

Лабораторна робота № 14.

Тема: ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

Мета: ознайомитися з деякими аспектами функціонування зорового аналізатора людини.

Студент повинен знати:

1. Особливості структурно-функціональної організації зорового аналізатора людини.
2. Показники гостроти зору, акомодатії, рефракції, їх зміни з віком та рівнем фізичного розвитку.
3. Механізми сприйняття світла, кольору та просторового зору в залежності від стану здоров'я людини.

Студент повинен вміти:

1. Визначати гостроту зору за допомогою таблиць Головіна.
2. Навчитися досліджувати механізм акомодатії та просторового зору.
3. Реєструвати поле зору за допомогою периметра Фостера.

Рецепторні утворення вибірково реагують на різні подразнення зовнішнього й внутрішнього середовища організму, що пов'язане з особливостями їхньої будови й місцем розташування.

Діяльність органів чуттів об'єктивно виражається у виникненні збудження в їхніх рецепторних утвореннях. Під впливом подразнення в рецепторних утвореннях здійснюються складні фізико-хімічні й біохімічні процеси, у результаті яких виникають потенціали дії, що йдуть по аферентних шляхах у центральну нервову систему. У корі великих півкуль відбувається аналіз і синтез поступаючої інформації. Суб'єктивно діяльність органів чуття виражається у виникненні відчуттів.

Роботи даного розділу практикуму дозволяють більш детально ознайомитися з функціональними властивостями зорового аналізатора й частково - деяких інших.

Завдання 1. Спостереження за рефлекторними реакціями зіниці

Зіниця при швидкому збільшенні інтенсивності освітлення відразу ж звужується, а при її зменшенні – розширюється. Потім поступово діаметр зіниці повертається до вихідного стану. Такі реакції зіниці охороняють сітківку в момент різкої зміни інтенсивності освітлення, коли явища адаптації ще не встигли розвинути. У темряві зіниці можуть залишатися розширеними протягом тривалого часу. При напруженому розгляданні близько розташованих маленьких предметів, наприклад при читанні книги, надрукованої дуже дрібним шрифтом, зіниці можуть довго залишатися звуженими навіть при відносно слабкому освітленні.

Реакція зіниць завжди співдружна: у момент затемнення правого ока розширюється зіниця й лівого ока, у момент відкривання очей обидві зіниці звужуються. Для пояснення цього явища треба знати шлях, по якому проходять імпульси при здійсненні рефлекторних реакцій зіниці. Від

рецепторів сітківки волокна зорового нерва, направляючись до бугрів чотиригорбку, частково перехрещуються. У чотиригорбку збудження переходить на ядра окорухового нерва й по ньому приходить до кругового м'яза райдужної оболонки ока, змінюючи його тонус. Таким чином, і по правому й по лівому окорухових нервах збудження йде від сітківки правого та лівого ока.

Методика виконання роботи (робота проводиться вдвох)

Для виявлення реакцій зіниці на світло поверніть випробовуваного обличчям до світла й зверніть увагу на розмір зіниць його ока. Потім на 10-15 с закрийте одне око випробовуваного та прослідуйте за розширенням зіниці іншого ока (співдружня реакція). Швидко відніміть руку й знову визначте розмір зіниць. Можна бачити їхнє швидке звуження й незначне наступне розширення як наслідок світлової адаптації, що наступила.

Завдання 2. Визначення ближньої точки ясного бачення, сили акомодатії ока

Ближня точка ясного бачення - це точка, що перебуває на тій найменшій відстані від ока, на якому ще можливо виразне бачення предмета. Відповідно далека точка ясного бачення перебуває на найбільшій відстані виразного бачення предмета.

