) збереження відомостей (інформації), необхідних надалі. Її об'єм визначається вмістом сигналів, наявністю емоцій при запам'ятовуванні і ін.

Анатомічна теорія довготривалої пам'яті – запам'ятовування і зберігання інформації, пов'язане з утворенням нових термінальних волокон, зміни їх форми, розмірів, розвитку шипікового апарату на дендриті нейронів, що встановлюють зв'язки з іншими нейронами.

Гліальна теорія – ґрунтується на змінах гліальних кліток, що закутують нейрон. Вони можуть синтезувати речовини, що полегшують синоптичну передачу або підвищувати збудливість відповідних нейронів.

Древня і стара кора – обонят. області луков. оболн., поясна звивина, звивина гіпокампу і мигдалина – нюх, увага, регуляція вегетативної функції, інстинкти, формування емоцій.

Нова кора – мотонейрони, сенсорні області – регуляція складної поведінки.

Лімбічеська система – Древня і стара кора + гіпоталамус і лімбічеська область середній мозок – гомеостаз, самозбереження і збереження виду.

Молекулярна теорія – ґрунтується на тому, що під впливом зовнішнього подразника нервовий імпульс активує синтез РНК в нейроні.

Біохімічна теорія – розвиває уявлення про активацію ферментних процесів при утворенні нейрональних процесів, в них відбувається інтенсифікація білкового обміну і, навпаки, гальмування супроводиться

поверненням білкового обміну до вихідного рівня. У основі механізму біохімічної теорії довготривалої пам'яті грають первинну роль перебудова структури молекул ДНК і РНК в нейронах головного мозку. У зберіганні і відтворенні слідів інформації необхідні специфічні білки (наприклад, такі як S – 100, холінорецептивний білок, ацелілхолінестаза). Крім того, біохімічна теорія стверджує, що формування синтезу білка приводить до порушення або припинення консолідації слідів в довготривалій пам'яті. Дана теорія, як і всі, вимагає подальшої розробки, проте поза сумнівом, що в основі її механізму перебудова структури молекул ДНК і РНК в нейронах головного мозку грає первинну роль.

Звичайно, консолідація слідів довготривалої пам'яті – багатоетапний процес, в якому беруть участь різні структури ЦНС. З систем аналізаторів починається прийом інформації і так далі, але головна роль належить кортикальним структурам.

До формування слідів довготривалої пам'яті має відношення ретикулярна формація ствола мозку і неспецифічних структур таламуса (прийом інформації), мембранісеська система. Проте головна роль належить великим півкулям головного мозку, тобто корі головного мозку.

За формою відтворення:

Зворотна пам'ять – відтворення образу життєво важливого об'єкту.

Емоційна – аналогічні ситуації викликають емоції, що супроводжували відбувші раніше в цій ситуації події.

Словесно-логічна – властива лише людині.

Емоції – значення – у формуванні цілеспрямованої поведінки при задоволенні біологічних потреб поведінки організму в їжі, питті, самозахисті, продовженні роду.

Механізм виникнення – активування хімічними зрушеннями в крові визначенні сенсорних нейронів древньої кори (лімбісеської системи – нюхових цибулин, нюхових тракт., нижня і внутрішня частина кори великих півкуль), що володіє вищою збудливістю в порівнянні з іншими нейронами.

Нова кора – сіра речовина, що покриває поверхню мозку, вищого відділу ЦНС, яке здійснює сигнали діяльності по механізму умовного рефлексу.

Емоції – це узагальнені плотські реакції, що виникають у відповідь на всілякі по характеру екзогенні (з довкілля) і ендогенні (з власних органів і тканин) сигнали, що обов'язково спричиняють за собою певні зміни у фізіологічним стані організму.

Протікання умовного рефлексу діяльності залежить від індивідуальних особливостей нервової системи. Основними властивостями нервової системи є; сила нервових процесів, їх врівноваженість і рухливість.

Сила нервових процесів характеризує межу працездатності кіркових клітин.

Врівноваженість нервових процесів (збудження і гальмування) характеризує співвідношення між силою збудження і силою гальмування. Рухливість нервових процесів характеризується прудкістю переходу процесу збудження в процес гальмування і навпаки.

На основі 3-х основних властивостей нервової системи І.П. Павлов виділив 4-и основних типа ВНД у собак, які збігаються з класифікацією темпераментів у людини (Гіппократ, більше 2 тис. років назад).

1. Сильний неурівноважений (нестримний) (холерик) – сильні нервові процеси з переважанням збудження над гальмуванням. Позитивні умовні рефлекси утворюються швидко, а гальмівні повільно, і вони малостійкі. Цей тип надмірно збудливий, активний, рухи поривчасті і метушливі.

2. Сильний урівноважений рухливий тип (сангвінік) – позитивні і гальмівні умовні рефлекси виробляються швидко. Сильні, рухливі і урівноважені нервові процеси. Швидко реагують на нові подразники, легко орієнтуються в нових умовах; вони рухливі, товариські.

3. Сильний урівноважений спокійний тип – добре вироблений позитивний і гальмівний умовний рефлекс, але не так швидко, як в сангвініка. Переробка умовного рефлексу здійснюється насилу і повільніше, ніж в сангвініка. Нервові процеси малорухливі при достатній їх силі і врівноваженості. Важче переробляти навики.

4. Слабкий тип (меланхолік) – слабо розвинене збудження і гальмування. Формування позитивного умовного рефлексу сповільнено, вони нестійкі. Гальмівні ж рефлекси стійкі. При роботі нервові клітини швидко стомлюються; легко гальмуються при різних діях.

Людей Павлов ділив на двох основних типів:

Художній – переважання 1-ої сигнальної системи над 2-ою.

Розумовий тип – характеризується переважанням другої сигнальної системи над 1-ою.

У формуванні типа ВНД грає роль не лише генотип, але і результати сприйняття.

Сучасна назва – екстраверти, інтраверти.

В процесі виховання до природжених властивостей нервової системи додаються нові, пов'язані з багатоплановою дією, соціальний тип нервової системи, що представляє по І.П. Павлову, сплав із спадкових і придбаних в процесі виховання властивостей. Властивості нервової системи придбані під впливом зовнішнього середовища, можуть домінувати і пригнічувати генетичні завдатки. У людини для якої соціальне середовище служить

вирішальним чинником, визначальний характер вищої нервової діяльності, виховання у формуванні типу нервової системи.

ЛЕКЦІЯ 7

Фізіологія сенсорних систем

1. Загальний план і функції сенсорних систем (аналізаторів).
2. Загальна фізіологія рецепторів : класифікація, механізм збудження, поріг збудження, кодування інформації, регуляція діяльності рецепторів.
3. Фізіологія зорової, слухової, вестибулярної і рухової сенсорних систем.
4. Загальна фізіологія сенсорних систем : послідовність обробки аферентної (що поступає від рецепторів до ЦНС) інформації; кірковий рівень сенсорних систем - первинні, вторинні і третинні поля кори великих півкуль; просторове представництво, фізіологія активного сприйняття.

Загальний план і функції сенсорних систем (аналізаторів).

Аналізатор - Кожна сенсорна система складається з 3-х відділів:

- 1) периферичний, такий, що складається з рецепторів, що сприймають певні сигнали і спеціальних утворень, сприяючих роботі рецепторів (око, вухо, наприклад);
- 2) провідниковий, включаючий шляхи (нервові волокна, тіла аферентних нейронів), що проводять, і підкіркові нервові центри;
- 3) кірковий - області кори великих півкуль, яким адресується ця інформація.

Нервовий шлях, що зв'язує рецептор з кірковим клітинами, складається зазвичай з 4-х нейронів:

-1-го, чутливого, розташований зовні ЦНС в спинномозкових вузлах або вузлах черепних нервів;

-2-й - в спинному, довгастому або середньому мозку;

-3-й - в релейних ядрах таламуса (проміжний мозок);

-4-й є кірковою клітиною проекційної зони кори великих півкуль.

Основна функція сенсорних систем:

1) первинний збір інформації про зовнішню ситуацію і внутрішній стан організму;

2) здійснення зворотних зв'язків, тобто інформування нервових центрів про результати рефлекторної діяльності (для уточнення і вдосконалення різних реакцій у відповідь організму, в першу чергу рухових, ЦНС повинна отримувати інформацію про силу і тривалість виконуваних скорочень м'язів, про швидкість і точність переміщення тіла або робочих снарядів, про зміни темпу рухів, про міру досягнення поставленої мети і тому подібне). Без цієї інформації неможливе формування і вдосконалення рухових навичок, в т.ч. і спортивних, неможливе здійснення техніки виконуваних вправ;

3) регуляція функціонального стану організму - імпульсація, що йде від рецепторів в кору великих півкуль є істотною умовою підтримки нормального рівня її функціонального стану (якщо штучно вимкнути світло в експерименті на тваринах, усі функції, що зв'язують його із зовнішнім середовищем, різко знижується тонус кори і тварина постійно спить, прокидаючись лише тоді, коли з внутрішніх органів приходить сигнал про потребу поїсти і випорожнити сечовий міхур або кишечник).

Загальна фізіологія рецепторів: класифікація, механізм збудження, поріг збудження, кодування інформації, регуляція діяльності рецепторів

Рецептор - ця спеціальне утворення, що перетворює енергію зовнішнього роздратування в специфічну енергію нервового імпульсу шляхом кодування для передачі інформації в нервові центри.

Рецептори діляться на екстерорецептори - приймаючі роздратування із зовнішнього середовища; інтерорецептори - сприймаючі роздратування з внутрішніх органів і пропріорецептори - сприймаючі роздратування з рухового апарату.

По виду сприйманих роздратувань розрізняють механорецептори - сприймаючі механічні дії (пропріорецептори, барорецептори судин, рецептори слухової, вестибулярної, тактильної і больової сенсорних систем); хеморецептори - сприймаючі зміни хімічного складу довкілля (смакові, нюхові; хеморецептори судин і внутрішніх органів); фоторецептори - сприймаючі світлові подразники (палички і колби зорової сенсорної системи); терморецептори - що сприймають зміни температури навколишнього і зовнішнього середовища організму (рецептори шкіри і внутрішніх органів).

Механізм збудження рецепторів - дія подразника викликає формування збудливого постсинаптичного потенціалу на мембрані рецептора (ВПСП) або так званого генераторного потенціалу, який, досягаючи критичного рівня, розподіляється по нервових волокнах в нервовому центрі ЦНС.

Адекватний подразник для рецептора - специфічний вид подразника, на сприйняття якого налаштована ця сенсорна система (звук для слухової сенсорної системи; світлові хвилі - для зорової сенсорної системи і так далі).

Поріг збудження рецептора - це мінімальна величина енергії адекватного подразника, яка потрібна для виникнення збудження.

Пороги збудження рецепторів не є постійними. Вони міняються при зміні стану рецепторів. Крім того, ЦНС може робити налаштування їх чутливості.

Розрізняють:

1) абсолютні пороги, які вимірюються величиною подразника, що мінімально відчувається;

2) диференціальні (різницеві) пороги, які є мінімальною різницею між 2-ма інтенсивностями подразника, яка ще сприймається організмом (у колірних відтінках, яскравості кольору, мірі напруги м'язів і так далі).

Змінюючи пороги збудження, рецептори пристосування до різної інтенсивності дійсного подразника або до монотонності його дії, що називається адаптацією. Адаптація може супроводжуватися як пониженням, так і підвищенням збудливості рецепторів (наприклад, перехід зі світлого приміщення в темне відбувається поступове підвищення збудливості фоторецепторів, при зворотній дії - поріг збудливості знижується; приклад холодової адаптації і так далі).

Кодування інформації - рецептори передають в нервовий центр адекватну інформацію про силу дійсного роздратування. Амплітуда і тривалість нервових імпульсів (потенціалів дії), що поступають від рецепторів до центрів, при різних роздратуваннях залишаються постійні.

При зміні інтенсивності подразника змінюється: 1) частота імпульсів, що йдуть від кожного рецептора до нервового центру і 2) загальне число імпульсів (тобто йде збільшення або зменшення числа збуджуваних рецепторів).

