

Загальна характеристика аналізаторів. Зоровий аналізатор

1.1. Логіка викладення і засвоєння матеріалу теми

1. Основні відділи аналізаторної (сенсорної) системи, їх функціональна роль.
2. Рецептори і їх класифікація. Механізм збудження рецепторів. Адаптація рецепторів.
3. Провідниковий і кірковий відділи аналізаторної системи. Кодування інформації.
4. Зоровий аналізатор. Будова ока. Функціональна роль структур очного яблука. Оптичні (світлозаломлюючі) властивості ока. Аномалії рефракції. Світлосприймаюча система ока. Провідниковий і кірковий відділи зорового аналізатора. Гострота зору. Поле зору. Рухи очей.
5. Вплив кольору на психофізичний стан організму людини.

1.2. В результаті вивчення матеріалу теми Ви повинні знати:

- функціональну роль основних відділів сенсорної системи організму людини;
- класифікацію рецепторів та механізми їх збудження;
- особливості взаємодії аналізаторів і кодування інформації;
- морфофункціональні особливості зорового аналізатора;
- вплив кольору на психофізичний стан організму людини.

вміти:

- класифікувати рецептори;
- використовувати знання матеріалу теми в педагогічній практиці і повсякденному житті для відображення об'єктивної реальності і орієнтування людини в навколишньому світі, – для адекватного пристосування до чинників довкілля;
- попереджувати порушення функцій зорового аналізатора;
- використовувати знання про вплив кольору на психічний стан людини з метою його оптимізації.

1.3. Основні терміни і поняття

абсолютна чутливість; абсолютний поріг відчуття; адаптація рецепторів; адекватні подразники; аномалії рефракції; асоціативні зони кори; бінокулярний зір; відчуття; екстерорецептори; збуджуючий постсимволічний потенціал (ЗПП); інтрарецептори; кристалик; механорецептори; пропріорецептори; райдужна оболонка; рецептивні поля; рецептори; рецепторний потенціал; рогівка; сенсорна система; сітківка; склисте тіло; сліпа пляма сітківки; сприйняття; терморецептори; фоторецептори; хеморецептори.

Теоретичні відомості

1. Основні відділи аналізаторної (сенсорної) системи, їх функціональна роль

Організм людини може нормально функціонувати, якщо він постійно обмінюється з зовнішнім середовищем потоками речовин, енергії та інформації. В ЦНС безперервно повинна надходити інформація не тільки про вплив на організм чинників зовнішнього середовища, а й про стан внутрішнього середовища, про діяльність внутрішніх органів. Потік інформації в ЦНС та її аналіз здійснюється аферентною (чутливою) частиною нервової системи, яка являє собою сукупність сенсорних систем. Слово «сенсорний»

(лат. *sensus*) означає чуття, відчуття.

З часів Аристотеля відомі п'ять органів чуттів – зору, слуху, нюху, смаку, дотику. Поруч з класичними органами чуттів, які відображають вплив на організм зовнішнього середовища і створюють певні сенсорні (зорові, слухові та ін.) враження, були виявлені інші сенсорні системи. Вони включають в себе чутливі структури внутрішніх органів і забезпечують інформацією ЦНС про відповідний стан організму: положення тіла в просторі; міру напруження м'язів; функціональний стан внутрішніх органів тощо. Враховуючи розширений погляд у науці на фізіологічний апарат, що виконує складну функцію оцінки кількісних і якісних характеристик подразнень, і підкреслюючи необхідність врахування всіх ланок, що сприймають подразнення, передають і аналізують отриману інформацію, І. П. Павлов (1909) запропонував назвати чутливі утворення організму аналізаторами. Було охарактеризовано вісім аналізаторів (аналізаторних систем): зоровий, слуховий, нюховий, смаковий, вестибулярний, руховий, вісцеральний і аналізатор шкірного відчуття.

В структурі кожного аналізатора розрізняють три основні відділи:

- периферичний (рецептори),
- провідниковий (аферентні нейрони),
- центральний (скупчення нейронів у корі великих півкуль головного мозку).

Поряд з терміном «аналізатор» чимало авторів застосовують термін «сенсорна система», але нерідко таке використання останнього терміну при характеристиці окремих систем не узгоджується з чітким визначенням відповідних аналізаторів. Наприклад, в одних випадках сомато-сенсорною системою називають аналізатор шкірного чуття, в інших – до цієї системи включають два аналізатори – аналізатор шкірного чуття і руховий аналізатор. Терміни «вісцеросоматосенсорна система», «скелетно-м'язова сенсорна система», «система м'язового відчуття і кінестезії», «сомато-сенсорна система» зручно вкладаються в терміни «вісцеральний аналізатор», «руховий аналізатор», «шкірний аналізатор», у застосуванні яких не виникає протиріч.