Силою акомодатії називається різниця оптичних сил кришталіка при максимальній акомодатії та при її відсутності. За одиницю оптичної сили приймається оптична сила лінзи з фокусною відстанню 1 м. Ця одиниця називається діоптрією. Для визначення оптичної сили лінзи в діоптріях треба одиницю розділити на фокусну відстань у метрах. Фокус - точка, де сходяться після проходження через лінзу промені, що йдуть паралельно оптичній осі. Фокусна відстань - це відстань від центра лінзи до фокуса. Через центр лінзи промені проходять без заломлення. Око має кілька заломлюючих поверхонь із різними радіусами кривизни. Дослідним шляхом було побудоване схематичне (редуковане) око з однією заломлюючою поверхнею й вузловою точкою (О на мал. 1). Око людини встановлене на розглядання далеких предметів: паралельні промені, що йдуть від сильно віддаленої випромінюючої точки, сходяться на сітківці й, отже, на ній перебуває фокус F (мал. 1). Тому відстань від сітківки до вузлової точки OF (мал. 1) є для ока фокусною відстанню. Вона становить 17 мм.

Звідси оптична сила ока при відсутності акомодатії може бути визначена як $1/OF$, або $1/0,017$, що становить близько 59 діоптрій. Приріст оптичної сили при акомодатії, тобто сила акомодатії, неоднакова в різних людей і коливається залежно від віку від 0 до 14 діоптрій.

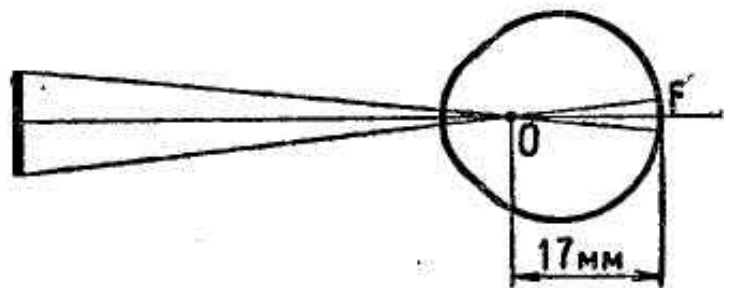


Рис. 67. Розположення вузлової точки й заднього фокуса глаза.

Силу акомодациі можна обчислити, визначаючи оптичну силу ока при розташуванні розглянутого предмета в ближній і дальній точках ясного бачення. При положенні предмета в дальній точці ясного бачення акомодация відсутня. Відповідно при розташуванні предмета в ближній точці ясного бачення акомодация максимальна. Звідси сила акомодациі буде відповідати різниці між оптичними силами ока, коли предмет перебуває в ближній і дальній точках ясного бачення.

Якщо оптичну силу при відсутності акомодациі позначити буквою n , то оптична сила при максимальній акомодациі буде складатися із двох доданків: оптичної сили без акомодациі й оптичної сили лінзи K (мал. 2), що перетворює розбіжні промені від предмета, розташованого в ближній точці ясного бачення, у паралельні. Для лінзи K фокус перебуває в ближній точці ясного бачення, тому що в ній сходяться паралельні промені (якщо дивитися справа наліво). Відстань OA (її варто виражати в метрах) від центра цієї лінзи до ближньої точки ясного бачення є фокусною відстанню. Звідси оптична сила лінзи K визначається як $1/OA$ діоптрій, і оптична сила при максимальній акомодациі буде дорівнювати $n+1/OA$ діоптрій. Сила акомодациі відповідно до її визначення виявиться рівною

$$n + \frac{1}{OA} - n = \frac{1}{OA}.$$

Для роботи необхідна: ширма з отворами, шпилька, укріплена на штативі, лінійка.

Методика виконання роботи (робота проводиться вдвох)

Для визначення ближньої точки ясного бачення закрийте одне око; перед іншим помістіть ширму із двома отворами, відстань між якими менше діаметра зіниці. Запропонуйте випробовуваному фіксувати цим оком шпильку, поступово наближаючи її до ширми. На певній відстані шпильки від ока її образ починає роздвоюватися. Відзначте цю відстань до ближньої точки ясного бачення.