Регуляція діяльності рецепторів - здійснюється контроль центральною нервовою системою в усіх відділах сенсорних систем. Ця регуляція називається еферентною. Наприклад регуляція діяльності рецепторів рухової сенсорної системи : здійснюється особливими нервовими волокнами, що йдуть від гаммамотонейронів дрібних рухових клітин передніх рогів спинного мозку. Впливи через γ - волокна підвищують чутливість м'язових рецепторів (веретен) → посилюється потік імпульсів від працюючих м'язів, що дозволяє отримувати повнішу інформацію про стан скелетної мускулатури.

Периферичний відділ - представлений складним органом оком, що містить фоторецептори і тіла перших і других нейронів. Волокна 2-х нейронів утворюють зоровий нерв (II- а пара черепних нервів), по якому збудження передається на 3-й нейрон проміжний мозок, - в ядро таламуса, так зване зовнішнє колінчасте тіло (частина волокон перемикається в передньому двухолмії середнього мозку), а потім до нейронів потиличної області кори великих півкуль.

Очне яблуко - куляста камера діаметром $\approx 2,5$ см, що містить середовища, що проводять світло - рогівку, вологу передньої камери, кришталик і склоподібне тіло (рідина на зразок холодцю), які заломлюють світлові промені і фокусують їх в область розташування рецепторів на сітківці. Стеками камери служать 3-и оболонки:

1) склера - зовнішня непрозора оболонка спереду переходить в прозору рогівку;

2) судинна оболонка - середня - в передній частині ока утворює війкове тіло і веселкову оболонку, що обумовлює колір очей, в середині веселкової оболонки є відведення - зіниця, що регулює кількість світлових променів, що пропускаються в око;

3) сітчаста оболонка - внутрішня - або ретина - містить фоторецептори - палички і колби і служить для перетворення світлової енергії в нервові збудження.

Середовища, що проводять світло, забезпечують чітке зображення на сітківці. Основні середовища, що заломлюють світ - рогівка і кришталик. Промені, що йдуть через їх центр \perp до їх поверхні, не заломлюються, усі інші заломлюються і сходяться усередині камери ока в одній точці - фокусі. За рахунок зміни форми кришталика здійснюється пристосування ока до чіткого бачення по-різному віддалених предметів, що називається акомодацією.

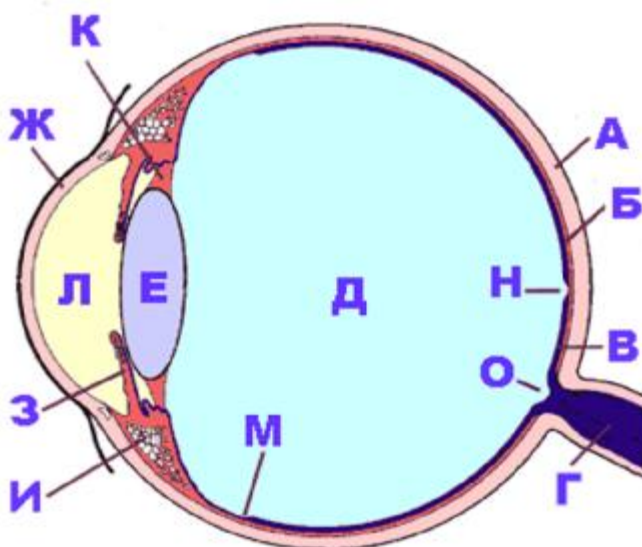


Схема меридіонального розрізу ока

А - Склера, Б - Судинна оболонка, В - Сітківка, Г - Зоровий нерв, Д - Склоподібне тіло, Е - Кришталік, Ж - Рогівка, З - Райдужка, І - Війкове (циліарне) тіло, Д - Радіальна зв'язка, Л - Водяниста волога передньої і задньої камер ока, М - Зубчастий край, Н - центральна ямка, О - сліпа пляма.

До кришталіка прикріплена війкова (циннова) зв'язка. Для розгляду предмета віддаленого від ока (промені від нього до ока паралельно) кришталік повинен мати малу кривизну, війковий м'яз розслабляється, війкові зв'язки натягаються і цим викликають здавлення і розтягання кришталіка його капсулою. При цьому кривизна кришталіка, а відповідно і його заломлююча сила, стають найменшими.

Якщо ж предмет розташований близько від ока, промені від нього падають на кришталік під певним кутом. Для їх фокусування на сітківці необхідно збільшити заломлюючу здатність кришталіка. В цьому випадку війкові м'язи скорочуються, а зв'язки розслабляються. Здавлення і розтягання кришталіка припиняється, кришталік стає більше опуклим і його заломлююча сила збільшується. Зображення фокусується на сітківці.

Найменша відстань від ока, з якого зображення ще сприймається чітко, дістала назву найближчої точки ясного бачення. Для дітей і підлітків в нормі вона складає 7 - 10 см, з віком кришталік втрачає свою еластичність і здатність акомодатії ока зменшується.

Процес сприйняття світлових променів рецепторами в сітківці, де розташовані фоторецептори - палички і колби, сполучені з ними біполярні (І- і нейрони) і гангліозні (ІІ- і нейрони) клітини, що дають волокна зорового нерва. Палички містять зоровий пігмент - родопсин, колби - йодопсин. Під дією світла відбувається перетворення в пігментах, що приводить збудження І- х і ІІ- х нейронів, від яких імпульси йдуть в головний мозок.

Палички - це органи присмеркового зору, сприймає чорно-біле зображення. Колби - органи денного зору і забезпечують кольоровий зір.

Колб 3 види: що сприймають червоний, зелений і синьо-фіолетовий колір, їх відмінності в сприйманні кольору обумовлюються відмінностями в зоровому пігменті. Комбінації збудженнями в цих приймачах різних кольорів

дають відчуття усієї гама колірних відтінків. Якщо рівномірно збуджуються усі 3 види колб - з'являється відчуття білого кольору.

Важливими х-ками зорової сенсорної системи являються:

Гострота зору - здатність розрізняти окремі об'єкти. Вона вимірюється мінімальним кутом, при якому 2-і точки сприймаються як роздільні, - це $\approx 0,5$ кутової хвилини. У центрі сітківки колби дрібніші і укладені щільніше, тому здатність до просторової відмінності тут в 4 - 5 разів вище, ніж на периферії сітківки, тому ми повертаємо голову убік для детального розгляду.

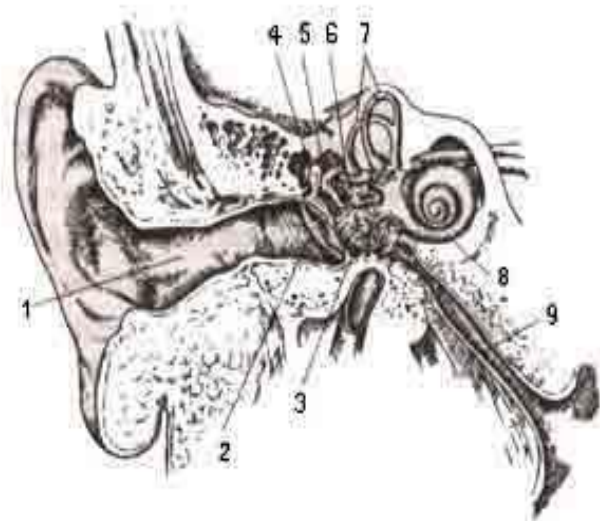
(Під водою гострота зору зменшується в середньому в 200 разів, оскільки заломлена сила рогівки \approx заломлюючій силі води).

Поле зору - частина простору, видима при нерухомому положенні ока.

Слухова сенсорна система

Периферичний відділ слухової сенсорної системи - вухо, що складається з 3-х відділів : зовнішнього, середнього і внутрішнього.

Зовнішнє вухо - апарат, що уловлює звук. Уловлювання звуку і увесь процес сприйняття звуку 2-ма вухами, тобто бінауральний слух - мають значення для визначення напрямку звуку.



1. зовнішній слуховий прохід 2. барабанна перетинка 3. порожнина середнього вуха 4. молоточок 5. ковадло 6. стремінце 7. півкруглі канали 8. равлик 9. евстахієва труба

Середнє вухо - повітряна порожнина, яка через євстахієву трубу з'єднується з порожниною носоглотки. Коливання від барабанної перетинки передають 3 слухових кісточки, що з'єднуються один з одним, - молоточок, ковадло і стремінце. А стремінце через перетинку овального вікна передає коливання рідини у внутрішньому вусі - перилімфі.

Внутрішнє вухо з равликом в ньому - знаходиться в піраміді скроневої кістки. Равлик має 2,5 спіральних витка, канал яких розділений 2-ма перегородками - основною і вестибулярною мембраною на 3 ходи - верхні (вестибулярні сходи), середні (перетинковий канал) і нижні (барабанні сходи). Порожнина верхнього і нижнього каналів заповнені рідиною перилімфою, а порожнина середнього - ендолімфою. У середньому каналі розташований апарат, що сприймає звук - кортієв орган з рецепторами - волосковими клітинами.

Фізіологічний механізм сприйняття звуку відбувається в равлику:

- 1) розділення звуків різної частоти за місцем їх найбільшої дії на основну мембрану равлика;
- 2) перетворення волосковими клітинами механічних коливань в нервові збудження.

ХЕМОРЕЦЕПТОРНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ (СМАК, НЮХ).

Механізм роздратування усіх хеморецепторів полягає в деполяризації мембрани збудливої клітини діючим подразником. Нюх хребетних здійснюється через нюхові клітини, розташовані в носовій порожнині.

У людини нюх грає не таку значну роль, як у тварин, в пристосуванні до умов зовнішнього середовища. Він бере участь у відборі їжі (людина відмовляється від їжі з неприємним запахом). Разом із смаком нюх бере участь в рефлекторному збудженні травних залоз (наприклад при уявному годуванні). Нюх попереджає людину про наявність в повітрі отруйних або шкідливих речовин. Тварини, що мають високорозвинений нюх, по запаху відшуковують їжу, дізнаються по запаху ворога, що причаївся, або знаходять самицю в період спаровування.

Людина відноситься до мікросматиків, також як птахи, кити, мавпи. До макросматиків належить велике число ссавців, хижі риби та ін. До аносматиків (нюх відсутній) відносяться дельфіни. Ці групи хребетних виділяються вже за рахунок різного анатомічного облаштування органів нюху. У людини площа нюхового епітелію складає близько 10 см² (10 млн. нюхових клітин). У вівчарки, наприклад, площа - 190 см², клітин - 224 млн.

Нюхові клітини - перетворені нервові клітини, що сприймають роздратування дендритом у вигляді мікрворсинок, або вій, обернених в шар слизу, і посилюючи сигнали про роздратування по аксону в нюхові цибулини, які є частиною головного мозку. У місці виходу на поверхню нюхового епітелію рецепторна клітина утворює потовщення - булаву, від якої відходять мікрворсинки. Кожна з ворсинок містить систему фібрилярних ниток (пара в центрі і дев'ять пар навкруги кільцем).

Нюхова цибулина є шаруватим утворенням в епітелії носової порожнини. Перший зовні шар (сітьовидний) утворений сплетеннями аксонів рецепторних клітин. Далі аксони розподіляються в клубочки, що становлять другий шар цибулини. Третій шар утворений переплетенням дендриту мітральних клітин, з тіл яких складається четвертий шар. П'ятий шар утворений тілами і аксонами пучкових клітин. І, нарешті, центральна частина цибулини, що означається як шостий шар, утворена численними зернистими клітинами, які мають численні відростки і сполучають різні нервові клітини.

Механізм відмінності запахів ще не до кінця вивчений. При дії пахучих речовин на поверхні нюхового епітелію виникає повільне негативне коливання потенціалу амплітудою 5-10 мВ, що триває декілька секунд. Існують відмінності в реакціях різних рецепторних клітин на пахучі речовини.

Класифікація запахів надзвичайно ускладнена із-за їх різноманіття. Пахучі речовини діляться на ольфакторні, які дратують тільки нюхові клітини (лаванда, гвоздика, аніс, бензол, ксилол та ін.) і змішані, які одночасно з нюховими клітинами дратують і трійчастий нерв (камфара, ефір, хлороформ,

аміак та ін.). Змішані речовини можуть викликати рефлекторну затримку дихання, що спостерігається при вдиханні аміаку, хлороформу, ефіру.

Відомо, що вдихання одних речовин (наприклад, ваніліну) викликає тільки відчуття запаху, а вдихання інших може викликати смакові, температурні і навіть больові відчуття. Наприклад, запах хлороформу викликає відчуття солодкого, ментол - холоду, формальдегід - "колення" в носі.