Інформація про характер дії подразників (стимулів) на організм сприймається спеціалізованими рецепторами. Перетворена рецепторами фізична чи хімічна енергія подразнення в нервові імпульси (нервові збудження) передається доцентрово в мозок через ланцюги нейронів, що утворюють другий, провідниковий, відділ аналізатора. Третій відділ аналізатора – це ділянка кори великих півкуль головного мозку, вона (ділянка) називається проєкційною зоною кори, що сприймає аферентні сигнали і здійснює їх аналіз.

2. Рецептори, їх класифікація і механізм збудження рецепторів

Рецептори – спеціалізовані клітинні утворення в області чутливих нервових закінчень, які сприймають подразнення, кодують їх у потоки нервових імпульсів і сигналізують ЦНС про стан або зміни середовища, в якому вони знаходяться. Ті чинники зовнішнього і внутрішнього середовища, які впливають на рецептори, називаються подразниками, або стимулами. Вони являють собою або заключають у собі певний вид енергії – фізичної (наприклад, сонячна енергія, тиск, розтягнення), хімічної (дія хімічних сполук, іонів) тощо. В процесі еволюції рецептори спеціалізувались до сприйняття дії певних подразників; кожний вид рецепторів, кожний орган чуттів, що має даний вид рецепторів, вибірково сприймає якийсь один вид подразнення. Рецептори сітківки ока пристосувались дуже чутливо реагувати на світло, рецептори нюху – на запах речовин, рецептори органа

слуху – на звук, рецептори м'язів – на розтягнення тощо. Подразник, щодо якого рецептор має вибірково чутливість, називається адекватним. Для рецепторів сітківки ока – паличок і колбочок адекватними є світлові електромагнітні хвилі в діапазоні довжин хвиль від 380 нм до 760 нм, а хвилі поза межами цього діапазону (коротші і довші) та інші подразники для вказаних фоторецепторів є неадекватними (рис. 2.1).

Класифікація рецепторів. Оскільки існує багато видів рецепторів, то їх необхідно було відповідним чином класифікувати, розділити за певними ознаками (за місцем розташування, вибірковою чутливістю до подразників, будовою).

За місцезнаходженням всі рецептори поділяють на екстерорецептори (зовнішні) і інтерорецептори (внутрішні). До інтерорецепторів належать також пропріорецептори – рецептори м'язів, сухожиль, суглобів.

Рецептори органів зору, слуху, нюху, смаку і дотику (екстерорецептори) ділять на дистантні і контактні. Дистантні рецептори (органів зору, слуху і нюху) передають у мозок інформацію про події, що відбуваються на відстані. Контактні рецептори (тактильні, смакові) сигналізують про явища, що відбуваються на поверхні тіла, на слизових оболонках порожнини рота.

До інтерорецепторів належать хеморецептори, осморорецептори, барорецептори, пропріорецептори. Забезпечуючи постійний зв'язок внутрішніх органів, кровоносних і лімфатичних судин, м'язів з ЦНС, вони беруть участь у регуляції всіх процесів життєдіяльності організму – травлення, кровообігу, дихання тощо.

Рис. 2.1

Різні типи рецепторних клітин: – – – – показані ділянки дії подразників, ГО – місця виникнення потенціалу дії (за Г. Шепердом, 1987)

За ознакою вибіркової чутливості до подразників рецептори поділяють на чотири основні групи: механорецептори, терморецептори, хеморецептори, фоторецептори.

Механорецептори – це тактильні і больові рецептори шкіри, пропріорецептори, волоскові клітини внутрішнього вуха, вестибулярного апарата, барорецептори кровоносних судин, що реагують на тиск крові. Ряд авторів виділяє больові рецептори в окрему групу, оскільки біль виникає не тільки при дії механічної енергії. Терморецептори представлені холодними і тепловими рецепторами шкіри, слизових оболонок, а також рецепторами гіпоталамуса, що беруть участь у регуляції температури тіла. Хеморецептори – це смакові і нюхові рецептори, а також рецептори кровоносних судин і різних тканин, що реагують на вплив хімічних речовин. До фоторецепторів належать палички і колбочки сітківки ока – світлочутливі елементи органа зору.