Для короткозорого ока можна визначити далеку точку ясного бачення. Для цього шпильку, навпаки, поступово віддаляйте від ока. Відзначте відстань, при подальшому збільшенні якої образ шпильки починає роздвоюватися. Ця відстань і визначає місце розташування далекої точки ясного бачення.

Завдання 3. Дослід Шейнера

Акомодация, тобто здатність ока бачити предмети на різній від нього відстані, пов'язана з тим, що кришталік змінює свою форму. При розгляданні близьких предметів кришталік стає більш опуклим, а при розгляданні віддалених предметів - більш плоским. Звідси зрозуміло, що одночасно добре бачити й близько й далеко розташовані предмети неможливо.

При фіксації оком далекого предмета кришталік приймає таку форму, що промені, що йдуть від цього предмета, переломлюючись, сходяться на сітківці (L на мал. , I). Промені, що йдуть від ближнього предмета, при такій

формі кришталіка будуть сходитися за сітківкою (N на мал. 2, I). При фіксації оком ближнього предмета (мал. 2, II) кришталік приймає більш опуклу форму, так що промені, що йдуть від цього предмета, сходяться на сітківці (L на мал. 2, II). Промені від далекого предмета зійдуться перед сітківкою (N на мал. 2, II).

Якщо на шляху променів, що йдуть від предмета, поставити ширму із двома маленькими отворами, відстань між якими менше діаметра зіниці, то відповідно через ці отвори будуть проходити тільки два вузьких пучки світлових променів. При фіксації оком далекого предмета K два пучки променів, що йдуть від нього, зійдуться на сітківці й дадуть одне зображення (L на мал. 2, I). Промені, що йдуть від ближнього предмета M, дадуть на сітківці подвійне зображення A1 й B1 (мал. 2, I), що приведе до виникнення відчуття двоїння, тобто появи двох образів ближнього предмета.

При фіксації ближнього предмета M два пучки променів, що йдуть від нього, дадуть на сітківці одне зображення (L на мал. 2, II), а промені від далекого предмета K дадуть на сітківці два зображення A1 та B1 (мал. 2, II).

Якщо при фіксації далекого предмета закрити правий отвір ширми A, то зникає лівий, тобто різнойменний, образ ближнього предмета. Однак, звертаючись до малюнка 66, I, можна бачити, що при закриванні отвору A зникає зображення предмета A1, що перебуває з тієї ж сторони. Це пояснюється тим, що зображення, яке виникає на сітківці праворуч, проектується в ліву половину поля зору й навпаки, зображення, як виникає на сітківці ліворуч, проектується на праву половину поля зору.

З тієї ж причини при фіксації ближнього предмета закривання отвору ширми приводить до зникнення однойменного образу, тобто образу на тій же стороні.

Для роботи необхідна: ширма з отворами, стрижень (штатив), шпилька, лінійка.

Методика виконання роботи (робота проводиться вдвох)

Через ширму із двома отворами, відстань між якими менше діаметра зіниці, фіксуйте стрижень штатива, що перебуває на відстані 2-4 м від ока. На відстані 20-30 см від ока помістіть шпильку. Зверніть увагу на двоїння шпильки. Закрийте один з отворів ширми і відзначте випадання різнойменного образу шпильки. Повторіть весь досвід, фіксуючи оком

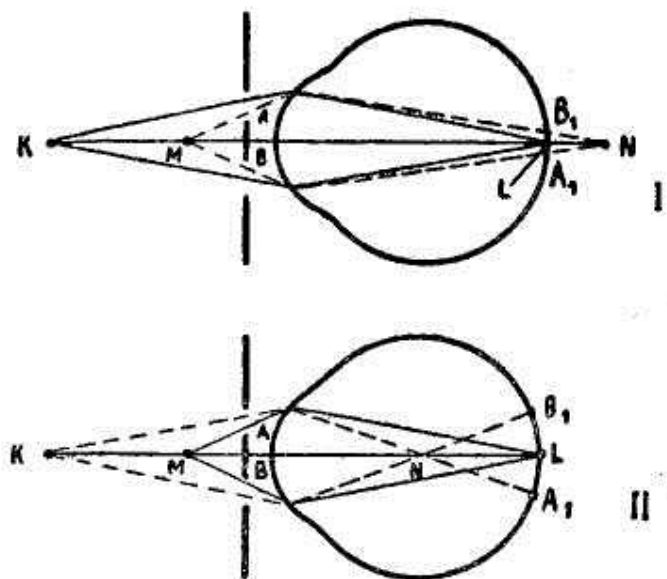


Рис. 66. Схема ходу лучей при фіксації дальнього (I) и ближнього (II) предметів (опыт Шейнера).