При довгому перебуванні людини в атмосфері з постійним складом пахучих речовин запахи перестають відчуватися. Цей процес носить назву адаптації. Завдяки адаптації людина не відчуває запаху свого тіла, одягу, кімнати і т. д.

Органи смаку.

Периферичний відділ смакового аналізатора є хеморецептором: він пристосований до рецепції хімічних речовин, що поступають у складі їжі. Органи смаку людини складаються із смакових клітин, зібраних в компактні утворення - бруньки. Одна брунька складається з декількох десятків власне рецепторних клітин, розташованих між підтримуючими їх клітинами. Верхні кінці смакових рецепторних клітин стоншуються і сходяться мікрроворсинками в порах, через які проникає подразник. Смакові бруньки усяюють спеціальні утворення в ротовій порожнині людини - смакові сосочки. Сосочки бувають різних видів і, мабуть, відповідають за сприйняття різних смаків.

Сосочки у людини розташовуються на кінчику, бічних поверхнях і корені язика, а також на задній стінці глотки і поверхні м'якого нъоба. Одні з них реагують на солодке (кінчик язика), інші - на гірке (корінь язика), треті - на кисле (краї язика), четверті - на солоне.

Ці чотири смаки нині вже чітко визначені. Уся решта різноманітності смакових відчуттів виникає в результаті змішення цих чотирьох типів, або взаємодії їжі з больовими, нюховими та ін. рецепторами.

Хеморецептори внутрішніх органів.

Усередині організму людини знаходиться велика кількість клітин-хеморецепторів, які відіграють важливу роль в діяльності багатьох систем органів.

Наприклад, в системі травлення клітини хеморецептори, розташовані в дванадцятипалій кишці при роздратуванні соляною кислотою рефлекторно посилюють діяльність підшлункової залози і викликають рефлекс замикання пілоричного сфінктера, обмежуючи попадання їжі з шлунку.

У дихальній системі (бронхи, альвеоли) є хеморецептори, що реагують на підвищену концентрацію вуглекислого газу і викликають рефлекторну задишку.

МЕХАНОРЕЦЕПТОРНІ СИСТЕМИ

Механорецептори відрізняються великою різноманітністю. По функціональному призначенню виділяють *тактильні* (дотикові), *слухові* (акустичні), *стато-кінетичні* (характеризують положення і переміщення тіла в просторі), *пропріорецептивні* (оцінюють стан скелетно-м'язового апарату рухів) і *інтероцептивні* (беруть участь в регуляції внутрішніх органів).

Шкірні механорецептори. Шкіра людини багата механорецепторами різного роду, а також іншими видами рецепторів. Велику роль в механорецепторній функції шкіри грають різні її утворення, наприклад, волосся. На ділянці шкіри покритому волоссям відзначається швидше реагування на дотик і більша чутливість рецепторів, чим на безволосих.

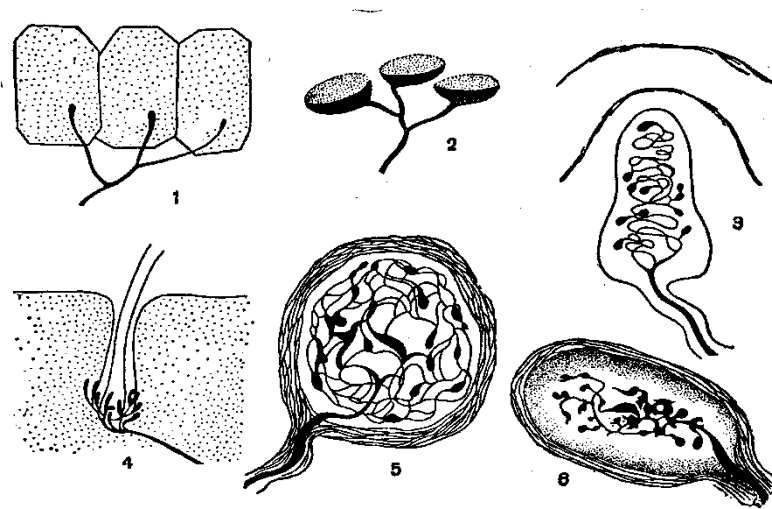
До тактильних шкірних рецепторів відносяться: власне нервові закінчення в цибулині волоса, диски Меркеля, тільця Мейснера (реагують на дотик), тільця Пачині (реагують на тиск). Передбачається, що також на дотик реагують і вільні нервові закінчення на поверхні шкіри.

Також в шкірі є присутніми :

- тільця Руффіні (реагують на тепло);
- колби Краузе (реагують на холод).

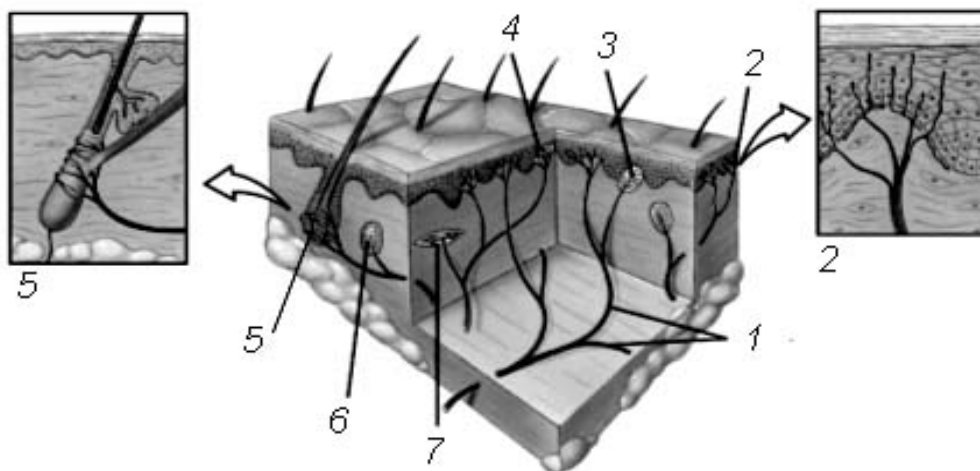
В середньому на 1 квадратний сантиметр шкіри доводиться до 5000 чутливих закінчень, 200 больових, 12 холодних точок, 2 теплових і 25 точок, що реагують на тиск. Нервові рецептори в шкірному покриві розподілені нерівномірно. Вони особливо численні в шкірі обличчя, долонь і пальців кисті, зовнішніх статевих органів.

Таким чином, шкіра є величезним рецепторним полем, мільйони чутливих нервових закінчень якого постійно здійснюють прямий і зворотній зв'язок з центральною нервовою системою.



Напівсхематичне зображення деяких рецепторних апаратів шкіри

1 - вільні нервові закінчення в епідермісі; 2 - дотикові тільця Меркеля (головним чином в епідермісі); 3 - дотикове тільце Мейснера; 4 - нервові сплетення навколо волосної цибулини; 5 - чутливе до холоду тільце (чи колба) Краузе; 6 - фатерпачинієве тільце, чутливе до тиску.



1 - дендрит чутливого нейрона, 2 - вільне нервові закінчення, 3 - тільце Мейснера, 4 - диски Меркеля, 5 - рецептор волосного фолікула, 6 - тільце Пачині, 7 - закінчення Руффіні

Послідовність обробки інформації.

Найбільш простий аналіз зовнішніх роздратувань здійснюється в рецепторах (згадати про специфічність і вибірковість реакції рецепторів).

1-а особливість - передача без спотворень інформації від рецепторів до кори великих півкуль.

2-а особливість - подальша обробка аферентної інформації, яка закладається в аналізі властивостей подразника і в процесі їх синтезу, в спілкуванні надходжень інформації.

3-я особливість - дуже важлива - відбір найбільш значимих сигналів, в якому бере участь неспецифічний відділ нервової системи. Найбільш складна обробка аферентних імпульсів здійснюється в корковому відділі сенсорних систем.

Кірковий рівень сенсорних систем

Кожна сенсорна система має своє представництво в корі великих півкуль. Розрізняють 3-и основні групи полів сенсорних систем :

Первинні поля - пов'язані з органами чуття і органами руху на периферії, вони раніше інших дозрівають в онтогенезі, мають найбільш великі клітини. Це ядерні зони аналізаторів (наприклад: поле больової, температурної, тактильної і м'язово-суглобової чутливості в задній центральній звивині кори, зорові поля в потиличній області, слухові, - в скроневій області і рухові - в передній центральній звивині). Первинні поля здійснюють аналіз окремих роздратувань, що поступають в кору від рецепторів (наприклад напрям руху, форми і кольори світлового подразника в зоровій зоні, одні клітини збуджуються при включенні світла, інші - при виключенні, треті - і в тому і в іншому випадку). Це дозволяє виділити початок і кінець дії подразника. При руйнуванні цих полів настає сліпота, глухота і так далі, тобто клітини первинних полів здійснюють в корі безпосередній аналіз інформації, що приходить.

Вторинні поля - або периферичні зони аналізаторів - розташовані поряд з первинними - отримують результат діяльності первинних полів і перетворюють його в складніші форми - осмислення звукових, світлових та ін. сигналів. При поразці вторинних полів зберігається здатність бачити, чути, але людина не знає предмети, звуки, не пам'ятає їх значення.

Третинні поля або зони перекриття аналізаторів - займають майже половину території кори і мають великі зв'язки з іншими відділами кори і з неспецифічними системами мозку. Третинні поля знаходяться в задній половині кори - на межах тім'яних скроневих і потиличних її областей, де закінчується найбільше число нервових волокон, що сполучають ліву і праву півкулю, тому їх роль особливо велика в організації погодженої роботи обох півкуль. Тут відбуваються процеси вищого аналізу і синтезу, тобто найбільш складні функції кори, на основі результатів діяльності первинних і вторинних полів виробляються цілі і завдання поведінки. Згідно з ними відбувається програмування рухової діяльності.

Розвиток третинних полів у людини зв'язують з функціями мови. Мислення (внутрішня мова) можливо тільки при спільній діяльності різних сенсорних систем, об'єднання інформації від яких відбувається в третинних полях. При недорозвиненні третинних полів людина не може опанувати мову (вимовляє безглузді звуки) і навіть прості рухові навички (не може одягнутися, користуватися знаряддями праці та ін.).

Просторове представництво - системи нейронів, які утворюють висхідні шляхи від рецепторів, розташовані в певному порядку. Наприклад, кожна ділянка, що сприймає поверхньою ока (сітківкою оболонки з фоторецепторами), передає свої сигнали певній ділянці зорової області кори великих півкуль. За таким же принципом мозок отримує інформацію від інших органів чуття. Завдяки цьому мозок отримує інформацію про просторові особливості зовнішнього світу, про схему простору, про схему тіла. Така організація зв'язків в ЦНС називається стоматоскопічним або екранним представництвом функцій - просторі розподілу нейронів, пов'язаних з певними

рецепторами на периферії, що відбиває специфіку їх просторового розташування в організмі. Наприклад, кіркове представництво апарату, що утворює мову і кінестетичних рецепторів пальців рук значно перевершує представництво інших ділянок тіла, оскільки аналіз інформації від рецепторів і апарату, що утворює мову, має особливе значення.

Фізіологія активного сприйняття

Найважливіша особливість діяльності сенсорних систем - це активний позитивний відбір необхідної інформації.

Наприклад, діяльність зорового аналізатора. У зборі зорової інформації важливу роль грає організація рухів очного яблука, тобто робота окорухових м'язів - 4-х прямих і 2-х косих. Погляд фіксує не усі точки зображення, а лише інформативні. Що саме потрібно виділити, визначається завданням, яке вирішується при цьому сприйнятті. Так, при розгляді фотознімку погляд людини фіксує дані про контур лиця, особливостях очей, лініях рота і носа. Вибір найбільш інформативних точок - це свідомо діяльність, яка виконується вищими аналізуючими і інтегруючими областями кори - лобовими долями, під їх контролем відбувається активне сприйняття. При поразці лобових доль втрачається осмислений пошук інформації, рухи очей стають безладними.

ЛЕКЦІЯ 8

ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ

1. Поняття про кров.
2. Плазма крові.
3. Формені елементи крові.
4. Групи крові і резус-фактор.
5. Регуляція системи крові.