Розрізняють також первинні рецептори і вторинні рецептори. Первинний рецептор являє собою початкову ділянку чутливого нейрона: нюхові рецептори слизової оболонки носа, закінчення чутливих нервових волокон шкіри, внутрішніх органів (вісцерорецептори), м'язів (пропріорецептори). Закінчення чутливих нервових волокон шкіри в одних випадках являють собою непокрите оболонками ділянки волокна (нервові закінчення больових рецепторів), в інших випадках вони оточені капсулою сполучної тканини (тільки Пачіні) або мають вигляд спіралей, гудзиків та інших потовщень.

Вторинними рецепторами є палички і колбочки сітківки ока, смакові рецептори, волоскові клітини органа слуху, волоскові клітини вестибулярного апарата (органу рівноваги).

Вторинні рецептори мають у своєму складі додаткові спеціалізовані рецепторні ненервові клітини, які безпосередньо реагують на дію подразників, збуджуються і

передають своє збудження на другу частину вторинного рецептора – на закінчення чутливого нервового волокна, де виникають нервові імпульси, здатні розповсюджуватись по нервовому волокну. Два елементи вторинного рецептора – нервова рецепторна клітина і закінчення волокна чутливого нейрона з'єднуються між собою синапсом.

Механізм збудження рецепторів. При дії подразників на первинний рецептор підвищується проникність мембрани до іонів натрію, які входять всередину закінчення нервового волокна; внаслідок деполяризації мембрани, розвивається рецепторний потенціал (РП). Його ще називають генераторним потенціалом (ГП), оскільки генерує в найближчій ділянці нервового закінчення потенціал дії (ПД), або нервовий імпульс. Рецепторний потенціал є місцевим потенціалом, що подібний на збуджуючий постсинаптичний потенціал (ЗПСП). Він поширюється до сусідньої ділянки рецептора електротонічно, викликаючи в ній (в першому перехваті Ранв'є мієлінового волокна) деполяризацію. Якщо ця деполяризація досягає критичного порогового або надпорогового рівня, то виникає ПД (нервовий імпульс, хвиля збудження). ПД підкоряється закону «все або нічого», розповсюджується по чутливому нервовому волокну до наступного нейрона ЦНС, передаючи відповідну інформацію шляхом переключення в синапсах.

Зареєстровані в нервовому закінченні Гіда ПД мають постійну тривалість, форму, однакову амплітуду, яка не змінюється при зміні інтенсивності (сили) дії подразника. При збільшенні інтенсивності останнього збільшується тільки частота виникнення ПД, при збільшенні тривалості дії стимулу збільшуються серії ПД. З цими явищами пов'язаний процес кодування інформації про характер дії чинників середовища.

Дія будь-якого подразника (світла, звуку, хімічної речовини, механічної енергії) перекладається на єдину мову нервових імпульсів. Всі нервові імпульси однакові: по специфічних провідних шляхах вони несуть до певних проекційних зон кори великих півкуль головного мозку в закодованому вигляді конкурентну інформацію про характер подразнення. Процес перетворення енергії подразника в рецепторні потенціали, а останніх – у нервові імпульси певної частоти, з певними пачками і інтервалами між ними, являє собою процес кодування інформації. Закодована таким способом інформація з можливим перекодуванням в різних ланках ЦНС сприймається в кінцевому центральному відділі аналізатора – в специфічній проекційній зоні кори головного мозку – центрі слуху або зору, нюху тощо.

На відміну від ПД РП, або ГП, не піддається закону «все або нічого», не передається на далеку відстань, його амплітуда збільшується при збільшенні інтенсивності дії подразника. У вторинному рецепторі за описаним вище механізмом в рецепторній нервовій клітині виникає не генераторний потенціал і не потенціал дії, а рецепторний потенціал (РП), який через синапс трансформується в генераторний потенціал нервового закінчення чутливого нейрона. Генераторний потенціал викликає виникнення ПД. Таким чином, коли мова йде про первинний рецептор, то поняття «рецепторний потенціал» і «генераторний потенціал» співпадають. У вторинних рецепторах рецепторний потенціал виникає в рецепторних нервових клітинах, генераторний – в другій частині рецептора, в ділянці закінчення чутливого нейрона.

Адаптація рецепторів. Основні параметри РП (амплітуда, тривалість) узгоджуються з інтенсивністю і тривалістю дії подразника. Чим інтенсивніше і довше діє стимул, тим більший за амплітудою і тривалістю РП і відповідно більші частота і кількість ПД.

Але в більшості рецепторів РП падає під час постійного стимулу. Таким чином, відбувається пристосування (адаптація) рецепторів і відповідних аналізаторів до окремих стимулів, до тривалості їх дії. Швидкість адаптації окремих рецепторів не однакова. Дуже швидко адаптуються тільки Пачіні (механорецептори дотику і тиску), повільніше – інші механорецептори шкіри, терморецептори, рецептори органів нюху, зору, слуху. Не адаптуються больові рецептори, вісцерорецептори, пропріорецептори, вестибулорецептори.