шпильку. Відзначте двоїння штатива й випадання однойменного образу при закриванні одного з отворів ширми.

Поясніть спостережувані явища й замалюйте відповідні схеми ходу променів.

Завдання 4. Визначення гостроти зору

Гострота зору визначається тим найменшим кутом зору, а отже, тією найменшою відстанню між двома точками простору, при якій вони видні ще як роздільні точки (А і В на малюнку 3). Встановлено, що для нормального ока гострота зору визначається кутом 1° . Відстань OL від вузлової точки O до сітківки становить 17 мм. Звідси можна обчислити величину відрізка A_1B_1 тобто ту найменшу відстань між зображеннями точок А і В на сітківці, при якій вони сприймаються ще як роздільні. Дійсно, OL можна вважати радіусом R кола, центр якого розташований у точці O . При довжині радіуса 17 мм довжина цього кола приблизно 107 мм, що впливає з формули $P=2\pi R$, де P — довжина кола. Довжина відрізка кола між двома

радіусами з кутом між ними 1° в 360 разів менше, а при куті між радіусами, рівному $1'$, тобто $1/60$ градуса, ще в 60 разів менше. Неважко підрахувати, що куту в $1'$ відповідає довжина, рівна 5 мкм. Отже, дві точки простору сприймаються як роздільні тільки в тому випадку, якщо відстань між зображеннями цих точок на сітківці дорівнює або більше 5 мкм.

Для роботи необхідне: заздалегідь приготовлене креслення (мал. 3), лінійка, таблиця для визначення гостроти зору, екран для закривання одного ока.

Методика виконання роботи

1. Визначення гостроти зору за допомогою креслення.

Тримайте перед очами випробовуваного креслення, де замість точок А і В проведені дві паралельні лінії; відстань між ними відповідає відстані АВ на малюнку 3.



Рис. 70. Рисунок для виявлення слепого пляма.

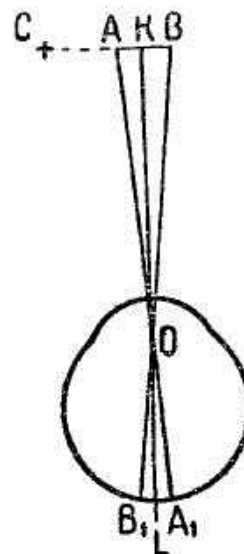


Рис. 71. Схема для определения величины поперечника слепого пятна.

Рис. 72. Чертеж для определения остроты зрения.

Запропонуйте випробовуваному поступово відходити від креслення й зупинитися на тій відстані, коли обидві лінії перестануть сприйматися роздільно. За допомогою малюнка 3 визначте відстань між зображеннями точок А і В на сітківці, де ОК - відстань від малюнка до ока (відстанню між вузловою точкою О та рогівкою можна знехтувати, тому що вона дуже мала в порівнянні з відстанню ОК); АВ - відстань між точками А і В; OL - відстань від вузлової точки до сітківки.

З подібності трикутників АОВ й А₁ОВ₁ виведіть відношення $\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{OK}{OL}$, звідки $A_1B_1 = \frac{AB \cdot OL}{OK}$.

