

## Практичне заняття 30 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОРОВОЇ ТА СЛУХОВОЇ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

### Завдання для самостійної роботи на занятті

#### 1. Розглянути структурно-функціональну організацію сенсорних систем

##### 1.1. Ознаки структурної організації:

##### А) Багатошаровість, або багаторівневність.

Наявність кількох рівнів клітин, на кожному з яких реалізується певний етап аналізу та синтезу інформації.

Наприклад, у зоровій сенсорній системі нервовий імпульс послідовно проходить через наступні групи клітин (рис. 2):

Палички та колбочки → Біполярні клітини → Гангліонарні клітини (їх аксони складають зоровий нерв) → Клітини латерального колінчатого тіла, подушки зорового горба і верхніх горбиків чотиригорбикового тіла (їх аксони утворюють зорову променистість) → Клітини первинної зорової кори → Клітини вторинної зорової кори → Клітини асоціативної зорової кори → Клітини інших зон кори головного мозку

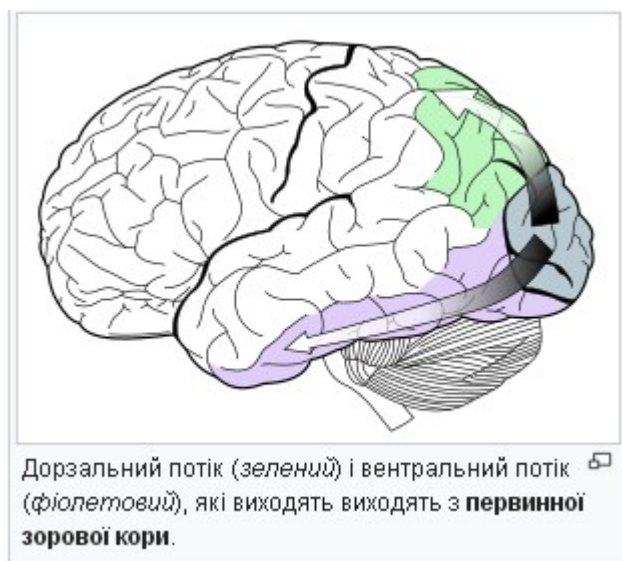


Рис.1. Дорзальний і вентральний потоки кіркового відділу зорового аналізатора.

Виділяють два потоки передачі та обробки зорової інформації у корі головного мозку:

Вентральний потік від асоціативної зорової кори прямує до нижньої скроневої кори. Його ще іноді називають «Що-шлях», він пов'язаний з розпізнаванням форми та визнанням об'єктів. Він також пов'язаний зі сховищем довготривалої пам'яті.

Дорзальний потік від вторинної зорової кори іде до дорзомедіальної і середньоскроневої зорових зон, а потім до задньотім'яної кори. Дорзальний потік, «Де-шлях» або «Як-шлях», пов'язаний з рухом, місцезнаходженням об'єкта, контролем ока і руки, особливо, коли візуальна інформація використовується для орієнтації саккад (узгоджених рухів очей для розпізнавання об'єкту, обличчя людини) чи досягнення об'єкту рукою.

Отже, вентральний потік має вирішальне значення для візуального сприйняття, а дорзальний забезпечує візуальний контроль виконання дій.

*Завдання: запишіть, через які клітини проходить нервовий імпульс у слуховій сенсорній системі.*