У словнику фізіологічних термінів крові дають наступне визначення: кров - основна транспортна система організму, що складається з плазми і зважених в ній формених елементів (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів). Наступне визначення крові – це рідка тканина, сполучна тканина, яка знаходиться в постійному русі. Кров складає 5 – 8 % від загальної маси тіла людини, що відповідає 4-6 л (у чоловіків більше, ніж у жінок, у дітей більше, ніж у дорослих). Кров ділиться на: циркулюючу – 40-50% всього об'єму і депоновану – 50-60 %. Об'єм крові – 6-8 % від загальної ваги тіла.

Співвідношення між об'ємом плазми еритроцитів крові визначають спеціальним показником – гематокритним числом (НСТ). У нормі у чоловіків - 44-46 об %, а у жінки – 41-43 об %. У людини гематокрит зазнає істотні зміни лише при адаптації до великих висот. В новонароджених гематокрит на 10 % вище, а у маленьких дітей на 10 % нижче. Будь-яке патологічне підвищення гематокриту приводить до підвищення навантаження на серце, внаслідок чого кровообіг в деяких органах може бути порушений.

Полягає кров з плазми і формених елементів. Плазма складає в середньому 55 - 60 % від загального об'єму крові (у жінок – 58 %, у чоловіків – 53 %), формені елементи – 45 % (у жінок – 42 %, у чоловіків – 47 %).

Основні функції крові

Кров циркулююча в судинах виконує наступні функції:

1. Регуляторна (гуморальна) – транспорт гормонів, медіаторів, ферментів і інших фізіологічно активних речовин.
2. Дихальна – транспорт до тканин організму кисню (O_2) і з тканин організму в довкілля – вуглекислого газу (CO_2).
3. Гомеостатична – підтримка постійності внутрішнього середовища (кисотно-основної рівноваги, водно-електролітного балансу і ін.).
4. Трофічна – перенесення основних живильних речовин від органів травлення до тканин.
5. Терморегуляторна – передача тепла з кров'ю з глибоких частин тіла до його поверхні, що дозволяє підтримувати постійну температуру тіла.
6. Захисна – здійснення неспецифічного і специфічного імунітету; згортання крові, для оберігання від крововтрати при травмах.
7. Видільна (екскреторна) – транспорт кінцевих продуктів обміну від місць їх утворення до місць виділення (нирки, потові залози, легені, кишечник).

Склад плазми

Плазма це міжклітинна речовина крові, є безбарвною або злегка жовтуватою рідиною.

На 91% плазма складається з води і 9% доводиться на тверді речовини: білки, солі, глюкоза, жири, продукти метаболізму, гормони, вітаміни, дихальні гази – O_2 і CO_2 і ін.

Білки плазми складають 7 – 8% її об'єму (200 г – у чоловіків і 140 – у жінок):

1. Альбуміни – 50-60% всіх білків плазми – виконують живильно-пластичну функцію. Забезпечують транспорт речовин до місць використання і видалення.

2. Глобуліни – 35-40% всіх білків плазми:

а) гамма – глобуліни (частково бета - глобуліни) входять до складу антитіл і т.ч. грають важливу захисну роль;

б) антигемофільний глобулін (чинник VIII), фібриноген і протромбін – беруть участь в процесі згортання крові;

в) гаптоглобін – зв'язує і транспортує гемоглобін, з'являється в плазмі при руйнуванні еритроцитів;

г) трансферін або сидерофілін – містить залізо і забезпечує його транспорт з кров'ю;

д) ліпопротеїни – комплекс білків плазми крові з вуглеводами – транспортують жири, нерозчинні у воді.

Небілковий, або залишковий азот – продукти білкового обміну: амінокислоти, сечовина, сечова кислота, креатин, креатинін, індикат. Загальний вміст залишкового азоту плазми вагається в межах 20 – 40 мг%.

Мінеральні речовини – представлені електролітами: катіонами Na^+ , K^+ , Ca^{+2} і аніонами Cl^- , бікарбонату – загальна концентрація мінеральних речовин в плазмі ≈ 1 г%. Фізіологічне значення мінеральних речовин – підтримка відносної постійності осмотичного тиску і рН крові.

Крім того в плазмі містяться незначні кількості йоду, бромю, заліза, а також ряд мікроелементів – мідь, кобальт, марганець, цинк і ін. речовини.

Ферменти плазми – беруть участь в процесі згортання крові (протромбін), розчинення згустків крові (плазміноген), в розщеплюванні вуглеводів (амілаза) і жирів (ліпаза).

ФИЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАЗМИ

Осмотичний і онкотичний тиск плазми

Клітини тканин живого організму мають оболонку (мембрану), яка відокремлює рідкий внутрішній вміст клітини від міжклітинної рідини, а клітини крові - від плазми крові. Клітинні оболонки володіють рядом

властивостей напівпроникних мембран. Тому хімічні склади розчину усередині клітини і тканинної рідини, що її оточує, відмінні один від одного.

Напівпроникні мембрани не перешкоджають руху молекул води через них. Цей процес називається осмосом. Сила, яка обусловлює осмос, називається осмотичним тиском. Під дією цієї сили молекули води переходять з розчину з нижчим осмотичним тиском в розчин з вищим осмотичним тиском.

Основну роль в осмотичному тиску плазми крові грають електроліти (особливо Na^+ , Cl^-), оскільки їх іони мають маленькі розміри і легко проникають через мембрани. Осмотичний тиск плазми рівний 6,7 атм. Такий же тиск має 0,9% розчин NaCl , який називають ізотонічним (ізос – рівний, тонос – тиск) або фізіологічним розчином.

Розчин з підвищеним осмотичним тиском (з підвищеною концентрацією речовин) називається гіпертонічним. У такому розчині клітини крові втрачають рідину – плазмоліз. Розчин із зниженим осмотичним тиском – гіпотонічний – в такому розчині клітини крові розбухають від води, що поступила в них, що може привести до розриву мембран клітин крові – гемоліз. Тому слідє вивід, що нормальний осмотичний тиск плазми крові необхідна умова для підтримки життєдіяльності організму.

Онкотичний тиск плазми – це частина осмотичного тиску плазми, яка визначається вмістом в ній білка. Стінки капілярів в звичайних умовах майже непроникні для дуже крупних молекул білка, тому осмотичний тиск плазми вищий, ніж осмотичний тиск тканинної рідини. Ця різниця обумовлює рух молекул води у внутрішньосудинний простір, а значить грає дуже велику роль в підтримці загального об'єму плазми.

Кислотно-лужна рівновага і буферні системи крові

Як і інші водні розчини, кров містить водневі іони (H^+) і гідроксильні іони (OH^-). Співвідношення їх концентрацій визначає активну реакцію крові. Кров має слаболужну реакцію. У спокої рН артеріальної крові дорівнює в середньому 7,40 (7,35 – 7,45), а венозною – 7,37. Організм прагне утримати величину рН артеріальної крові на постійному рівні. Постійність реакції крові – обов'язкова умова нормального перебігу життєвих (метаболічних) процесів. Таким чином рН крові – це гомеостатична гематологічна характеристика організму.

У організмі завжди є умови для зрушення реакції крові у бік ацидозу або алкалозу, які можуть привести до зміни рН крові. При значному вступі в кров кислих продуктів обміну реакція крові зрушується в кислу сторону, рН знижується – ацидоз.

Під час вступу лужних речовин рН підвищується, реакція крові зрушується в лужну сторону – алкалоз (наприклад при гіпервентиляції легенів, коли вимивається багато CO_2).

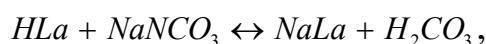
У клітинах тканин постійно утворюються кислі продукти. Накопиченню кислих з'єднань сприяє вжиток білкової їжі. Буферні системи крові сприяють підтримці нормального співвідношення водневих і гідроксильних іонів, тобто регулюють рН. У крові є 4 буферних системи:

- 1) карбонатний буфер;
- 2) гемоглобіновий буфер;
- 3) білки плазми;
- 4) фосфатний буфер.

Лише гемоглобіновий буфер знаходиться - в еритроцитах, останні – в плазмі.

У організмі людини в процесі метаболізму більше утворюється кислих продуктів. Тому запаси лужних речовин крові у багато разів перевищують запаси кислих. Їх розглядають як лужний резерв крові.

Механізм дії буферної системи на прикладі карбонатного буфера:



де HLa – молочна кислота (сильна), що у великих кількостях накопичується в робочих м'язах і в крові під час виконання фізичної роботи великої потужності і що змінює рН крові, в результаті дії буферної системи відбувається її нейтралізація з утворенням лактату натрію і слабкої і нестійкої вугільної кислоти, яка швидко розкладається на воду і вуглекислий газ.

У регуляції кислотно-лужної рівноваги крові беруть також участь:

Нирки – залежно від ситуації секретується кисліша або більш лужна сеча.

Легені – збільшення концентрації CO_2 і зниження рН підсилюють дихання. Зрушенню реакції в лужну сторону протидіє зниження інтенсивності дихання, що затримує CO_2 в організмі і відновлює лужний резерв крові.

Травний тракт – через нього видалається деяка кількість фосфорної кислоти - одного з компонентів фосфатної буферної системи крові.

До складу крові, окрім плазми входять формені елементи, які занурені в неї: еритроцити, лейкоцити і тромбоцити.

Фізіологія еритроцитів

Еритроцити – це клітини крові, що мають високу спеціалізацію, пов'язану з наявністю в них гемоглобіну, що забезпечує перенесення кисню до тканин і

вуглекислого газу до легенів. Еритроцити: у чоловіків 5 млн. у жінок 4,6 млн. в Центральній Європі. У Північній Америці – 5,4 і 4,8 млн. Гемоглобін містить солі заліза, які і додають еритроцитам, а разом з ними і всій крові, червоне забарвлення.

Утворюються еритроцити в червоному кістковому мозку, процес їх утворення називається еритропоез. У крові циркулюють зрілі і незрілі еритроцити (ретікулоцити).

Сукупність всієї маси клітин червоної крові, ув'язнених в кістковому мозку і в периферичній крові називається еритрон.

Еритроцит має форму двоввігнутого диска, що збільшує його дихальну поверхню. Еритроцити не мають ядра. Середня тривалість їх життя – 100-120 днів, після чого вони руйнуються в селезінці, печінці і ін. органах (ретікуло-ендотеліальною системою).

Вміст еритроцитів в крові у дорослих здорових людей: у жінок - 4 – 4,5 млн; у чоловіків – 5 – 5,5 млн. в 1 мм³ крові.

Обмін заліза. У організмі міститься приблизно 4 г заліза і приблизно ? його знаходиться в гемоглобіні крові. Коли організму потрібно швидко збільшити продукцію еритроцитів, використовуються запаси заліза з печінки і селезінки (запаси заліза там складає приблизно 1 г). Щоденно приблизно 20 міліграм заліза звільняється при руйнуванні еритроцитів і негайно використовується для синтезу гемоглобіну (транспортуються у формі трансферіна (сидероферіна) в червоний кістковий мозок).

Кількість заліза, необхідне в добу людині 1 – 3 міліграми. У м'язах залізо використовується для синтезу міоглобіну. Для утворення Нв необхідні також мікроелементи - Cu, Co, Ni, а також вітаміни В6 (піридоксин) і С. Недолік в їжі заліза, мікроелементів і вітаміну В6 і С знижує вміст Нв в еритроцитах.

Лейкоцити

Лейкоцити - білі кров'яні клітини. Кількість лейкоцитів в крові в нормі 4 – 10 тис. в 1 мм³. При оцінці їх вмісту в крові враховують ще і процентне співвідношення різних видів лейкоцитів. На відміну від еритроцитів, кількість яких в крові відносно постійна, к-ть лейкоцитів значно вагається залежно від часу доби і функціонального стану організму. Лейкоцитоз – вище 10000 Лейкопенія – нижче 4000 в 1мкл.

Лейкоцити діляться на:

I. Гранулоцити (або зернисті), до яких відносяться:

- нейтрофіли – складають 57-73% від всіх лейкоцитів, виконують захисну функцію, оскільки здібні до фагоцитозу і знищують чужорідні частки і за межами судин, швидко проникаючи через пори в їх стінках. Нейтрофіли (4150

в 1мкл) можуть жити в умовах, де мало кисню (набряклі запалені тканини) і складають так званий гній. По нейтрофілах можна визначити стать (7 із 500 нейтрофілів у жінок містять вирости в «барабанні палички»).

