

Тема: **ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗІВ І НЕРВІВ** (індивідуальне заняття)

План.

1. **Фізіологічний стан тканин**
2. **Біоелектричні явища**
3. **Основні властивості живої тканини**
4. **Фізіологія м'язів**

Фізіологічний стан тканин. Сучасна фізіологія вважає, що нервова і м'язова тканини можуть бути в *трьох станах* – *фізіологічному спокої, збудженні і гальмуванні*.

Фізіологічний спокій – це стан, коли тварина або орган не виявляє ознак властивої їм діяльності. Наприклад, якщо м'яз не скорочується то вважають, що він перебуває в стані спокою.

Збудження – діяльний стан живої тканини, в який вона приходить під впливом подразнення. **Ознакою збудження** є діяльність, властива даній тканині; наприклад, збуджений м'яз скорочується. Для збудження характерне виникнення потенціалу дії. Виникнувши на одній ділянці клітини, збудження поширюється по всій клітині на сусідні клітини.

Проведення збудження в м'язах і нервах здійснюється електричним шляхом тобто за допомогою колових струмів, спричинених потенціалом дії.

Гальмування – такий стан, коли діяльність тканини чи органа послаблюється або повністю припиняється.

Щоб виникло збудження, повинна подразнитись збуджувана тканина.

Подразник – це агент зовнішнього або внутрішнього середовища організму, який, діючи на клітини, тканини, органи, спричиняє збудження.

Подразники за своєю енергетичною природою поділяються

- на фізичні (механічні, температурні, електричні, світлові, звукові та ін.)

- хімічні (гормони, кислоти, луги, отрути тощо).

За біологічним значенням для тканини або організму подразники бувають адекватні й неадекватні. **Адекватний** – це такий подразник, до якого даний орган або тканина пристосувалися в процесі еволюції. Для м'яза адекватним подразником є нервовий імпульс, для сітківки ока – світло і т.д. **Неадекватними** є такі подразники, які на тканину або орган у природних умовах звичайно не діють. Так, скорочення м'яза можна викликати механічним подразненням (укол) тощо.

Біоелектричні явища. Електричні явища в збуджуваних тканинах відкрив у XVIII ст. італійський учений Л. Гальвані. Наявність електричного потенціалу під час збудження виявив К. Матеуччі в XIX ст. Досліди Гальвані й Матеуччі поклали початок *електрофізіології*.

Потенціал спокою. Мембрана нервової або м'язової клітини в стані спокою з зовнішнього боку заряджена позитивно, а з внутрішнього – негативно.

Різниця зарядів між зовнішньою і внутрішньою поверхнею клітинної мембрани в стані фізіологічного спокою клітини називається потенціалом спокою, або мембранним потенціалом.

Сучасна мембранна теорія так пояснює його виникнення.

У цитоплазмі клітини багато іонів калію, а в міжклітинній рідині калію мало, тому калій дифундує в міжклітинну рідину. Аніони не можуть проникати крізь мембрану й лишаються в клітині. Оскільки іони калію мають позитивний заряд, а аніони негативний, то зовнішня поверхня мембрани заряджається позитивно, а внутрішня – негативно. Клітинна мембрана малопроникна для іонів натрію. Цих іонів у позаклітинній рідині більше, ніж у клітині, і вони в невеликій кількості дифундують у клітину, трохи зменшуючи заряд, створюваний калієм. Різницю концентрацій іонів калію і натрію в клітині й позаклітинній рідині підтримує так званий іонний *"натрій-калієвий насос"*. Він переміщує іони натрію в позаклітинну рідину, а іони калію в клітину за допомогою спеціальних молекул-переносників. Внаслідок таких процесів клітина зберігає високу концентрацію іонів калію, а позаклітинна рідина – іонів натрію. Джерелом енергії для роботи "натрій-калієвого насоса" є АТФ.