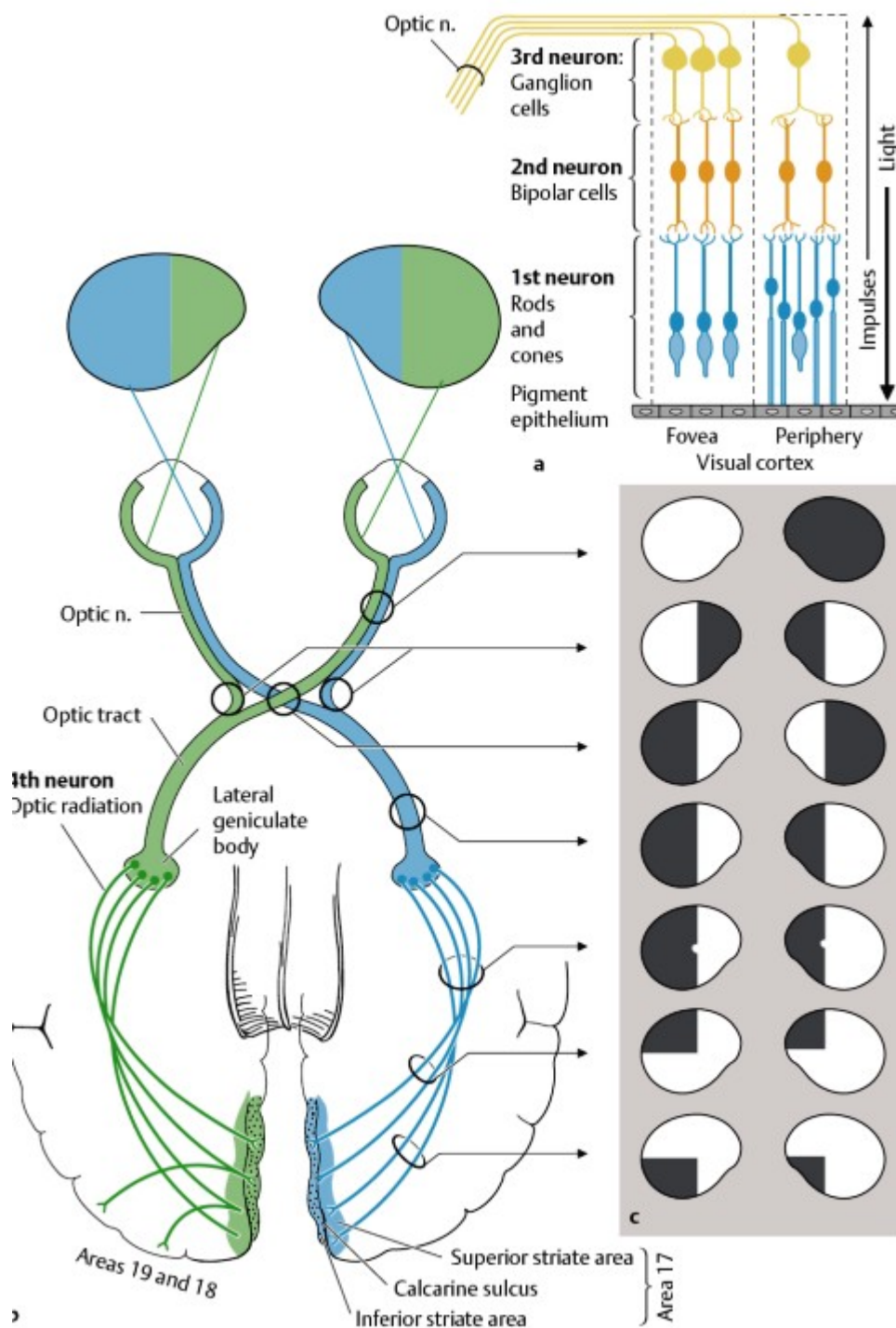


Рис. 2. Зорові шляхи та вплив їх порушення у певних ділянках на стан поля зору.

Б) **Багатоканальність** – наявність численних зв'язків між рівнями клітин (згадайте, наприклад, будову сітківки, яку ми вивчали в першому семестрі).

Забезпечує надійність і швидкість передачі інформації.