- еозинофіли – складають 1–4% всіх лейкоцитів, абсорбують на свою поверхню антигени (чужорідні білки), тканинні речовини, руйнуючи і знешкоджуючи їх (підвищення кількості еозинофілів в крові спостерігається при алергічних реакціях). Еозинофілія (100-350 в 1мкл) спостерігається при алергічних станах, глистових інвазіях і аутоімунних захворюваннях.

- базофіли – складають 0,5% всіх лейкоцитів, синтезують гепарин, що грає найважливішу роль в підтримці рідкого стану крові і гістаміну, що впливає на кровоносні судини.

II. Агранулоцити (або незернисті):

- лімфоцити – 25-30% від всіх лейкоцитів, беруть участь у формуванні імунітету до інфекційних захворювань, нейтралізують токсини. Лімфоцити (1000-3600 кліток в 1мкл) Стан більше 4000 називається лімфоцитоз.

- моноцити – складають 6–8% (450 кліток в 1 мкл), здібні до фагоцитозу і знешкодження токсинів, що утворюються у вогнищах запалення. Збільшення моноцитів – ознака перемоги організму.

Стадія очищення – збільшення лімфоцитів і еозинофілів.

Процес утворення лейкоцитів, лейкопоез, протікає в кістковому мозку, селезінці, лімфовузлах і лімфатичних тканинах, наприклад, кишечника, в зубній залозі, печінці. Існують місця великого скупчення лейкоцитів (депо) – селезінка, легені, кістковий мозок.

Тромбоцити і згортання крові

Тромбоцит – елемент крові що бере участь в згортанні і необхідний для підтримки цілісності судинної стінки.

У 1 мм³ крові міститься 250–400 тис. тромбоцитів. Депо тромбоцитів знаходиться в селезінці, печінці, легенях.

Тромбоцитам належить провідна роль в процесі згортання крові, володіють імуногенними властивостями.

Участь тромбоцитів в гемостазі (зупинці кровотечі) пов'язана з утворенням тромбу - згустка, який закриває просвіт пошкодженої судини і запобігає втраті крові.

При пошкодженні судини перша реакція зв'язана за участю тромбоцитів – тромбоцити склеюються між собою (аглютинація), приліпають до чужорідної поверхні (адгезивність), утворюючи первинний білий тромб, на який потім нашаровується кров'яний згусток.

Кров'яний згусток, що утворився, – результат функцій згортаючої системи крові: утворення нерозчинного фібрину з розчинного білка фібриногену:

1. Травматизовані тканини в області пошкоджених кровоносних судин виділяють особливий фермент тромбопластин (тромбокіназа), що утворюється у присутності активаторів з протромбопластину. Тромбоцити, що прилипають до пошкодженої судини і потім розпадаються, також виділяють речовину, подібну до тромбопластину, – пластинчастий чинник, який першим запускає згортання крові:

Протромбопластин + активатор → тромбопластин

2. З протромбіну крові за участю тромбопластину, іонів кальцію і відповідних білкових чинників крові утворюється тромбін:

Протромбін + Ca^{2+} + тромбопластини → тромбін

3. Тромбін діє як фермент, що перетворює фібриноген на фібрин:

Фібриноген + тромбін → фібрин

У фібринових нитках заплутуються формені елементи, із зруйнованих тромбоцитів виділяються речовини, що викликають скорочення фібринових ниток. При цьому із згустка видавлюється плазма, згусток отвердіває і стягує краї рани, кровотеча припиняється.

Зупинці кровотечі також сприяє звуження просвіту кровоносних судин – механічна травма викликає скорочення гладких м'язів в його стінках.

Протизгортаюча система

Поряд із згортаючою системою в організмі працює і протизгортаюча система, яка здійснює поступове розчинення згустка за участю ферменту фібринолізіна (плазіну) (утворюється з плазіногена під впливом спеціальних активаторів, що містяться в плазмі, в тромбоцитах).

Протизгортаюча система запобігає внутрішньосудинному згортанню крові і здійснює розчинення згустків крові в разі їх виникнення в кровоносному руслі.

Протизгортаюча система має 3-и основних механізма:

1. Відштовхування тромбоцитів (репульсія) від стінок судин (коли стінка судин ушкоджується, в місці розриву негативний заряд поверхні міняється на позитивний), тому має негативний заряд, тромбоцити прилипають.

2. Антитромбіновий ефект. Тромбін нейтралізується антитромбіном, що знаходиться в плазмі крові.

3. Гепарин – секретується в кров базофілами, розташованими в навколосудинній тканині, запобігає внутрішньосудинному згортанню крові.

Щоб оцінити функціональний стан згортаючої і протизгортаючої систем існують прості показники – час кровотечі (при пошкодженні капілярів в області пальця верхньої кінцівки – норма 2 – 3 хв., в області вухної раковини – 4 – 5 хв.) і час згортання – фізіологічна норма 6 хв. (час утворення згустка).

Фізіологія груп крові

Групи крові АВО були відкриті в 1900 р. Ландштейнером.

Антигени – генетично (органічно) чужорідні речовини колоїдної структури (білки, поліпептиди, полісахариди, високомолекулярні нуклеїнові кислоти, комплекси білків з ліпідами або полісахаридами).

Антигени володіють властивостями:

- 1) викликають утворення антитіл;
- 2) вступають у взаємозв'язок з відповідними антитілами (антигенна специфічність).

Антигенними властивостями володіють отрути рослинного і тваринного походження (змійні, павуків, скорпіонів, фаланг, каракуртів, бджіл), ферменти, чужорідні білки і ін.

Антигенів, що визначають групи крові два, - А і В. Находяться вони в еритроцитах. Їх ще називають агглютіногенами. За своєю природою вони є мукополісахаридами (полісахариди, пов'язані з вітаміном С і цукровими кислотами (з глюкуроновою кислотою) або цукровими спиртами, наприклад з гліцеролом).

Антитіла – специфічні білки (імуноглобуліни), які утворюються клітинами лімфоїдних органів при введенні антигенів.

Природа антитіл – це імуноглобуліни сироватки крові людини і тварин.

Агглютиніни – антитіла, що володіють здатністю викликати склеювання мікробів, еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів і ін. з абсорбованими на них антигенами (реакція аглютинації).

Мембрани еритроцитів людини містять речовини, які називаються агглютіногенами, плазма крові містить речовини, звані агглютинінами. Залежно від того, як скомбіновані агглютіногени і агглютиніни, розрізняють 4-і групи крові. Агглютіногени бувають двох видів А і В, агглютиніни відповідно - α і β . У людей, еритроцити яких містять специфічний агглютіноген, комплементарного (комплементарні – А - α і В - β) йому агглютиніна в плазмі немає. В еритроцитах крові I групи (0) відсутні агглютіногени А і В, але в плазмі присутні агглютиніни α і β ; у еритроцитах крові II -ої групи (А) міститься агглютіноген А, а в плазмі агглютинін β ; у еритроцитах крові III групи (В) міститься агглютіноген В, а в плазмі – агглютинін α ; у еритроцитах

крові IV групи (AB) містяться обидва агглютіногена A і B, а в плазмі зовсім немає агглютінінів. Позначають групи крові таким чином:

група крові	I (0)	II (A)	III (B)	IV(AB)
эритроцити (агглютіноген)	-	A	B	AB
плазма (агглютінін)	α, β	β	α	-

Правила переливання крові

При переливанні крові поважно знати, який агглютіноген містять еритроцити донора і який агглютінін містить плазма реципієнта (що приймає донорську кров). Якщо існує небезпека склеювання еритроцитів донора агглютіногенами реципієнта – переливання проводити не можна (ми знаємо, що не повинні зустрічатися комплементарні агглютіноген і агглютінін).

Реципієнт \ Донор	0	A	B	AB
$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	β	α	-
0	-	-	-	-
$\alpha + \beta$	-	-	-	-
A	агглютінація	-	-	-
β	-	-	-	-
B	-	-	-	-
α	-	-	-	-

A B				
-				-

Таблиця сумісності груп крові, з якої виходить, що особи з групою крові I (0) є універсальними донорами, а особи з групою крові IV (AB) – універсальними реципієнтами.

Резус-приналежність

У 85% людей еритроцити містять особливий агглютіноген, званий резус-фактором (Rh). Ці особи називаються резус-позитивними (Rh+). У останніх людей цей агглютіноген відсутній і їх називають резус-негативними (Rh-).

Плазма резус-негативної крові зазвичай не містить резус-агглютинінів. Проте, якщо резус-позитивна кров потрапляє в організм людини з резус-негативною кров'ю, то в останньої утворюються резус-агглютиніни і при повторному попаданні Rh+ крові в цей же організм спостерігається реакція аглютинації (склеювання еритроцитів донора).

Регуляція системи крові

Регуляція системи крові – забезпечує підтримку відносної постійності об'єму і складу периферичної крові.

Нервова регуляція

Центрально-нервова регуляція системи крові здійснюється через гіпоталамус. Кора великих півкуль регулює склад крові і кровотворення через гіпоталамус. Гіпоталамус через симпатичний відділ вегетативної нервової системи стимулює еритропоез, а через парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи – гальмує еритропоез, знижує вміст лейкоцитів в крові.

Нервова система робить прямий вплив на функцію кісткового мозку. Крім того, між ними існує і прямий зв'язок: наприклад, у відповідь на нервові дії утворюються гемопоетини, які впливають на кістковий мозок, стимулюючи його активність.

Гуморальна регуляція

Особливе значення мають біологічно активні речовини гемопоетини.

Еритропоетин утворюється в основному в нирках, менше в печінці і інших тканинах. З потоком крові доставляється до кісткового мозку і стимулює утворення еритроцитів. Через 2–4 дні після початку його дії відбувається викид збільшеної кількості еритроцитів з кісткового мозку в

кровотік: недостатня концентрація еритроцитів → дефіцит O_2 в тканинах → посилення утворення еритропоетину → прискорення продукції еритроцитів → підвищення концентрації еритроцитів в крові → поліпшення постачання тканин O_2 .

Для цих процесів важливе достатній вміст в організмі вітаміну B_{12} і фолієвої кислоти.

Зниження вмісту лейкоцитів приводить до появи в крові спеціальних гуморальних стимуляторів лейкоцитозу – лейкопоетинів, які, впливаючи на кістковий мозок, підсилюють утворення гранулярних лейкоцитів, моноцитів (лімфоцити утворюються в селезінці, в лімфовузлах, лімфатичних тканинах; моноцити - в кістковому мозку, печінці, селезінці, лімфатичних вузлах).

У регуляції системи крові беруть також участь різні залози внутрішньої секреції:

1. Гормони гіпофіза – адренкортикотропний, (або соматотропний) – підсилює утворення еритроцитів і лейкоцитів, стимулюючи функції кісткового мозку. Глюкокортикоїди гіпофіза підсилюють еритропоез і знижують утворення лімфоцитів. Гіпофіз також виділяє спеціальний еритропоетичний гормон.

2. Гормони наднирників – глюкокортикоїди (кора наднирників) впливають на гемопоез, мінералокортикоїди – на об'єм циркулюючої рідкої частини крові; гормони мозкового шару наднирників (адреналін і норадреналін) – на гемопоез і об'єм циркулюючої крові.

3. Гормони статевих залоз – впливають на склад крові. Формених елементів більше у чоловіків, чим у жінок. У дітей і літніх людей ці відмінності відсутні. Введення чоловічих статевих гормонів жінкам (з метою лікування) збільшує кількість формених елементів в крові, зокрема підвищує концентрацію еритроцитів і Нв. Вживання жіночих статевих гормонів надає протилежну дію.

Селезінка має відношення до кровотворення, кроворуйнування і перерозподілу формених елементів в крові. Тут утворюються лімфоцити і моноцити, руйнуються старі еритроцити, тромбоцити і лейкоцити. Продукти розпаду еритроцитів, що утворюються, стимулюють еритропоез. Селезінка – депо заліза, яке звільняється після руйнування еритроцитів. Тут синтезуються рибонуклеїнові клітини і гемоглобін.

Дихальна і транспортна функції крові.