Потенціал дії. Під впливом подразнення проникність клітинної мембрани для іонів натрію підвищується в сотні разів. Оскільки в позаклітинній рідині іонів натрію більше, ніж у клітині, то вони швидко переходять у клітину і клітинна мембрана перезаряджається: внутрішній її бік

заряджається позитивно, а зовнішній – негативно. Потім значно підвищується проникність мембрани для іонів калію, вони починають швидко переміщуватися з клітин у позаклітинну рідину й знову відновлюють початковий заряд мембрани. Різке коливання потенціалу, яке виникає внаслідок короткочасного перезарядження мембрани й наступного відновлення її початкового заряду, називається потенціалом дії. Такі коливання потенціалу тривають 1–5 мілісекунд)

Механізм проведення

збудження. Коли в одній з ділянок нервової клітини, нервового або м'язового волокна виникає збудження і з'являється потенціал дії, між збудженою і сусідньою не збудженою ділянкою виникає різниця потенціалів. Ця різниця потенціалів є причиною появи колових (локальних) струмів. У середині клітини струм іде від збудженої ділянки до ділянки спокою, по зовнішньому боку – від ділянки спокою до збудженої. Проходячи через ділянку спокою, коловий струм подразнює її й спричиняє появу потенціалу дії. У ділянці, яка раніше була збуджена, відновлюється потенціал спокою. Цей процес багато разів повторюється й зумовлює поширення імпульсів збудження. Швидкість проведення збудження по скелетних м'язах 12–15 м/с, гладких м'язах – 1–18 см/с, у безм'якушевих нервах – 0,5–3 м/с. У м'якушевих нервових волокнах потенціал дії виникає тільки в перехватах Ранв'є, і спричинені ним колові струми поширюються від одного перехвату до другого; швидкість проведення імпульсів збудження по них досягає 120 м/с.

Основні властивості живої

тканини: подразливість, збудливість, лабільність і її фази. Будь-яка жива клітина має властивості подразливості, збудливості й лабільності (функціональної рухливості).

Подразливість – загальна властивість будь-якої живої клітини реагувати на подразнення зміною обміну речовин. З подразливістю пов'язані всі процеси росту і розмноження клітин.

Збудливість – властивість нервової й м'язової тканин відповідати на дію подразника збудженням. Щоб виміряти величину (ступінь) збудливості, визначають *порог збудливості й хронаксію*. Їх вимірюють спеціальним приладом – хронаксиметром. Порогом збудливості називається найменша сила подразника, що здатна спричинити збудження; його виражають у вольтах постійного струму. Чим збудливіша тканина, тим менший у неї поріг збудливості і, отже, слабший подразник може спричинити збудження. **Хронаксія** – найменший час дії подразника подвоєної порогової сили; вимірюється в тисячних частках секунди (мілісекундах). Чим менша хронаксія, тим вища збудливість тканини.

Лабільність (функціональна рухливість) – це властивість живої тканини синхронно відповідати ритмом збудження на ритм подразнення. Відкрив її М. Є. Введенський, вивчаючи дію ритмічних подразнень на нервово-м'язовий препарат. Лабільність вимірюють показником "міра лабільності" – це максимальна кількість імпульсів збудження, що виникають за 1 с у відповідь на таку саму максимальну кількість подразнень. Висока лабільність властива м'якушевим нервам, у безм'якушевих нервах вона низька. Так, максимальний ритм збуджень м'якушевого нервового волокна 500, безм'якушевого – 200, скелетного м'яза – 200 імпульсів за 1 с, а гладкого – в десятки разів менший.

У процесі виникнення і розвитку імпульсу збудження спостерігаються послідовні фази зміни збудливості. Під час виникнення збудження спостерігається зниження збудливості до нуля, коли тканина не відповідає на подразнення будь-якої сили; це фаза абсолютної рефрактерності.

Потім збудливість тканини починає поступово відновлюватися, досягаючи початкового рівня, ця фаза називається відносною рефрактерністю. Потім настає період підвищеної збудливості – фаза екзальтації, за якою йде тривала фаза невеликого зниження збудливості – фаза субнормальності, після неї відновлюється нормальна збудливість. Наявність цих фаз зміни збудливості відіграє важливу роль у діяльності нервів і м'язів. Біологічне значення фази *абсолютної рефрактерності* полягає в тому, що вона запобігає надмірним втратам енергетичних матеріалів у тканині, і тим самим сприяє нормальному розвитку процесів збудження, а *відносна рефрактерність* створює умову для відновлення вихідного стану збудженої тканини. Під час фаз *екзальтації* тканина здатна відповідати на повторне подразнення, яке викликає не тільки певну реакцію тканин, а й створює сприятливі умови для повторних збуджень. Фаза екзальтації має безпосереднє відношення до ритмічної діяльності властивої нервовій та м'язовій тканинам.