Внаслідок адаптації рецепторів шкіри швидко втрачається відчуття одягу на тілі, годинника на руці, окулярів. Адаптація зумовлюється не тільки функціональною зміною рецепторів, а й змінами в кіркових відділах аналізаторів. Існує адаптація з підвищенням чутливості аналізаторної системи. Наприклад, якщо людина виходить із яскраво освітленої кімнати на темну вулицю, то в перший момент вона не здатна розрізнити навколишні предмети, але згодом їх контури стають видимими (темнова адаптація).

3. Провідниковий і кірковий відділи аналізаторної системи

Збудження рецепторів забезпечує сприйняття і кодування інформації. Закодована в нервових імпульсах інформація передається в ЦНС по каналах зв'язку – аферентних нейронах провідникового відділу аналізатора. Кожний вид рецепторів має свої специфічні «мічені лінії» зв'язку з відповідними зонами кори головного мозку. Кожна спеціалізована в процесі еволюції група кіркових нейронів здатна сприймати, аналізувати, створювати сенсорне враження впливу на рецептори тільки одного якогось виду енергії – світла червоного чи синього кольору, смаку солодкого чи кислого, дотику чи тиску. Певне сенсорне враження від сприймання сигналів зумовлюється характером рецепторного кодування і кодування другого типу – «міченими лініями» зв'язку.

Аферентні нервові волокна, що йдуть доцентрово від рецепторів, є відростками нервових клітин (аферентних нейронів), тіла яких знаходяться в гангліях (вузлах), розташованих уздовж спинного мозку (спинно-мозкові ганглії) або в гангліях черепно-мозкових нервів. Винятком є нюхові і зорові системи, в яких тіла перших аферентних нейронів розташовані відповідно в слизовій оболонці носа і в сітківці ока.

Аксон у кожного аферентного псевдо уніполярного нейрона в ганглії ділиться на дві гілки: одна гілка входить у спинний або головний мозок, друга, периферична, – іннервує тканини, закінчуючись первинним рецептором або складовим елементом вторинного рецептора. Від рецепторів шкіри, скелетних м'язів, суглобів, внутрішніх органів чутливі волокна утворюють пучки, які разом з руховими нервовими волокнами утворюють периферичні нерви – 31 пару спинно-мозкових нервів.

Чутливі нервові волокна входять у спинний мозок у складі задніх чутливих корінців.

Область голови обслуговується 12-ма парами черепно-мозкових нервів, серед яких є тільки чутливі нерви (I, II, VIII пари), тільки рухові нерви (III, IV, VI, XI, XII пари), і змішані нерви (V, VII, IX, X пари).

Нервові імпульси від рецептивних полів (сукупності чутливих точок на периферії, з яких периферичні стимули впливають на даний нейрон більш високого порядку) по чутливих волокнах спинно-мозкових або черепно-мозкових нервів надходять у спинний або головний мозок і по висхідних провідних шляхах, переключаючись у синапсах, доходять до таламуса, за винятком нервових імпульсів нюхового аналізатора. В таламусі, колекторі майже всіх видів чутливості, переключається інформація у напрямках до відповідних кіркових аналізаторних зон.

Основним відділом аналізаторної системи є проєкційна зона кори великого мозку – центральний (кірковий) відділ сенсорної системи. Сюди надходить інформація від чергового, останнього рівня її переключення, що відбувається в специфічних ядрах таламуса.

Рецептивні поля кожної аналізаторної системи мають у своїх зонах своє представництво, свою проєкцію. Так, у задній центральній закрутці, що розміщується позаду центральної (роландової) борозни в тім'яній долі, знаходяться перша і друга сомато-сенсорні зони. Сюди приходять аферентні проєкції від рецепторів шкіри і рухового апарата (м'язів, сухожилів, суглобів). Причому в першій сомато-сенсорній зоні лівої півкулі кори головного мозку, як і у відповідних специфічних ядрах таламуса, представлена права половина тіла, в правій півкулі – ліва половина тіла. Проєкції нижніх частин тіла знаходяться у верхніх частинах задніх центральних закруток півкуль, проєкції верхніх частин тіла (голови), навпаки, – у нижніх відділах цих закруток.