Кров і лімфу прийнято називати внутрішнім середовищем організму, оскільки вони оточують всі клітини і тканини, забезпечуючи їх життєдіяльність. За допомогою крові і нервової системи забезпечується гомеостаз і єдність організму. Кров складається з плазми і формених елементів (клітин крові), що знаходяться в ній в зваженому стані. Серед останніх розрізняють еритроцити, лейкоцити і тромбоцити.

Рідка частина, що залишається після згортання крові або плазми, носить назву сироватки. У людини формені елементи складають близько 45-46% об'єму крові, а плазма - близько 54-55% (Уінтроб, 1961).

Всі формені елементи крові є продуктами життєдіяльності не самої крові, а кровотворних тканин (кісткового мозку, лімфатичних вузлів, селезінки). Звідси вони поступають в кров, де і живуть певний проміжок часу, а потім руйнуються, причому руйнування це відбувається не в самій крові, а поза нею. Таким чином, існує нерозривний зв'язок формених елементів крові з виробляючими і руйнівними їх органами, а склад периферичної крові відображає в першу чергу стан кровотворення і кроворуйнування. Тому у фізіологічному відношенні з'явилося прогресивним введення Лангом в 1939 р. поняття "Системи крові", що включає в неї поряд з кров'ю кровотворні і кроворуйнівні тканини і апарат їх регуляції.

Кров як тканина внутрішнього середовища, володіє наступними особливостями:

1. Складові частини крові утворюються поза нею.
2. Проміжна речовина тканини є рідкою.
3. Основна маса крові знаходиться в постійному русі, здійснюючи гуморальні зв'язки в організмі.

При загальній тенденції до збереження постійності свого морфологічного і хімічного складу кров є в той же час одним з найбільш чутливих показників змін, що відбуваються в організмі під впливом як різних фізіологічних станів, так і патологічних процесів.

Основні фізіологічні функції крові:

1. Транспортна.
2. Дихательна (максимальна кількість кисню, який може зв'язати кров, називається кисневою ємністю крові і залежить від вмісту в ній гемоглобіну (Нв) - 1 г Нв зв'язує 1,34 мл O_2 , властивості або типа Нв і в невеликій мірі – від розчинення газів в плазмі).
3. З дихальною функцією крові тісно пов'язана її роль в підтримці кислотно-лужної рівноваги, перш за все у зв'язку з транспортом вуглекислоти, а також наявністю в крові 4-х буферних систем.
4. Живильна функція.

5. Екскреторна функція.
6. Підтримка водно-сольового балансу тканин.
7. Регуляція температури тіла.
8. Захисна.

9. Регуляторна функція - тісно пов'язана з транспортною – витікає, перш за все з її об'єднуючої, по відношенню до організму, функції. Вона транспортує всі гормони безпосередньо від місця утворення до точки додатка, вступаючи з ними інколи в нестійкі з'єднання, які проте змінюють фізіологічну дію їх (наприклад, так звані вільна і зв'язана фракції інсуліну).

Кисотно-лужна рівновага крові

Від неорганічного складу крові в значній мірі залежить її реакція. Активна реакція крові визначається концентрацією в ній водневих (H⁺) і гідроксильних (OH⁻) іонів. Кров має слаболужну реакцію - рН 7,36. Реакція крові є величиною постійною - це обов'язкова умова перебігу життєвих процесів. Зміна рН на 0,3 – 0,4 одиниць привела б до тяжких для організму наслідків. Величина рН на постійному рівні підтримується організмом завдяки наявності в крові речовин, що мають значення буферів які, нейтралізуючи значну частину кислот, що поступили в кров, і лугів, перешкоджають зрушенню рН в кислу або лужну сторону.

До речовин, що постійно поступають в кров і можуть змінити величину рН, відноситься молочна кислота, що утворюється в ході гліколізу з нейтральних вуглеводів, а також вугільна кислота, що утворюється при диханні. Речовини, що приймаються з їжею, наприклад солі органічних кислот, окислюються, і їх основи, затримуючись в організмі, потрапляють в кров, змінюючи її рН.

У крові є 4 буферних системи:

1. Вуглекислота – бікарбонат.
 2. Гемоглобін – оксигемоглобін.
 3. Білки плазми.
 4. Первинний фосфат - вторинний фосфат.
- Найбільш важливими є перші дві системи.

Фізико-хімічні властивості крові

1. Об'єм крові.

Кількість крові у дорослої людини складає 5-8% маси тіла. Інколи прийнято позначати об'єм крові по відношенню до маси тіла (мл/кг). З віком об'єм крові міняється, виявляючи найбільші цифри в новонароджених і найменші у людей похилого віку, відображаючи інволютивні зміни серцево-судинної системи. Вищий об'єм крові у чоловіків (61,5+8,6 мл/кг) в порівнянні з таким у жінок (58,9 + 4,9 мл/кг) залежить від більшої маси еритроцитів. Відносне збільшення об'єму крові характерне для худорлявих, м'язистих осіб, що займаються фізичною працею; у жінок - при вагітності. У експерименті до цього ж приводить введення естрогену.

2. Питома вага.

Питома вага крові залежить від числа еритроцитів, вмісту в них гемоглобіну (Hb), білкового складу плазми. ПВ крові новонароджених – 1,060-1,080, у чоловіків – 1,057, у жінок - 1,053, що пояснюється різним вмістом еритроцитів. Добові коливання ПВ крові +0,003. Збільшення ПВ крові спостерігається після тривалої фізичної напруги; в умовах дії високих температур. Зниження ПВ крові після крововтраті пов'язано із зміною співвідношення маси еритроцитів і плазми в результаті припливу тканинної рідини, а також в результаті вступу в кровотік молодих форм еритроцитів, що володіють меншою питомою вагою.

Найбільш поширеним методом визначення ПВ крові є мідносульфатний, принцип якого полягає в поміщенні крові в ряд пробірок, що містять розчин сульфату міді відомої питомої ваги. Залежно від ПВ крові крапля тоне або спливає.

3. Суспензійні властивості.

Властивість крові як стійкої суспензії формених елементів порушується під час переходу крові до статичного стану, що супроводиться осіданням клітин і найвиразніше виявляється з боку еритроцитів. Відмічений феномен використаний для оцінки суспензійної стабільності крові в так званій реакції осідання еритроцитів (РОЕ), показником якої є величина швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). Суспензійні властивості крові залежать переважно від білкового складу плазми: збільшення вмісту грубодисперсних білків, і особливо фібриногену, супроводиться зниженням суспензійної стійкості і приводить до збільшення ШОЕ.

Деяке збільшення ШОЕ у людей похилого віку обумовлене віковими змінами в співвідношенні білкових фракцій крові. Підвищення напруги в крові CO₂ нівелює відмічений вище прискорюючий ефект на РОЕ грубо-дисперсних білків.

Величина ШОЕ залежить і від кількісного співвідношення плазми і еритроцитів, на користь чого свідчать нижчі цифри ШОЕ в новонароджених

(1-2 мм/ч) в порівнянні з цифрами у дорослих, а також у чоловіків (4-8 мм/ч) в порівнянні з жінками (6 - 10 мм/ч). Фізіологічне збільшення ШОЕ наголошується в другій половині вагітності і після інтенсивної фізичної роботи.

Феномен осідання еритроцитів пов'язаний з агрегацією еритроцитів і з'являється в результаті зниження електричного заряду і зміни фізичних властивостей поверхні еритроцитів, внаслідок чого еритроцити набувають клейкості. Збільшеною ШОЕ, обумовленою зміною співвідношення білків плазми, відповідає і підвищена агрегація еритроцитів в капілярах, яка пов'язана з фізіологічним уповільненням потоку крові в них. Доведено, що в умовах сповільненого кровотоку збільшення вмісту в крові грубодисперсних білків приводить до більш вираженої агрегації клітин.

Агрегація еритроцитів, відображаючи динамічність суспензійних властивостей крові, є одним з прадавніх захисних механізмів. У безхребетних, агрегація еритроцитів грає провідну роль в процесі гемостазу; при запальній реакції це приводить до розвитку стаза, сприяючи відмежуванню вогнища пошкодження.

ЕРИТРОЦИТИ

Еритроцити є високоспеціалізованими клітинами, основна функція яких - перенесення гемоглобіну (Hb).

Визначення кількості еритроцитів в крові людини виконане в 1888 р. Фірордтом. У 1892 р. Алферов запропонував принцип рахунку формених елементів в камері. Останнім часом застосовується фотоелектрокалориметричний метод і метод підрахунку в автоматичному рахунковому пристрої - целлоскопе. Принцип роботи целлоскопов різних систем однаковий: розведена кров просмоктується спеціальним насосом через тонкий капіляр або отвір. Просування клітини через капіляр дає імпульс, що реєструється рахунковим пристроєм. Целлоскопи різних систем відрізняються пристроєм датчиків, реєструючих окрему клітину. Так як розмір імпульсу пропорційний розміру частки, то за допомогою дискримінатора будується еритроцитометрична крива Прайса-Джонса або на бланку відразу вказується абсолютна кількість еритроцитів в літрі крові. Перевага даних методик - прудкість (до 100 досліджень в годину).

Показник гематокриту - загальний об'єм еритроцитів (Er) в 100 см³ крові. Показник гематокриту визначають шляхом центрифугування стабілізованої крові в мірному посуді, кров центрифугується 30-40 хв при 3000 зворотах в 1хв. Показник гематокриту частіше застосовується в гемодинамічних дослідженнях, але в гематології він менш споживаємий, оскільки, наприклад,

об'єм еритроцитарної маси визначається, окрім кількості Ер, їх розмірами, які можуть істотно змінюватися.

Розміри еритроцитів. Середній діаметр еритроцита людини близько 7,5 мкм; клітини більше 8,0 мкм - макроцити, менше 6,0 мкм - мікроцити. Форма Ер може мінятися. В процесі старіння Ер зменшується його товщина і збільшується діаметр. Форма і розміри Ер залежать також від складу плазми крові: при збільшенні осмотичного тиску крові Ер зменшуються в розмірах, при зменшенні - збільшуються. Циркуляція в крові поверхвоактивних речовин (ПАР) приводить до зменшення товщини і збільшення діаметру Ер. Всі дії, що ведуть до руйнування Ер приводять до збільшення його сферичності в прегемолітичній стадії.

Зміна розміру і форми Ер зустрічається при придбаних і природжених захворюваннях системи крові. Так, всі захворювання, що призводять до порушення синтезу Нв, призводять до зменшення розмірів Ер - мікроцитозу. При нестачі вітамінів В₁₂ і фолієвої кислоти в кров поступають величезні - діаметром 10-12 мкм - мегалоцити. У мазку крові при патології кровотворення Ер приймають химерні форми, це явище називається пойкилоцитоз. При природжених захворюваннях спостерігається мікросфероцитоз і овалоцитоз. При мікросфероцитозі Ер мають кулевидну форму, діаметр - до 5 мкм; при овалоцитозі - характерну овальну форму.

Іншу форму спадкової патології форми Ер складають захворювання, пов'язані з аномаліями Нв. Патологічні гемоглобіни із-за відмінностей у фізико-хімічних властивостях викликають різкі зміни форми еритроцита: при серповидно-клітинній анемії Ер хворого набувають форми серпа (півмісяця); при таласемії - форму мішені.

Еритроцит не володіє самостійною здібністю до руху. Склад Ер периферичної крові неоднорідний, оскільки середня тривалість життя Ер - 100-120 днів і в крові знаходяться Ер різного віку, що сильно відрізняються за своїми властивостями. Зношування оболонки Ер приводить до збільшення її проникності, а зменшення вироблення Ер енергії веде до порушення роботи катіонних насосів - тому старий Ер чутливіший до змін складу зовнішнього середовища і легше руйнується.

ГЕМОГЛОБІН

Гемоглобін (Нв) - відноситься до хромопротеїдам. Його молекула утворена з 600 амінокислот, молекулярна вага дорівнює 66 000 + 2 000. Видові відмінності пов'язані з будовою глобінів. Синтез Нв відбувається в еритробластах.

Один атом заліза здатний приєднати одну молекулу O_2 . Транспорт Нв CO_2 від тканин до легенів здійснюється не гемом, а глобіном, оскільки CO_2 приєднується до вільних аміногруп. В результаті цього рН середовища знижується.

У фізіологічних умовах в здоровому організмі в процесі його життєдіяльності з'являються продукти перетворення Нв, такі як карбоксигемоглобін, метгемоглобін, вердоглобіни, що утворюються при дії ряду речовин і не є наслідком спадково обумовленої зміни структури Нв.