Знаючи відстань А₁В₁ обчисліть кут зору, а отже, і гостроту зору

2. Визначення гостроти зору за допомогою таблиці

Для визначення гостроти зору існують таблиці з горизонтально розташованими паралельними рядами цифр, розмір яких зменшується від верхнього ряду до нижнього. Для кожного ряду визначена відстань, з якої дві точки, що обмежують кожну цифру, сприймаються під кутом зору в 1'. Цифри самого верхнього ряду сприймаються нормальним оком з відстані 50 м, а нижнього - 5 м. Для визначення гостроти зору у відносних одиницях відстань, з якої випробуваний може прочитати рядок, ділиться на відстань, з якої вона повинна читатися за умови нормального зору.

Дослід проводиться в такий спосіб.

Посадіть випробуваного на відстань 5 м від таблиці (мал. 4), яка повинна бути добре освітлена. Закрийте одне око випробовуваного екраном. Попросіть випробовуваного називати цифри на таблиці в напрямку зверху вниз. Відзначте останній з рядків, який випробовуваний зміг правильно прочитати. Діленням відстані, на якій перебуває випробовуваний від таблиці (5 м), на відстань, з якої він прочитав останній з рядків, який він розрізняє, (наприклад, 10 м), знайдіть гостроту зору. Для даного приклада $5/10 = 0,5$.

Випробовуваний не повинен знати заздалегідь, якого кольору повзунка ведуть по шкалі. Тому в досліді увесь час міняйте кольори.

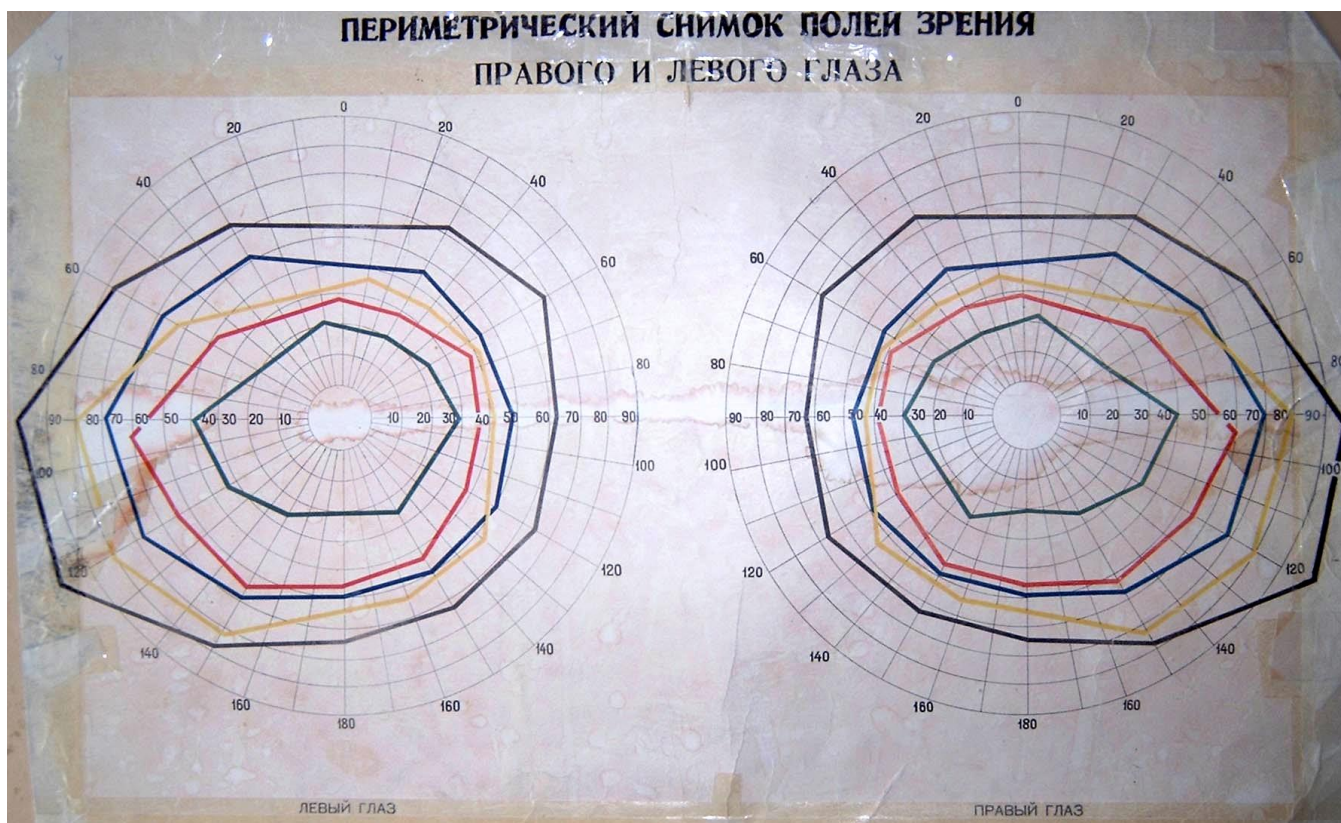
На схемі, зарисованої в зошиті, точками відзначте відповідно відповідям випробуваного ті відстані від центра в градусах, на яких він зміг визначити той або інший колір. З'єднайте між собою точки, знайдені для кожного кольору, щоб одержати криві, що обмежують поле зору для досліджених кольорів.