В) **Концентрування чи розсіювання інформації**, або феномен сенсорних лійок, обумовлений неоднаковою кількістю клітин у різних шарах. Наприклад, фоторецепторів у нервовому шарі сітківки 130 млн, а гангліонарних клітин – тільки 1 млн 300 тис, тобто спостерігається звужуюча лійка. Звужуючі лійки запобігають надходженню надлишку інформації. Розширюючі забезпечують можливість більш детального аналізу інформації, залучаючи до нього різні групи клітин.

Г) **Диференціація аналізаторів** (наявність нейронів з різною активністю), відбувається по горизонталі (різна активність клітин на одному рівні, наприклад, наявність серед колбочок таких, що реагують на червоне, зелене або синє світло) або по вертикалі (відмінності між активністю клітин різних шарів і відділів аналізатора).

## 1.2. Складові функціональної організації сенсорної системи:

А) **Виявлення чи сприйняття сигналів**, яке здійснюється рецепторами, розміщеними в різних органах і тканинах організму.

Рецептори поділяються:

- на первинночутливі та вторинночутливі (*див. практ. 3*);
- на екстеро-, інтеро- та пропріорецептори;
- на механо-, хемо-, термо-, фоторецептори.

Рецептори можуть сприймати сигнали від адекватних подразників (наприклад, фоторецептори реагують на світло, а механорецептори – на механічний тиск), але інколи можуть реагувати і на неадекватні подразники. Прикладом є явище фосфену – виникнення зорових відчуттів без впливу світла на око. Фосфен може виникати під дією тиску на заплющене око, сильного магнітного поля, хімічних сполук, електричного подразнення сітківки або зорових центрів кори головного мозку.

## Б) Передача та перетворення інформації.

Нервовий імпульс, який виник у рецепторі передається по «ланцюжку» нервових клітин (*див. 1.1*). При цьому відбувається його трансформація, часова та просторова.

Часова: стиснення імпульсів в окремі пачки, більш чи менш тривалі за часом, з різною частотою та різними інтервалами між цими пачками.

Просторова: зміни геометричних пропорцій в корі головного мозку. Це добре видно на прикладі «сенсорного гомункулуса», який має непропорційно велику кисть і стопу при дуже маленькому тулубі (рис. 3).

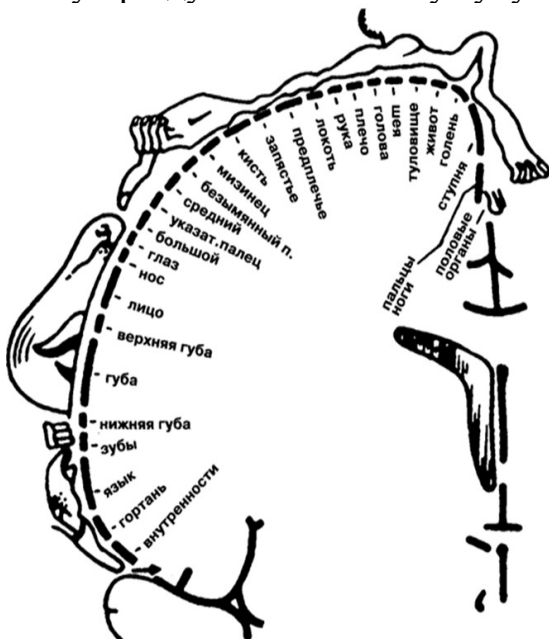


Рис 3. Кіркова проекція чутливості в соматосенсорній ділянці кори головного мозку (за У. Пенфілдом).

**В) Кодування інформації.** Чергування пачок нервових імпульсів та їх затухання утворює основу для двійкового коду, як у комп'ютерах, де для запису інформації використовуються два положення: вимкнено (0) – увімкнено (1). Крім того, здійснюється кодування окремих властивостей сигналу.

*Кодування сили або інтенсивності подразника, що діє на рецептор:*

Більша сила подразника → більша амплітуда рецепторного потенціалу (РП), який виникає в рецепторах → вища частота генерації ПД в аферентному нервовому волокні.