Подразнюючи нерв нервово-м'язового апарату з різною частотою, М.Є. Введенський установив, що величина скорочення м'яза залежить від частоти подразнень. Частота подразнень, яка спричиняє максимальне скорочення м'яза, називається оптимальною або **оптимумом**. При цій частоті кожний новий імпульс збудження виникає під час фази екзальтації, створеної попереднім імпульсом, внаслідок чого й відбувається максимальне скорочення. Оптимальна частота для рухового нерва жаби становить 100–150, для литкового м'яза – 30–50 імпульсів за 1 с. При дуже частих подразненнях скорочення м'яза зменшуються або навіть зовсім припиняються. Така частота називається песимальною або **песимумом**. Песимум виникає внаслідок того, що збудження ще не закінчилося й тканина перебуває в стані абсолютної або відносної рефрактерності, а на неї діє нове подразнення. Часті подразнення, які перевищують міру лабільності, спричиняють не збудження, а гальмування. За правилом оптимуму й песимуму частоти подразнень відбувається скорочення м'яза й тоді, коли діють подразники різної сили. Якщо сила подразнюючого електричного струму поступово збільшується, скорочення м'яза збільшується до максимальної величини – оптимум сили, після чого скорочення починає знижуватися й навіть зовсім припиняється – песимум сили, коли сила струму стає надмірною. М.Є. Введенський у дослідах на нервово-м'язовому препараті показав, що перехід збудження в гальмування залежить від лабільності. Щоб змінювати лабільність нерва, він на середню ділянку нерва діяв ефіром, хлороформом, хлористим калієм, холодом та ін. Під впливом цього лабільність даної ділянки поступово знижується, і під час подразнення нерва вище від зміненої ділянки змінюється величина скорочення м'яза. На початку зниження лабільності спостерігається однакове скорочення м'яза на слабке (порогове) і сильне подразнення; цю стадію М.Є. Введенський назвав зрівнювальною. Потім при дальшому зниженні лабільності на слабке подразнення м'яз скорочується сильно, а на сильне подразнення він або зовсім не скорочується, або скорочується дуже слабо. Через таку ненормальну реакцію нерва цю стадію було названо **парадоксальною**. Наступний етап – це стадія гальмування, коли м'яз не скорочується під час дії як слабкого, так і сильного подразнення внаслідок значного зниження лабільності зміненої ділянки нерва. Стадія гальмування закінчується станом, за якого відсутні видимі прояви життя – збудливість і провідність; цей стан було названо **парабіозом** (пара – біля, біос – життя), а послідовні зміни – стадіями парабіозу. Після видалення речовин, що знижують лабільність середньої ділянки нерва, парабіоз припиняється, і ця ділянка повертається до нормального початкового стану, проходячи ті самі стадії в зворотному порядку. Збудження і гальмування – це різні реакції тканини на подразнення, результат якого залежить від лабільності.

Фізіологія м'язів. Теорія м'язового скорочення, сила, робота і стомлення м'язів. У вищих тварин розрізняють три види м'язових тканин: скелетну, серцеву і гладку. У цьому розділі буде розглянуто фізіологію скелетних і гладких м'язів. Скелетний м'яз складається з групи м'язових пучків, кожний з них складається з тисяч м'язових волокон – це клітини циліндричної форми довжиною до 12 см і діаметром 10–100 мкм. Кожне волокно оточене оболонкою – сарколемою й має тонкі нитки – міофібрили, які є скорочувальним апаратом м'язового волокна. Кожна міофібрила складається з протофібрил – це видовжені полімеризовані молекули білків міозину й актину. Міозинові протофібрили вдвічі товщі за актинові і утворюють темні диски, а актинові – світлі диски, ці диски чергуються між собою і зумовлюють поперечну смугастість м'язових волокон. Молекули білка актину утворюють ланцюг схожий на подвійну нитку намиста, скручену у вигляді мотузки, товсті протофібрили побудовані з білка міозину, які укладені у вигляді пучка. Усередині кожного саркомера розміщено близько 2,5 тисяч темних, товстих міозинових протофібрил, а на обох кінцях саркомера до Z-мембрани прикріплені 2,5 тисячі тонких світлих актинових протофібрил. Актинові нитки своїми кінцями частково заходять у проміжки між міозиновими нитками. Під час скорочення відбувається взаємне ковзання актинових і міозинових протофібрил при цьому актинові нитки ще глибше проникають у простори між міозиновими нитками, внаслідок цього довжина саркомера зменшується на 20–40%.