Карбоксигемоглобін (НвСО). У нормі в некурящих осіб його вміст складає 0,25-2,1% загального Нв, в тих, що палять - до 6,6%. В порівнянні з O_2 окисел вуглецю (СО) володіє великою спорідненістю до Нв, тому для організму СО високотоксичний. Реакція утворення НвСО обратима, проте для цього необхідне середовище, збагачене O_2 ; тому при отруєнні СО хворих необхідно швидко виносити на повітря або давати їм дихати газовою сумішшю, збагаченою киснем.

Метгемоглобін (Мет Нв) - похідне Нв, що містить тривалентне залізо. При цьому червоне забарвлення розчину, що містить Нв, переходить в коричневе (при кислій реакції середовища). МетНв не може зв'язувати O_2 , через що речовини, сприяючі його утворенню, пригноблюють газообмін. У нормі в зрілих Ер міститься до 2% МетНв, який утворюється за рахунок аутоокислення. Подальшого накопичення МетНв не відбувається, оскільки він швидко відновлюється за участю ферментів – НАДН і НАДФН в комплексі з метгемоглобінредуктазою. У міру старіння Ер знижується активність ферментів і 80-денна клітина містить вже близько 8% МетНв. Вважають, що МетНв, володіючи високою спорідненістю до HCN і інших ціанидів, сприяє утворенню відносно нешкідливого ціанметгемоглобіну. Така властивість МетНв використовується з терапевтичною метою при отруєнні ціаністими з'єднаннями, оскільки було доведено, що природні кількості МетНв здатні зв'язувати біля третини смертельної дози ціанидів. Вважають, що МетНв виконує захисну функцію в організмі і по відношенню до ряду метаболітів обмінних процесів: сірководня, фенолу, ряду кислот...

Рівень МетНв в організмі може підвищуватися при деяких захворюваннях: апластичних і гемолітичних анеміях, серцево-судинних захворюваннях при недостатності кровообігу важких мір, хронічному коліті, злякисних пухлинах, опіковій хворобі; природжених захворюваннях - гемоглобінозі М, еритроцитарних ензімопатіях.

Вердоглобін - є зелений пігмент, що утворюється в результаті деяких реакцій окислення, це необоротний продукт окислення хромопротеїдів і не приймає участі в транспорті O_2 . У фізіологічних умовах вердоглобіни

утворюються при розпаді Нв і синтезі жовчних пігментів в незначних кількостях (до 0,3 – 0,4% загального гемоглобіну).

Спектри поглинання Нв і його похідних. Нв і його похідні - з'єднання, що відрізняються по забарвленню, - володіють характерними смугами поглинання у видимій області спектру:

НвО₂ - має смуги в зеленій і жовтій частинах спектру (578 і 540 нм);

НвСО - дві смуги, зміщені у бік коротких хвиль (570 і 538 нм);

Нв - має одну широку смугу в області 554 нм;

МетНв - одну широку смугу в області 637 нм (червона частина спектру) і декілька малопомітних смуг в останніх ділянках спектру;

Вердоглобіни - в інтервалі 600- 650 нм.

Види гемоглобіну

Гемоглобін як термії об'єднує декілька видів хромопротеїдів, що відрізняються білковим компонентом молекули, тобто амінокислотним складом поліпептидних ланцюгів.

У внутрішньоутробний період життя людини послідовно синтезуються гемоглобіни Говер I і Говер II, що відповідає жовтковому періоду кровотворення. З початку печінкового типу кровотворення з крові поступово зникає Говер II і посилюється синтез фетального гемоглобіну НвF. До моменту народження дитини вміст НвF складає в нормі до 70- 90% загального. НвF сприяє кращій оксигенації організму. Крива його дисоціації зрушена вліво в порівнянні з кривою дисоціації НвО₂A. Через 3-5 міс. після народження дитини, рідше - до I року, НвF майже повністю зникає з крові в результаті зменшення синтезу γ-цепей. У крові дітей після року, а також дорослих НвF визначається лише до 2 - 4% загального.

У внутрішньоутробному періоді, на зміну НвF починає синтезуватися НвA (гемоглобін дорослих). До моменту народження дитини НвA припадає на частку 10-30%, проте його кількість різко збільшується у міру зникнення НвF, і з 3-5-місячного віку дитини, рідше - після 1 року, НвA є основним гемолобіном, складаючи 96-99%. НвA по складу неоднорідний: визначають дві його фракції – A₁ - головну і A₂ -малу. Описана, також фракція A₃. Кількісно зустрічаються: НвA₁ - 90%, НвA₂ - 2-3%, НвA₃ - 4-12%.

При народженні дитини кров пуповини містить 140-190 г/л Нв, але в перші часи після народження цифри підвищуються до 165-225 г/л. Через 2-3 дні показники Нв падають і до двох тижнів - місяцю стають рівними значенням його у дорослих (близько 160 г/л). Після першого місяця життя дитини вміст Нв знову зростає до 100-130 г/л. Подальше поступове підвищення концентрації Нв виявляється до року - приблизно до 120 г/л. Остаточо його

рівень встановлюється до часу статевої зрілості. Зниження вмісту Нв на 2-3 місяці життя дитини є фізіологічною анемією. Вважають, що Нв анемія має сидеропенічне походження унаслідок недоліку резорбції заліза у порівнянні з потребою в ньому.

У недоношених дітей вміст Нв декілька нижче, ніж в доношених, подальше зниження відбувається швидше і є більш вираженим (до 80-100 г/л). Анемія такого типу не вимагає лікування. Після шестимісячного віку показник Нв у недоношених дітей досягає цих величин в доношених.

Статеві відмінності: у чоловіків - 130-160 г/л;
у жінок - 120-140 г/л.

Добові коливання: складають до 10-20%, що викликає необхідність визначення його в крові в одні і ті ж години доби.

У високогірних районах - вміст його декілька вище. У нормі незначні кількості Нв містяться також в плазмі - до 10-40 мг/л крові (так званий вільний Нв). При важкому фізичному навантаженні рівень його зростає в 3-5 разів. У плазмі Нв зв'язується з плазмовим білком гаптоглобіном, утворюючи гемоглобін-гаптоглобіновий комплекс (гаптоглобіни здатні зв'язувати 800-2000 мг Нв в 1 л плазми). Фізіологічна роль Нв-гаптоглобінових комплексів зводиться до зменшення втрат Нв через нирки і тим самим до збереження заліза в організмі.

ЛЕКЦІЯ 8

ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЯ

- 1. Будова і загальна фізіологія серця*
- 2. Властивості серцевого м'яза: скоротність, провідність, автоматизм.*
- 3. Електрична активність серця.*
- 4. Серцевий цикл.*
- 5. Нервова і гуморальна регуляція роботи серця.*

Будова і загальна фізіологія серця

Серце – це порожнистий м'язовий орган, розділений подовжньою перегородкою на ізольовані один від одного праву і ліву половини («праве

серце» і «ліве серце»), кожна з яких, складається з передсердя і шлуночку, розділених фіброзними перегородками. «Ліве серце» служить насосом для руху крові по великому колу кровообігу: від лівого шлуночку до правого передсердя. «Праве серце» забезпечує насосну функцію для циркуляції крові по малому колу: від правого шлуночку до лівого передсердя.

Передсердя – тонкостінні (2 – 3 мм) м'язові камери здатні розвивати невелику потужність скорочення. Служать тимчасовим резервуаром для крові, що приходить з вен і поступає далі в шлуночки.

Шлуночки – товстостінні (10 – 15 мм лівого і 5 – 8 мм правого) м'язові камери здатні розвивати потужніші скорочення.

Передсердя і шлуночки відокремлені один від одного клапанами.

Серцевий м'яз (міокард) по своїх структурних і функціональних особливостях займає проміжне положення між поперечнополосатими скелетними м'язами і гладкими. Скоротливий процес запускається шляхом виходу іонів Ca^{2+} з саркоплазматичного ретикулула в саркоплазму, але в міокардіальних волокнах іони Ca^{2+} поступають в саркоплазму не лише з ретикулула, але і ззовні, що очевидно впливає на потужність скорочень серцевого м'яза.

Головна особливість серцевого м'яза – наявність міокардіальних з'єднань в області вставних дисків і бічних виростків цитоплазми (десмосоми) - синцитій. Завдяки цьому передача збудження здійснюється послідовно з однаковою швидкістю і без значних перешкод від однієї клітини до іншої, забезпечуючи скорочення міокарду як єдиного цілого.

Розміри серця – у чоловіків довжина \approx 14 см, поперечник – 12 см, V пол-й шлуночків – 250-350 мл, у жінок ці величини менші.

Загальний об'єм серця: чоловіки \approx 700-900 мл.; жінки – 500-600 мл.

Властивості серцевого м'яза: скоротність, провідність, автоматизм

М'яз серця, подібно до нервової тканини і скелетних м'язів, належить до збудливих тканин. Це означає, що волокна міокарду володіють потенціалом спокою, відповідають на надпорогові стимул-реакції генерацією потенціалу дії і здатні проводити ці потенціали без загасання (бездекрементно).

Для того, щоб насосна діяльність серця була ефективною необхідна точна координація скорочень мільйонів окремих клітин серцевого м'яза. Скорочення кожної окремої клітини викликається, коли електричний імпульс збудження (потенціал дії) поширюється по мембрані. Правильна координація скоротливої активності окремих клітин серцевого м'яза досягається, перш за все, за допомогою проведення даного потенціалу дії від однієї клітини серця до іншої

через вставні диски, які об'єднують всі клітини серця в єдиний функціональний синцитій (тобто тканина, яка функціонує, як синхронно працююча система).

Автоматизм – здатність серця ритмічно скорочуватися без зовнішніх подразників, під впливом імпульсів, що виникають в нім самому.

Усередині серця є скупчення клітин, схильних до спонтанної ритмічної активності і її проведення по серцю (атипічна тканина). Ці скупчення утворюють систему серця, що проводиться. Провідність серця – забезпечує поширення збудження від клітин водіїв ритму по всьому міокарду електричним шляхом. Потенціал дії, що виник в одній м'язовій клітині, є подразником для інших. Провідність збільшується при підвищенні температури і знижується при недоліку O_2 .

Волокна цієї системи містять менше міофібрил, але багато саркоплазми і глікогену, рясно забезпечені капілярами і вегетативними нервовими волокнами (атипічна тканина).

Збудження в серці виникає в синоатріальному вузлі (СА), в місці впадання верхньої порожнистої вени в праве передсердя. Це головний водій ритму, він визначає частоту серцевих скорочень (ЧСС) – 70 ударів в хвилину (пейсмежер першого порядку).

Від синоатріального вузла збудження передається до атріовентрикулярного вузла (АВ), який розташований в правому передсерді безпосередньо під ендокардом. Його автоматія виражена слабкіше (40-60 ударів в хвилину) оскільки вона пригнічується імпульсами від синоатріального вузла (пейсмежер другого порядку).

Від синоатріального вузла відходить пучок Гіса – від передсердя до шлуночків, проходить він в міжшлуночковій перегородці розділяючись на два пучки - ніжки Гіса. Лівий проходить всередину стінки лівого шлуночку, а правий пронизує стінку правого шлуночку. У стінках шлуночків ці гілки діляться на багаточисельні гілки волокон Пуркінє і контактують безпосередньо з волокнами міокарду.

Електрична активність серця.

Біопотенціали, що виникають в серці при проходженні хвилі збудження, поширюються по всьому тілу і можуть бути зареєстровані за допомогою електродів, приєднаних до різних ділянок тіла людини. Електроди з'єднуються з приладами, які підсилюють і реєструють потенціали серця. Апарат, що реєструє біоструми серця на плівці або папері, називається електрокардіограф, а сам запис - електрокардіограма.

При аналізі ЕКГ визначають величину зубців в міллівольтах і продовженні інтервалів між ними в долях секунди.

Зубець Р – відображає процес збудження в передсерді.

Інтервал PQ – час, протягом якого збудження поширюється від передсердя до шлуночків (0,12 – 0,18 сек.).

Комплекс зубців QRS виникає при збудженні шлуночків (у спокої 0,06 – 0,08 сек.), величина зубця R – 0,2-2,0 мв.