У синапсах ЦНС при обробці отриманої інформації можливе перекодування: частота генерації ПД у наступному нейроні може змінюватися.

*Кодування локалізації дії подразника на рецептори* здійснюється за законом проекції: кожному рецептивному полю відповідає певна ділянка сенсорної кори кори головного мозку (рис. 3).

Рецептивне поле – це сукупність рецепторів, що передають інформацію до ЦНС по одному аферентному нервовому волокну.

Сенсорна одиниця – це сенсорний аферентний нейрон, що передає інформацію від одного рецептивного поля.

Більш точне визначення місця дії подразника здійснюється також завдяки латеральному гальмуванню рецептивного поля, що розташоване поруч з тим, на яке діє подразник (рис 4).

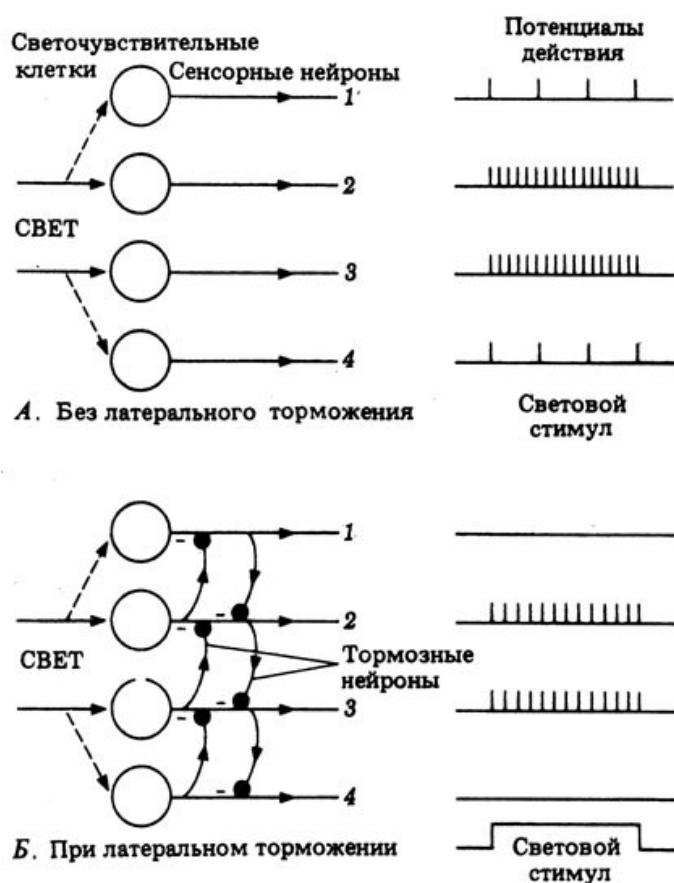


Рис. 4. Схема впливу латерального гальмування на точність сприйняття світлового стимула: клітини можуть взаємно гальмувати одна одну, в результаті ті з них, які отримали подразнення більшої сили, передають нервовий імпульс далі і одночасно гальмують передачу імпульса від сусідніх клітин, які отримали слабке подразнення.

