

Лекція. Вступ до фізіології людини. Фізіологія збудливих тканин.

1. Предмет та задачі фізіології людини. Зв'язок її з іншими дисциплінами медико-біологічного циклу.
2. Суть процесу збудження, характеристика збудливих тканин.
3. Потенціал спокою, потенціал дії: механізм їх виникнення. Характеристика клітинних мембран.
4. Роль проникливості клітинної мембрани для різних іонів. Роль іонних насосів в формуванні потенціалу спокою.
5. Необхідні умови виникнення збудження клітини.

1.

Анатомія, біологія та фізіологія належать до біологічних наук, так як предметом їх вивчення є живі організми. Система біологічних наук надзвичайно багатопланова, що обумовлено як різноманітністю проявів життя так і різноманітністю форм, методів і завдань дослідження живих об'єктів, а також вивченням живого на різних рівнях його організації. Все це визначає умовність будь-якої системи біологічних наук. Одними із перших в біології склалися науки про тварин - зоологія і рослини - ботаніка, а також анатомія і фізіологія людини.

Фізіологія - наука про функції живих організмів. Саме тому для цілісного сприйняття функцій в організмі у конкретної незалежної особини, завжди буде відчуватися необхідність у знаннях, що могли б дати єдине розуміння структурних і хімічних основ здійснення функцій, їх регуляції.

Такою наукою є фізіологія, а її життєздатність визначається і безмежністю проблем організації функцій в живих системах, і вивченням їх регуляції, і тим, що вона - фундаментальна теоретично-експериментальна основа медичним.

Фізіологія - експериментальна наука, проте поруч із накопиченням нових даних, нових фактів велике значення має формування уяви про суть фізіологічних процесів, формування загальних положень, основних постулатів цієї науки.

Фізіологія тісно пов'язана із суміжними науками: анатомією, гістологією, біологічною хімією, біологічною фізикою, кібернетикою та в цілому з біологією. Вона широко застосовує їх методи і досягнення при вивченні функцій організму і в першу чергу опирається на здобутки наук, які вивчають будову організму, тому що структура і функція діалектично пов'язані. Не можна зрозуміти функцію органа, не знаючи його морфологічних особливостей.

Фізіологія - наука експериментальна. Основні положення її базуються на фактах, здобутих шляхом досліду. Принципово новий метод вивчення фізіологічних процесів створений видатним фізіологом І.П. Павловим.

2.

Будь-якій живій тканині (нервова, м'язова, залозиста) притаманна збудливість. **Збудливість** - це основна фізіологічна властивість тканини, яка полягає у здатності приходити в стан збудження при дії подразника. Подразником може бути будь-яка зміна зовнішнього чи внутрішнього середовища. Збудливість різних тканин - різна. Нервова тканина більш збудлива, ніж м'язова чи

залозиста. Одна і та ж тканина у різних функціональних станах може мати різноманітну збудливість.

Збудження - це фізіологічний процес, який розвивається у збудливій тканині при дії подразника і полягає у зміні перебігу процесів обміну речовин у тканині, що викликає характерну для даної тканини діяльність. Наприклад, м'яз починає скорочуватись, залоза секретувати.

Якщо тканина не проявляє своєї функції, то в даний момент вона знаходиться у стані відносного спокою. В цей час у тканині проходять біохімічні процеси, але невеликої інтенсивності, яка є недостатньою для забезпечення специфічної діяльності тканини.

3.

Усі клітини складаються з трьох основних частин: клітинної оболонки (плазмолеми), цитоплазми і ядра. Цитоплазма містить гіалоплазму (матрикс цитоплазми); органели - постійні утвори, що мають характерну структуру і специфічну функцію в клітині; включення - тимчасові утвори, що є продуктом діяльності клітини. Цитоплазма відмежована від середовища, що оточує клітину, і від сусідніх клітин плазмолемою - зовнішньою клітинною мембраною.

В основі будови **плазмолеми** (клітинної оболонки) лежить елементарна біологічна мембрана, яку складає ліпопротеїновий комплекс, що містить ліпідний бішар, в який занурені молекули білків. Виступаючи над зовнішньою поверхнею клітинної мембрани, вуглеводні компоненти гліколіпідів формують глікокалікс плазмолеми. З боку внутрішнього вмісту клітини з мембраною контактує кортикальний шар плазмолеми, який складають мікрофіламенти та мікротрубочки. Товщина плазмолеми складає 10 нм (нанометр - 10^{-9} м). Така особливість будови клітинної оболонки забезпечує виконання наступних функцій: розмежувальну, бар'єрну, захисну, транспортну, рецепторну. Через клітинну оболонку здійснюється транспорт речовин, який іде у двох напрямках: у клітину (ендоцитоз) і з неї (екзоцитоз). Поглинання матеріалу клітиною здійснюється шляхом обволікання його ділянкою плазмолеми з наступним втягненням утвореного мішечка всередину цитоплазми. Процес поглинання твердих частинок називається фагоцитозом, поглинання частинок рідини - піноцитозом.

Виконуючи транспортну функцію, плазмолема забезпечує пасивний і активний транспорт речовин. Плазмолема також бере активну участь в утворенні спеціальних структур - міжклітинних контактів, що забезпечують міжклітинну взаємодію. Розрізняють наступні види міжклітинних контактів: адгезивні (зв'язуючі), ізолюючі та комунікаційні. До адгезивних контактів належать: простий адгезивний контакт, контакт за типом замка та десмосомний контакт. До групи ізолюючих контактів належить щільний замикаючий контакт. Щілинний контакт (нексус) та синаптичний контакт (синапс) належать до комунікаційних міжклітинних контактів.