Властивості скелетних м'язів. Збудливість скелетних м'язів менша за збудливість нервів.

Збудження в м'язах проводиться ізольовано, тобто не переходить з одного м'язового волокна на інше. Нерви закінчуються в середині кожного м'язового волокна, тому збудження поширюється в обидва боки з швидкістю 4–15 м/с. Скелетний м'яз є пружним тілом. Якщо до м'яза підвісити тягар, то м'яз розтягується, ця властивість називається розтяжністю.

Еластичністю (пружністю) м'яза називається повернення його до початкової довжини після розтягнення, коли знято тягар.

Пластичністю м'яза називається властивість зберігати видовжену форму після зняття тягаря, що спричинив його розтяг. У скелетних м'язах краще виявляється властивість еластичності, ніж пластичності.

Скорочення м'язів. В умовах досліду на одиничне подразнення м'яз відповідає одиничним скороченням. Записуючи це скорочення на *кімографі*, можна встановити три періоди: **латентний** – період від подразнення до початку скорочення, період скорочення і період розслаблення. У литкового м'яза жаби одиничне скорочення триває 0,1 с, а в ссавців – 0,04–0,1 с. У латентний період у м'язі відбуваються процеси, за яких вивільняється енергія для м'язового скорочення.

Якщо до м'яза надходить кілька частих імпульсів збудження, настає тривале скорочення м'яза, яке називається тетанічним скороченням, або *тетанусом*. Залежно від частоти збуджень тетанус буде зубчастим або гладким. При рідких подразненнях, найбільше 10 у 1 с виникають поодинокі скорочення – чергові подразнення застають м'яз у розслабленому стані. З прискоренням подразнення з 10 до 25 в 1 с кожний імпульс буде впливати на м'яз у момент його розслаблення. Виникає неповний або *зубчастий тетанус*. Коли ж частота подразнень перевищує 25 у 1 с, то настає повний або гладкий тетанус – новий імпульс надходить до м'яза на початку його розслаблення. **Хімізм м'язового скорочення.** М'яз скорочується за рахунок енергії хімічних процесів, які мають дві фази: *анаеробну* – без участі кисню й *аеробну* – з його участю. В анаеробній фазі відбувається розпад аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) на аденозиндифосфорну кислоту (АДФ) і фосфорну кислоту, при цьому вивільняється енергія, за рахунок якої й скорочуються м'язи. Оскільки АТФ витрачається, то тривала м'язова робота неможлива без синтезу цієї кислоти. Розпад креатинфосфату на креатин і фосфорну кислоту є джерелом енергії для відновлення АТФ. Аеробна фаза характеризується окисненням молочної кислоти та інших органічних сполук до CO_2 і H_2O . Утворена при цьому енергія йде на синтез залишків молочної кислоти до глікогену та синтез АТФ і креатин фосфорної кислоти.

Під час скорочення м'язів більша частина потенціальної енергії хімічних речовин перетворюється в теплову і лише 25–30 % – в механічну. Під час напруженої м'язової роботи, коли органи дихання і кровообігу не можуть повністю забезпечити м'язи потрібною кількістю кисню, виникає кисневе голодування, і в м'язах нагромаджується багато *молочної кислоти*. Вправи, тренування збільшують у м'язі вміст креатину, фосфорної кислоти, ферменту каталази, що відіграють важливу роль у динаміці м'язового скорочення, та менше нагромадження молочної кислоти й інших продуктів розпаду.

Теорія

м'язового скорочення. У стані спокою тонкі нитки актину лежать частково своїми кінцями у проміжках між товстими міозиновими нитками. Коли м'яз збуджується під впливом потенціалу дії, нитки актину зсуваються в проміжку між нитками міозину, тобто ковзають назустріч одна одній, спричиняючи скорочення міофібрил. Вважають, що ковзання відбувається в результаті скорочення містків – бічних відростків міозинових ниток під впливом іонів кальцію. Вкорочуючись, містки тягнуть актинову нитку назустріч міозиновій. Силу м'яза визначають за максимальним скороченням його під час піднімання максимального тягаря. Найсильнішими є м'язи з косими волокнами, що мають перисту будову.