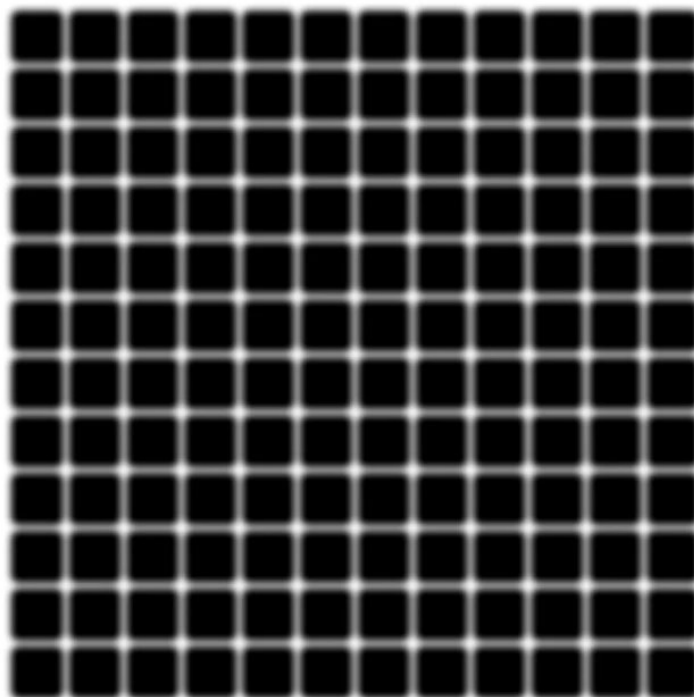


Рис. 5. Оптична ілюзія, яка ілюструє вплив латерального гальмування (так звана сітка Германа). Внаслідок впливу стимуляції одних світлових рецепторів на сусідні ми бачимо чорні точки на перетині білих ліній.

*Кодування модальності подразника* (тобто, визначення того, яка саме інформація передається – зорова, слухова, нюхова та ін.) відбувається завдяки властивостям рецепторів, що сприймають насамперед адекватні подразники, до яких вони найчутливіші, а також тим, що інформація від кожного виду рецепторів іде до специфічних зон кори.

**Г) Детектування сигналів** – визначення окремих ознак подразника за характеристиками викликаного ним нервового імпульса.

Наприклад, в кірковому відділі зорового аналізатора є нейрони-детектори, які реагують на світлі або темні смужки, розташовані під певним кутом. Інші клітини реагують на рух стимулу в певному напрямку з певною швидкістю.

**Д) Розпізнавання образів** – найскладніший процес в аналізаторі. Він полягає в класифікації образу, його аналізі. Це здійснюється вищими нейронами-детекторами, збудження яких народжує появу образу – запах, колір, голос тощо. Утворення образу зв'язано із взаємодією двох нейронних механізмів – збудливого і гальмівного, у яких задіяні нейронні ансамблі та кіркові колонки мозку. Розпізнавання образів пов'язане з механізмами запам'ятовування і тривалої пам'яті.

## 2. Пороги чутливості та адаптація рецепторів.

**Абсолютний поріг чутливості** – це найменша сила подразнення рецепторів, що призводить до формування відчуття.

Так, наприклад, при достатній темновій адаптації око бачить на відстані 1 км світло, сила якого може бути виражена тисячними долями світла свічки (при повній прозорості атмосфери).

**Диференційний поріг чутливості** – це найменша різниця у силі подразнення, яка призводить до виникнення відчуття відмінності між двома подразниками.

Наприклад, для яскравості світла диференційний поріг складає  $1/100$ . Тобто око може побачити різницю між світлом яскравістю 200 та 202 ват.

Для відчуття відмінності за вагою цей поріг -  $1/30$ , тобто можна розрізнити вагу 300 г та 310 г.

Для звукової чутливості диференційний поріг дорівнює  $1/10$ , для смакової чутливості -  $1/6$  -  $1/10$ , для нюхової —  $1/4$  -  $1/3$ .

**Адаптація рецепторів** – це їх пристосування до дії подразника. Вона полягає у зменшенні чутливості рецепторів до дії тривалих подразників та у підвищенні їх чутливості до впливу слабких. Ступінь адаптації залежить від виду рецепторів. Найбільшу адаптацію мають тактильні рецептори шкіри (ми не відчуваємо тиску одягу), найменшу – больові рецептори. Наявність адаптації дозволяє зменшити ту сенсорну сигналізацію до ЦНС, яка за своїми параметрами має менше біологічне значення для організму в цей час. У випадках необхідності отримання важливої інформації людина насторожується, відчувши неадекватний запах, звук чи явище, чутливість її органів чуття різко підвищується.