Повторіть те ж саме для іншого ока. Визначте поле зору в дітей 6-7 й 7-8 років. Зрівняйте отримані цифри з полем зору в дорослих. З віком поле зору збільшується (мал. 6). За період від 6 до 7,5 років поле зору зростає в 10 разів.

2. Зміна поля зору при темновій та світловій адаптації

Завдання даної роботи полягає в тому, щоб показати, що при темновій адаптації кількість активних світлочутливих елементів сітківки збільшується, а при світловій - зменшується. Робота виконується в кілька етапів. Спочатку визначають границі поля зору для білого кольору в напівосвітленій кімнаті, потім на 10-15 хв світло в кімнаті виключають, після чого знову при колишньому рівні освітленості визначають границі поля зору. Потім дають яскраве висвітлення на 10-15 хв і знову визначають величину поля зору.

Визначите зміну поля зору при темновій і світловій адаптації в дорослих і дітей різного віку.



7. Дайте пояснення порушенням рефракції, механізму сприйняття світла і кольору, просторовому зору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Солодков А.В., Сологуб Е.Б. Физиология человека: Общая. Спортивная. Возрастная.- М.: «Терра – Спорт», «Олимпия – Пресс», 2001.-520 с.
2. Бабский Е.Б., Зубков А.А., Косицкий Г.И., Ходоров Б.И. Физиология человека.- М.: “Медицина”, 1992. – 655 с.
3. Кучеров І.С., Шабатура М.Н., Давиденко І.М. Фізіологія людини. – К.: “Вища школа”, 1991. – 340 с.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин.- К.: “Вища школа”. –1991.- 320 с.
5. Фомин Н.А. Физиология человека. - М.: “Просвещение”, 1982.
6. Физиология человека / Под. ред. Н.В. Зимкина./- М.: “Физкультура и спорт”, 1975. – 382 с.
7. Ноздрачев А.Д. Общий курс физиологии человека и животных, т.1,2 – М.: «Высшая школа», 1991.- 417 с.
8. Нормальная физиология / Под. ред. А.В.Коробкова./- М.: «Высшая школа», 1980.- 412 с.
9. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена - М.: «Просвещение», 1990. – 423 с.
10. Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Анатомия и физиология детского организма. М.: «Просвещение», - 1986. –278 с.
11. Старушенко Л.І. Анатомія та фізіологія людини.- К.: «Вища школа», 1992.- 378 с.
12. Хрипкова А.Г. Вікова фізіологія. – К.: «Вища школа» – 1982. – 290 с.
13. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.: « Высшая школа.» – 1986.- 420 с.
14. Физиология человека / Под ред. Р.Г. Шмидта и Г. Тевса/ – М.: «Мир», 1985., Ч.1-4, - 530 с.