Робота м'язів. Скорочуючись, м'яз стає коротшим і тим самим виконує роботу. Вона найбільша при середніх навантаженнях і середньому ритмі скорочень.

Стомлення м'язів – тимчасове зниження або припинення роботи органа чи цілого організму в результаті їхньої діяльності. У процесі скорочень м'язи стомлюються, при цьому знижуються їх збудливість, лабільність і величина скорочення. У стомленому м'язі знижується вміст глікогену й нагромаджуються продукти обміну. В організмі втома в першу чергу настає в нервових центрах, і насамперед кори великих півкуль. Продукти обміну речовин, циркулюючи в крові,

залежно від їхньої концентрації впливають по-різному: за малої концентрації вони стимулюють, а за великої – пригнічують нервові центри. І.М. Сеченов довів, що швидке відновлення працездатності стомлених м'язів настає не під час повного їх спокою, а тоді, коли працюють інші м'язи, які до цього не скорочувалися. Імпульси від щойно залучених до роботи м'язів, підвищують збудливість нервових центрів, збудження одних нервових центрів знижує й навіть знімає втому інших центрів.

Стомленість залежить від стану симпатичної нервової системи й залоз внутрішньої секреції; стомлений м'яз знову починає скорочуватись, коли подразнюється симпатичний нерв чи вводиться адреналін, що посилює обмін. Затримує стомлення м'язів тренування. При ньому збільшується об'єм внаслідок потовщення м'язових волокон, підвищується вміст глікогену, АТФ і креатинфосфату, прискорюються відновні процеси, вдосконалюється регуляторна функція центральної нервової системи.

Тонус м'язів. Скелетні м'язи в спокої розслаблюються не повністю, а перебувають у деякому напруженні, тобто в тонусі. Він зумовлений надходженням до м'язів рідких нервових імпульсів, які збуджують м'язові волокна не одночасно, а по черзі. Є дані, що існують спеціалізовані рефлекторні дуги, які забезпечують тонус. Тонус скелетних м'язів відіграє важливу роль у підтриманні певного положення тіла в просторі та в діяльності рухового апарату.

Гладкі м'язи складаються з клітин різної форми, довжиною від 30 до 500 мкм і діаметром 2–10 мкм; у клітин є бічні відростки, завдяки яким клітини гладких м'язів групуються в довгі пучки. Вони, в свою чергу, за допомогою тяжів з'єднуються одна з одною, забезпечуючи діяльність м'яза як єдиної системи. Скоротливим апаратом гладких м'язів є міофібрили, в яких містяться тонкі актинові нитки з прикріпленими до них короткими відростками міозинових ниток, що називаються димерами. Гладкі м'язи мають ті самі властивості, що й скелетні, але збудливість їх нижча – від 1 см/с в кишечнику до 18 см/с у матці. Гладкі м'язи скорочуються внаслідок ковзання ниток актину назустріч одна одній за участю прикріплених до них димерів міозину. Одиначні скорочення гладких м'язів дуже тривалі. Внаслідок цього гладкий м'яз у стан тетанусу приводиться рідкими імпульсами. М'язи мають здатність тривалий час перебувати в тонусі. Тривалі тонічні скорочення цих м'язів особливо чітко виявляються в сфінктерах порожнистих органів, у стінках кровоносних судин. Деяким гладким м'язам властива автоматія, тобто вони можуть періодично скорочуватися без зовнішніх подразнювачів, під впливом імпульсів, що виникають у них самих. У гладких м'язах добре виявлено властивість пластичності й розтяжності порівняно з еластичністю. Внаслідок пластичності й розтяжності порожнисті органи – сечовий міхур, шлунок, кишечник – можуть дуже розтягуватись без підвищення тиску всередині них.