Швидкість адаптації різних рецепторів неоднакова. Швидко адаптуються екстерорецептори: дотикові, нюхові, слухові, зорові. Повільно – вісцерорецептори (барорецептори) та пропріорецептори; погано адаптуються больові.

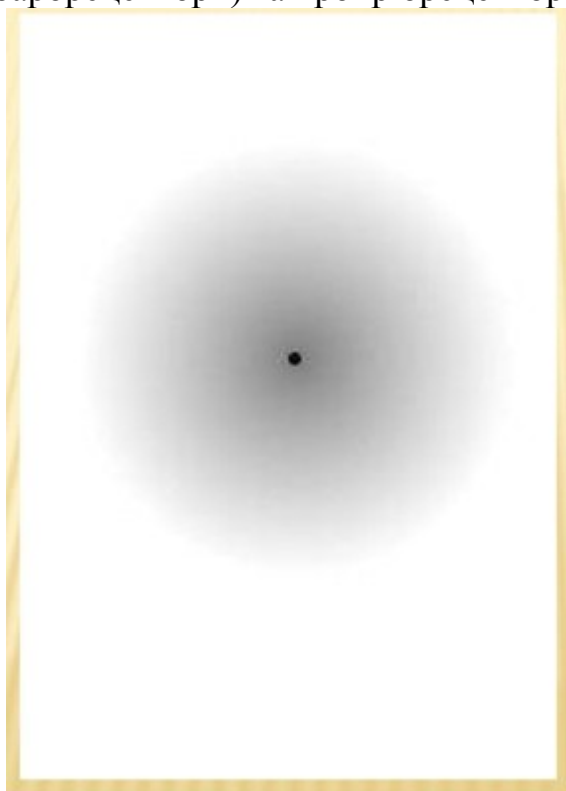


Рис. 5. Якщо дивитись на чорну точку, не відводячи погляд, то поступово сірий фон зникає.

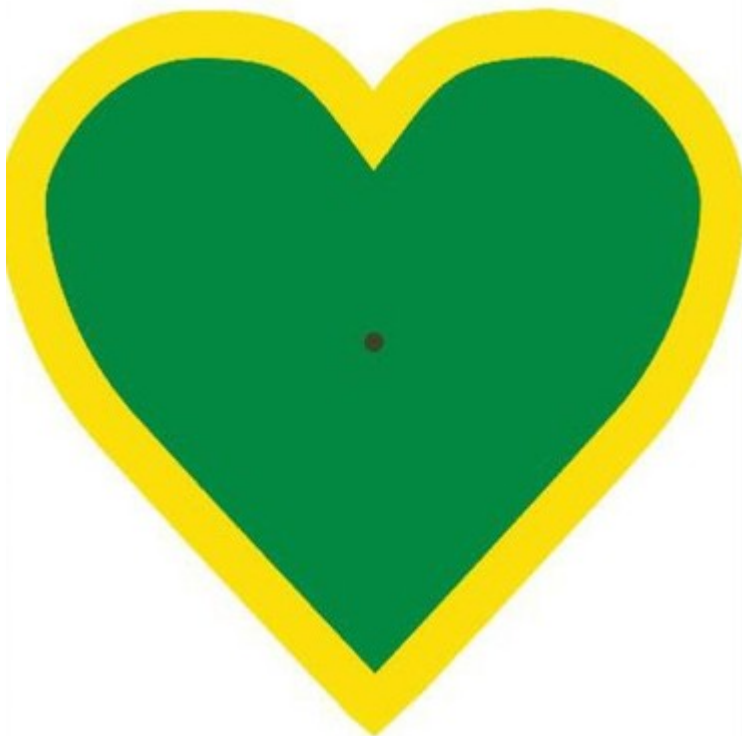


Рис. 6. Якщо дивитись на чорну точку протягом 30 с, а потім перевести погляд на світлу стіну або аркуш паперу, то можна побачити червоне серце.