Зубець Т пов'язаний з відновними процесами в міокарді після його збудження (тобто з реполяризацією).

Інтервал QRST, або скорочено Q–T – електрична систола – міокард охоплений хвилею збудження.

ЕКГ надзвичайно важлива для клінічної кардіології, оскільки це дослідження дозволяє розпізнати порушення збудження серця, що є причиною або наслідком його поразки.

ЕКГ дає можливість говорити про нормальну ЧСС, тахікардію або брадикардію.

Можна встановити де розташований ведучого пейсмейкер - СА -вузлі, АВ-вузлі, правому або лівому шлуночку.

ЕКГ дає можливість розпізнати різні види аритмій (синусова аритмія, надшлуночкові і шлуночкові екстрасистоли, трепетання, фібриляція) і виявити їх джерело.

Можна визначити міру і локалізацію блокади або затримки проведення (наприклад, при синоатріальній або атріовентрикулярній блокаді, блокаді правої або лівої ніжки пучка Гіса або їх гілок або при комбінованих блокадах).

Напрямок електричної осі серця відображає його анатомічне розташування, а при його патології вказує на порушення поширення збудження (гіпертрофія одного з відділів серця, блокада ніжки пучка Гіса і ін.).

На ЕКГ відбивається вплив вегетативних нервів, гормональні і об'ємні порушення, зрушення у вмісті електролітів, дія отрут, ліків і ін.

Існують електрокардіографічні симптоми недостатності коронарного кровообігу, постачання серця киснем, запальних захворювань серця, поразок серця при загальних патологічних станах і травмах, при вроджених і придбаних вадах серця.

На ЕКГ реєструється повне порушення кровопостачання якої-небудь ділянки серця. По ЕКГ можна судити про локалізацію, обширність і динаміку інфаркту.

Серцевий цикл.

Діяльність серця характеризується безперервною зміною скорочень і розслаблень, тобто циклічністю. Кожен серцевий цикл включає по одній систолі і одній діастолі передсердя і шлуночків. Систола – це скорочення, діастола – розслаблення.

Систола передсердя – 0,1 сек. – тиск в передсерді більший, ніж в шлуночках. Посилений потік крові з передсердя, розкриває передсердно-шлуночкові клапани і кров поступає в шлуночки.

Діастола передсердя – 0,7 сек. – слідує відразу ж за систолою. Охоплює весь період систоли і велику частину діастолі шлуночків. Період збігу діастолі передсердя і шлуночків називається загальною діастолою серця. В період діастолі передсердя вони наповнюються кров'ю, що поступає з порожнистих вен в праве передсердя і легеневої вени в ліве передсердя.

Систола шлуночків – ділиться на два періоди (майже збігається з початком діастолі передсердя), період напруги (фаза асинхронного скорочення плюс фаза ізометричного скорочення - 0,08 сек.); період вигнання крові – 0,3 сек.

1 період - 1 фаза - Тиск крові в шлуночках близько до 0, як і в діастолі;

2 фаза - Тиск крові починає зростати, передсердно-шлуночкові клапани змикаються, клапани (відокремлюють лівий шлуночок від аорти і правий шлуночок від легеневої артерії) закриті, оскільки тиск в них вищий, ніж в шлуночках. У цій фазі скорочення клітини міокарду не змінюють своєї довжини, а шлуночки не змінюють свого об'єму.

2 період - Період вигнання (тиск в шлуночках стає вищим артеріального, півмісяцеві клапани, що відкрилися, і кров спрямовується з шлуночків в аорту і легеневу артерію).

Діастола шлуночків – спочатку припиняється вигнання крові з шлуночків, оскільки тиск в них стає нижчим, ніж в аорті і легеневій артерії. Це викликає зворотний потік крові з аорти в легеневу артерію у напрямі до шлуночків і приводить закриття півмісяцевих клапанів. Період між моментом припинення вигнання крові з шлуночків і закритті півмісяцевих клапанів називається протодіастолою. За протодіастолою слідує період розслаблення (0,08 сік) – при закритих клапанах і ізоляції порожнин шлуночків від передсердя і період накопичення (0,35 сік) - атріовентікулярні клапани розкриваються і відбувається наповнення шлуночків.

Нервова і гуморальна регуляція роботи серця.

Діяльністю серця безпосередньо управляють серцеві центри довгастого мозку і мосту. Їх впливи передаються по симпатичних і парасимпатичних

нервах; вони стосуються частоти скорочень (хронотропна дія), сили скорочень (іотропна дія) і швидкості атріовентрикулярного проведення (дромотропна дія).

Як і в інших органах, передавачами нервових впливів на серце служать хімічні медіатори – ацетілхолін в парасимпатичній нервовій системі і норадреналін в симпатичній.

Парасимпатична іннервація серця. Прегангліонарні парасимпатичні серцеві волокна йдуть у складі гілок, що відходять від блукаючих нервів з обох боків в області шийі. Волокна від правого блукаючого нерва іннервують переважно праве передсердя. І особливо рясно СА-вузол. До АВ -вузлу підходять головним чином волокна від лівого блукаючого нерва. Внаслідок цього правий блукаючих нерв впливає переважно на ЧСС, а лівий – атріовентрикулярне проведення. Парасимпатична іннервація виражена слабо, і функціональне значення її представляється спірним.

Симпатична іннервація. Симпатичні нерви на відміну від блукаючих практично нерівномірно розподілені по всіх відділах серця. Прегангліонарні симпатичні серцеві волокна беруть початок в бічних рогах верхніх грудних сегментів спинного мозку. У шийних і верхніх грудних гангліях симпатичного ствола ці волокна перемикаються на постгангліонарні нейрони. Відростки останніх підходять до серця у складі декількох серцевих нервів. Симпатоадреналова система впливає на серце також за допомогою катехоламінів, що виділяються в кров з мозкового шару наднирників.

Хронотропія. Роздратування правого блукаючого нерва або безпосередня дія ацетілхоліном на СА-вузол призводить до зниження ЧСС (негативний хронотропний ефект). При сильних діях можлива навіть зупинка серця.

Роздратування симпатичних нервів або норадреналіном супроводяться прискоренням ритму серця (позитивний хронотропний ефект).

При одночасному роздратуванні симпатичних і блукаючих нервів переважає дія останніх.

Іотропія. Зміни ритму серця самі по собі надають значний вплив на силу скорочень. Крім того, серцеві нерви можуть безпосередньо впливати на скоротність. Під дією блукаючих нервів сила скорочень передсердя зменшується. Це *негативний іотропний ефект*.

Під дією симпатичних нервів посилюються скорочення як передсердя, так і шлуночків (*позитивний іотропний ефект*).

Дромотропія. У нормі серцеві нерви впливають на проведення збудження лише в області АВ-вузла. Симпатичні нерви стимулюють атріовентрикулярне проведення і тим самим укорочують інтервал між скороченнями передсердя і шлуночків (*позитивний дромотропний ефект*). Під дією блукаючих нервів

(особливо лівого) атріовентрикулярна затримка збільшується аж до повної скороминущої атріовентрикулярної блокади (*негативний дромотропний ефект*).

Центри блукаючих і симпатичних нервів є другим рівнем ієрархії центрів, регулюючих роботу серця. Вищий рівень цієї ієрархії - центри гіпоталамічної області.

Гіпоталамусом є інтеграційний центр, який може змінювати будь-які параметри серцевої діяльності і стан будь-яких відділів ССС з тим щоб забезпечити потреби організму при поведінкових реакціях, що виникають у відповідь на зміну умов довкілля (і внутрішнього).

Проте гіпоталамус також є лише одним з рівнів ієрархії центрів регулюючих діяльність серця. Він – виконавчий механізм, що забезпечує інтеграційну перебудову функцій ССС (і інших систем організму по сигналах, що поступають з розташованих вище відділів мозку – лімбічної системи і нової кори). Рефлекторна регуляція серцевої діяльності здійснюється за участю всіх перерахованих відділів ЦНС. Рефлекторні реакції можуть як гальмувати (уповільнювати, ослаблювати), так і збуджувати (прискорювати, підсилювати) серцеві скорочення.

Рефлекторні зміни роботи серця виникають при роздратуванні різних рецепторів. Особливе значення в регуляції роботи серця мають рецептори серця, розташовані в деяких ділянках судинної системи. Вони збуджуються при зміні тиску крові в судинах або гуморальними (хімічними) подразниками. Ділянки, де зосереджені такі рецептори, отримали назву судинних рефлексогенних зон. Особливо значна роль рефлексогенних зон, розташованих в дузі аорти і в області розгалуження сонної артерії. Тут знаходяться закінчення доцентрових нервів, роздратування яких рефлекторно викликає уповільнення серцевих скорочень. Цими нервовими закінченнями є пресорецептори. Природним їх подразником служить розтягування судинної стінки при підвищенні тиску в тих судинах, де вони розташовані. При аферентних нервових імпульсах від пресорецепторів підвищується тонус ядер блукаючих нервів, що приводить до уповільнення серцевих скорочень. Чим вище тиск в судинній рефлексогенній зоні, тим частіше потік аферентних імпульсів від пресорецепторів.

Рефлексогенні зміни серцевої діяльності можна викликати роздратуванням рецепторів і інших кровоносних судин. Наприклад, при підвищенні тиску в легеневій артерії сповільнюється робота серця. Можна змінити роботу серця і шляхом роздратування рецепторів судин багатьох інших внутрішніх органів.

Імпульси, що йдуть в ЦНС від механорецепторів передсердя, впливають на роботу інших органів. Так, при збільшеному наповненні лівого передсердя кров'ю в 2-5 разів зростає виділення сечі нирками, що викликає зменшення об'єму крові і нормалізацію наповнення передсердя.

Класичний приклад вагального рефлексу описав в 60-х роках позаминого століття Гольц: легке биття по шлунку і кишечнику жаби викликає зупинку серця або уповільнення його скорочень. Зупинка скорочень серця при ударі по передній черевній стінці спостерігалася і у людини.

До вагальних рефлексів належить окосерцевий рефлекс Ашнера (уреження серцебиття на 10-20 в хвилину при натисканні на очні яблука).

Реакції ССС часто пов'язані з певними емоційними станами. Ці реакції виникають в корі головного мозку і досягають судинодвигунного центру довгастого мозку через кортикогипоталомічні шляхи. Найменш складною з цих є реакція збентеження (фарба сорому), яка часто помітна в осіб із слабопігментованою шкірою, коли вони відчують замішання або збентеження. При реакції збентеження відмічається втрата симпатичної судинозвужувальної активності лише в шкірних судинах, що приводить до почервоніння в результаті наповнення кров'ю венозних судин шкіри. Рефлекторне почастішання і посилення серцевої діяльності спостерігається при больових роздратуваннях і емоційних станах: люті, гніві, радості, а також при м'язовій роботі. Зміни серцевої діяльності при цьому викликаються імпульсами, що поступають до серця по симпатичних нервах, а також ослабленням тону ядер блукаючих нервів.

Умовнорефлекторна регуляція серцевої діяльності.

Найбільш переконливі дані про наявність коркової регуляції діяльності серця отримані методом умовного рефлексу. Якщо який-небудь, наприклад звуковий, подразник поєднувати багато разів з натисканням на очне яблуко, що викликає зменшення ЧСС, то потім один цей подразник викликає уреження серцевої діяльності – умовний глазо-серцевий рефлекс.

Умовнорефлекторні реакції лежать в основі тих явищ, які характеризують так званий передстартовий стан спортсменів. Перед змаганням у них спостерігаються зміни дихання, обміну речовин, серцевої діяльності, такого ж характеру, як і під час змагання.

Гуморальна регуляція серцевої діяльності.

Зміни діяльності серця спостерігаються і при дії на нього ряду біологічно активних речовин, циркулюючих в крові.

Катехоламіни (адреналін і норадреналін) різко збільшують силу і роблять частішим ритм серцевих скорочень, що має важливе біологічне значення. При

різких фізичних навантаженнях або стані емоційної напруги мозковий шар наднирників викидає в кров великі кількості адреналіну. Це приводить до різкого посилення серцевої діяльності, у край необхідного в даних умовах.

Гормони кори наднирників, ангіотензин і серотонін, також збільшують силу скорочень міокарду, а тіроксин робить частішим серцевий ритм. Гіпоксемія, гіперкапнія і ацидоз пригноблюють скоротливу активність міокарду.