Мембранний потенціал спокою. Збудлива тканина постійно генерує електричний струм. Усі живі клітини мають поляризовану клітинну мембрану, тобто в стані спокою її зовнішня поверхня має позитивний заряд, а внутрішня - негативний. Між внутрішньою і зовнішньою поверхнями клітинної мембрани в

стані спокою завжди виникає електричний струм, який називається мембранним потенціалом спокою. У різних клітинах він коливається від 50 до 90 мВ.

Потенціал дії - це швидке коливання мембранного потенціалу, яке виникає при збудженні клітин. Головною причиною розвитку потенціалу дії є зміна проникності мембрани для іонів. Виникнувши у місці подразнення, потенціал дії поширюється уздовж нервового чи м'язового волокна, завдяки чому відбувається передача інформації у нервовій системі. В м'язових клітинах потенціал дії призводить до скорочення м'яза. Потенціал дії має декілька фаз. під час яких змінюється його величина: деполяризації, реполяризації, слідових потенціалів.

Зміна збудливості. Збудження, яке виникло в нерві або м'язі, розповсюджується по тканині. Під час збудження змінюється збудливість тканини. Під час максимального розвитку збудження тканина на деякий час стає незбудливою. Цей період незбудливості тканини називається рефрактерним періодом. Розрізняють абсолютну і відносну рефрактерність.

У фазу абсолютної рефрактерності подразнення будь-якої сили, яке діє в цей момент на м'яз чи нерв, не може викликати ніякого ефекту.

У міру зниження збудження тканини, її збудливість підвищується. Настає відносна рефрактерність. Подразнення порогової сили (поріг подразнення - це мінімальна сила, яка викликає збудження) в цю фазу неефективне, але подразнення більшої сили спроможне викликати збудження.

Услід за відносною рефрактерністю збудливість тканини підвищується і досягає максимуму - фаза екзальтації або супернормальної збудливості. Порогові викликають у цій фазі збудження тканини. Після фази екзальтації збудливість тканини знову знижується.

4.

В основі розвитку мембранного потенціалу лежить неоднакова проникність мембран для катіонів і аніонів. Негативні іони погано проходять через мембрану. Наявність на мембрані іонних каналів створює можливість для концентраційного трансмембранного транспортування позитивно заряджених іонів металів. Однак, у стані спокою мембрана більш проникна (приблизно в 10-15 разів) для іонів K^+ (ця проникність позначається $-gK$), ніж для іонів Na^+ (gNa). Тому сумарний вихід із клітини іонів калію, які несуть позитивний заряд, переважає надходженням у клітину позитивно заряджених іонів натрію.

У клітині концентрація позитивних і негативних іонів приблизно однакова. Електронейтральність цитоплазми підтримується головним чином катіонами калію і неорганічними та органічними аніонами. У результаті виходу частини іонів K^+ створюється різниця потенціалів між зовнішньою поверхнею мембрани і найближчим шаром цитоплазми. Надлишкові аніони органічних кислот, які не можуть пройти через мембрану (вони великі), нагромаджуються з її внутрішньої сторони і створюють два ефекти: а) усередині клітини виникає негативний заряд; б) цей заряд забезпечує електростатичне притягання іонів K^+ , що вийшли через мембрану. Ці іони не відходять далеко від мембрани і забезпечують тут надлишок позитивних зарядів. Однак негативно заряджені іони самі не можуть провести іони калію усередину клітини, тому що перешкоджає його висока внутрішньоклітинна концентрація.

Роль $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ - помпи в створенні мембранного потенціалу (МП). Незважаючи на те, що проникність мембрани для натрію є меншою, ніж для калію, він все ж за концентраційним градієнтом у невеликій кількості проникає через мембрану усередину клітини. І, якщо означені процеси будуть продовжуватися в клітині і далі лише в цьому напрямку, то різниця концентрації цих іонів між клітиною і навколишнім середовищем поступово зникне. Але в нормально функціонуючих клітинах іонні градієнти зберігаються. І відбувається це завдяки функції $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ - помпи. Помпа переносить усередину клітини калій і виносить на зовнішню сторону натрій, проти концентраційного градієнту із використанням енергії АТФ, підтримуючи таким чином не тільки концентраційний градієнт іонів калію і натрію, але і відповідний рівень МП.

У спокої проникність мембрани для іонів натрію і калію забезпечує сумарний вихід лише невеликої кількості позитивно заряджених іонів. Крім цього, за один цикл роботи помпи з клітини виводиться більше позитивних іонів (три іони натрію), ніж накачується в клітину (два іони калію), що також сприяє утворенню мембранного потенціалу спокою (*електрогенність помпи*). Зниження активності помпи призводить до зменшення концентраційного градієнта, а спричиняє зменшення швидкості проникнення іонів через мембрану. У результаті цього буде знижуватися і рівень МП. Потужність помпи змінюється при зменшенні синтезу АТФ. Таким чином, процеси, що призводять до порушення клітинного метаболізму, відбиваються і на величині заряду мембрани. Отже, рівень МП може бути непрямим показником активності метаболізму. Загибель клітини спричиняє поступове зникнення градієнта концентрації іонів і наближення значення МП до нуля.

5.

Для того, щоб подразник викликав розвиток потенціалу дії, він повинен відповідати трьом умовам: подразник має бути досить сильним, досить тривалим і його дія повинна наростати достатньо швидко.