### 3. Дослідження окремих властивостей аналізаторів.

3.1. Визначення гостроти зору на близькій відстані проводиться за допомогою маленької таблиці Сивцева (*див. окремо розміщений файл*). Вона розрахована на показ з відстані 33 см. Досліджуваній повинен узяти її в руку і, утримуючи на заданій відстані, знайти і прочитати окремо кожним оком той текст, який він ще вільно розрізняє (друге око треба прикрити рукою). Значення гостроти зору в таблиці цього типу вказані на початку кожного текстового блоку.

#### 3.2. Визначення найближчої точки ясного бачення (проксиметрія).

Проводиться за допомогою таблиць Сивцева для близької відстані. Досліджуваного просять закрити ліве око, а правим читати вголос найдрібніший з розрізняваних шрифтів таблиці, поступово наближаючи її обличчя до моменту, коли букви тексту почнуть розпливатися. Лінійкою вимірюють відстань в сантиметрах між текстом і зовнішнім краєм очної ямки. Так само визначають найближчу точку ясного бачення лівого ока.

#### 3.3. Дослідження бінокулярного зору.

Візьміть аркуш паперу, згорніть його в трубку довжиною 20 см діаметром 3 см. Приставте трубку одним кінцем до правого ока, а проти лівого ока поставте долоню лівої руки так, щоб ребро долоні торкалось бічної поверхні трубки приблизно на її середині. Спочатку заплющте ліве око і подивіться на оточуючі предмети через трубку. Потім заплющте праве око і погляньте на ліву долоню та бічну поверхню

трубки лівим оком. Потім подивіться обома очима: правим через трубку, лівим мимо неї. Що Ви бачите? Чому?

#### 3.4. Дослідження зіничних рефлексів

Саджають піддослідного обличчям до світла. Через 1-2 хв відмічають ширину зіниць його очей і виконують наступні експериментальні проби.

а) Закривають одне око піддослідного рукою і спостерігають за виникаючими вслід за цим змінами ширини зіниці відкритого ока.

б) Відкривають закрите око і спостерігають за змінами ширини зіниць обох очей.

в) Закривають обидва ока на 30 с. Відкривають очі і відмічають ширину розширення зіниць і спостерігають їх звуження. Порівнюють ступінь розширення зіниць при закритті обох очей та при закритті одного ока.

г) Пропонують піддослідному зафіксувати поглядом далеко розташований предмет і відмічають ширину зіниць. Потім поміщають який-небудь предмет (олівець) на відстані 15-20 см від очей і пропонують розглядати його. Спостерігають за зміною положення обох очей (конвергенція) та за зменшенням ширини обох зіниць.

3.5. Визначення адаптації терморецепторів шкіри до дії температури. Явище контрасту.

Приготуйте три миски з водою: гарячою (+40°C), теплою (+25°C) та холодною (+10°C) водою. *Не обов'язково точно дотримуватись температури води, достатньо проконтролювати, щоб вода відчувалась як гаряча, тепла, холодна.*

Опустіть на кілька хвилин кисть однієї руки в гарячу воду, другої – в холодну. Потім перенесіть обидві руки одночасно в миску з теплою водою. Що Ви відчуваєте? Чому?

#### 3.6. Дослідження функцій рухового аналізатора.

Досліджуваний стає перед столом, бере олівець і заплющує очі (мають бути заплющені протягом усього досліду). Досліджувач бере його руку і встановлює її у вихідне положення, яке повинно бути відображене на папері, що лежить на столі. Потім досліджувач знімає з паперу руку досліджуваного, переносить її на деяку відстань від вихідної точки, опускає, затримуючи її там на 5 с, позначає і це місце також. Потім повертає руку досліджуваного у вихідне положення. Через 10 і 60 с досліджуваний повторити рух, заданий досліджувачем. При цьому останній робить помітку на папері. Він же повертає руку досліджуваного к вихідне положення. Відхилення положення руки досліджуваного від позначених точок вимірюють у мм і записують.