Фізіологія нервів. Основною структурною й функціональною одиницею нервової системи є нейрон, що є нервовою клітиною з відростками. Один з відростків проводить збудження від тіла нервової клітини і називається аксоном. Інші відростки (звичайно їх буває кілька і вони розгалужуються) проводять збудження в напрямі до клітини, їх називають дендритами. Відростки нервових клітин утворюють нервові волокна; вони є провідниками нервових імпульсів. Розрізняють *м'якушеві* (покриті мієліновою оболонкою) і *безм'якушеві* (не мають мієлінової оболонки) нервові волокна. Нервові волокна об'єднуються в пучки й утворюють нерви. Нервові волокна, що проводять імпульси від периферії до нервових центрів називаються *сенсорними, чутливими, доцентровими або аферентними*. Інші волокна, що проводять імпульси від центра до периферії є руховими, моторними, відцентровими або еферентними. В організмі тварин нерви звичайно змішані мають в своєму складі аферентні та еферентні волокна. Властивості нервових волокон. Нервові волокна характеризуються високою збудливістю, у м'якушевих волокон вона вища, ніж у безм'якушевих. Лабільність нервових волокон найвища. М'якушеві волокна можуть відтворювати до 500 імпульсів за 1 с. У безм'якушевих волокон лабільність дуже низька. Нерв складається з великої кількості нервових волокон, але збудження по кожному нервовому волокну проводиться ізольовано, не переходячи на сусідні. Збудження по нервовому волокну може поширюватися в обидва боки за допомогою колових струмів, спричинюваних потенціалом дії. Обмін речовин у нерві дуже незначний. Енергії утворюється на 1 г нерва приблизно в мільйон разів менше, ніж на 1 г м'яза. *Нерв практично нестомлюваний.* Нестомлюваність його зумовлена низьким обміном речовин

і високою лабільністю. Це створює сприятливі умови для виконання його основної функції – проведення нервових імпульсів. Синаптичне передавання збудження.

Фізіологічні властивості синапсів. Збудження з нерва на м'яз передається через спеціальний структурний утвір – нервово-м'язові синапси, це місце контакту одного нейрона з іншим або аксона (нейриту) з робочим органом. На одному нейроні кількість синапсів може досягати декількох тисяч. Залежно від місця розміщення синапси ділять на центральні (міжнейронні) периферичні нервово-м'язові. *Синаптичні утворення* – це своєрідні потовщення розгалужень нейриту з мітохондріями, синаптичними міхурцями та іншими утвореннями. *Синапс* складається з пресинаптичної мембрани, синаптичного простору (щілини) і постсинаптичної мембрани. Закінчення аксона рухового нейрона розгалужується на велику кількість кінцевих нервових гілочок, що втратили мієлінову оболонку. Мембрана цих гілочок і є пресинаптичною мембраною. Гілочки нервового волокна вдавляють мембрану м'язового волокна, яка на цій ділянці утворює дуже складчасту постсинаптичну мембрану або рухову кінцеву пластинку. Нервовий імпульс, приходячи в нервові закінчення, сприяє виділенню з них медіатора ацетилхоліну. Медіатор через пресинаптичну мембрану надходить у синаптичну щілину й сполучається з хімічним рецептором постсинаптичної мембрани, що збільшує її проникність для іонів натрію. Вони із синаптичної щілини прямують у середину м'язового волокна й спричиняють зменшення заряду мембрани, тобто її часткову деполяризацію, коли деполяризація досягає певного порогового рівня, між деполяризованою постсинаптичною мембраною і сусідніми позасинаптичними ділянками м'язового волокна, які зберегли початковий заряд, виникає рух колового електричного струму. Цей струм спричиняє появу потенціалу дії, який збуджує м'язові волокна.

Передча імпульсів через синапси має свої особливості. На відміну від нервового волокна вони проводять збудження в одному напрямку. Володіють низькою лабільністю тому, що легко піддаються втомі; їм властива вибіркова чутливість до хімічних речовин; одні з них збуджують ділянку синапсу – інші паралізують.

Питання для самоконтролю 1. Стани тканин. 2. Охарактеризуйте біоелектричні явища в тканинах. 3. Потенціал спокою і дії, їх виникнення. 4. Механізм проведення збудження по нервовому і м'язовому волокнах. 5. Що таке збудливість і лабільність, як їх вимірюють? 6. Поняття оптимум, песимум і парабіоз за М.Є. Введенським. 7. Властивість скелетних м'язів. 8. Теорія м'язового скорочення. 9. Стомлення м'язів. 10. Властивості нервових волокон. 11. Як передається збудження з нерва на м'яз? 12. Що таке синапс та фізіологічні властивості їх?