Первинна зорова ділянка (кіркова зона) локалізується на внутрішніх поверхнях потиличних часток (17 поле, за Бродманом). В проєкціях рецепторів сітківки ока на поле 17, так само як і в інших сенсорних системах, виявляється точний топографічний порядок, причому в кожній півкулі мають проєкцію однойменні половини сітківки: ліві половини – в правій півкулі, а праві – в лівій. При цьому сполучення в кожній півкулі зорових полів обох очей лежить в основі бінокулярного зору (бачення двома очима). Поруч з первинною зоною розташована вторинна (18 і 19 поля). Ця зона має відношення до таких функцій, як зорова увага і управління рухами очей.

Проєкційні зони органів слуху, нюху, смаку локалізовані відповідно в середній частині верхньої закрутки скроневої долі кори великого мозку, в корі нижньої поверхні скроневої долі в області гіпокампа, в нижній частині задньої центральної закрутки; тут же локалізується тактильна чутливість язика. Точна локалізація вестибулярної зони, у людини ще не виявлена. У приматів вона знаходиться в задній центральній закрутці між першою і другою сомато-сенсорними зонами.

Всі сенсорні проєкційні зони, що безпосередньо сприймають інформацію від рецепторів, займають менше 20 % поверхні кори. Решта кіркових областей називається асоціативними зонами, областями, або полями. Нейрони цих зон безпосередньо не зв'язані ні з органами чуттів, ні з м'язами чи іншими виконавчими органами. Вони здійснюють зв'язок між різними областями кори, між її чутливими і руховими зонами, між проєкційними сенсорними зонами кори, об'єднують (інтегрують) інформацію, яка сюди надходить по каналах різних органів чуттів, у цілісні акти навчання (читання, мови, письма), логічного мислення, пам'яті, поведінки. При порушенні функцій асоціативних зон людина втрачає здатність розпізнавання предметів, букв тощо (агнозія), не може виконувати прості рухи, повсякденні дії (моторна апраксія), повністю або частково втрачає здатність розуміння усної мови (сенсорна афазія), і вимови слів (моторна афазія).

В тім'яних асоціативних зонах, розташованих між сомато-сенсорною і зоровою проєкційними зонами, виникають наші суб'єктивні уявлення людини про навколишній простір і її власне тіло. Проєкційні зони зорового аналізатора з'єднуються асоціативними полями з тім'яною і скроневою долями кори правої і лівої півкуль. Лівопівкульний зв'язок забезпечує виділення найбільш суттєвих зорових ознак, а правопівкульний – накопичення і сумачію окремих ознак. Цілісне сприйняття образів забезпечується шляхом інтеграції діяльності всієї сукупності нейронних утворень потиличної, тім'яної і скроневої

областей.

В інтеграції сенсорної інформації про час і простір поруч з тім'яними долями, беруть участь і лобні доли. Лобні доли, що мають обширні двосторонні зв'язки з лімбічною системою мозку, контролюють оцінку мотивації поведінки і програмування складних поведінкових актів, беруть участь в управлінні рухами, використовуючи аферентну інформацію.

Потоки аферентної інформації від периферичних відділів аналізаторних систем надходять до кіркових проекційних зон по специфічних провідних шляхах. Одночасно ці ж потоки нервових імпульсів, збуджуючи ретикулярну формацію, по її неспецифічних шляхах через неспецифічні ядра таламуса досягають кори і активують її. Така активація є необхідною умовою сенсорних вражень: відчуття – свідоме сприйняття – рухова поведінка. Послаблення або припинення висхідних впливів ретикулярної формації на кору великого мозку спричиняє сон.

Відчуття – це відображення властивостей предметів об'єктивного світу, що виникає при їх безпосередній дії на рецептори. Збудження від рецепторів у вигляді нервових імпульсів (закодованої інформації) надходить у ЦНС, де здійснюється складна їх обробка. Це вихідний пункт пізнання світу. При подразненні рецепторів виникає рефлекс – реакція-відповідь за участю ЦНС. Але вона не обов'язкова. В більшості випадків виникає внутрішньо усвідомлений образ стимулу, наприклад, образ якого-небудь предмета.

Відчуття з інтерпретацією (тлумаченням) того, що зустрічалось і було вивчено раніше, в поєднанні з наявним результатом формування внутрішнього образу, називається сприйняттям. Цей складний процес прийому і перетворення інформації, разом з відчуттям забезпечує відображення об'єктивної реальності і орієнтування людини в навколишньому світі.

Відчуття і сприйняття вивчає суб'єктивна сенсорна фізіологія. Об'єктивна сенсорна фізіологія вивчає фізичні, хімічні і фізико-хімічні процеси в сенсорних системах, наприклад, амплітуду РП, частоту ПД, біоелектричну активності ЦНС. Її предметом є аналіз висловлювань, які суб'єкт робить щодо своїх відчуттів і сприйняття. Відчуття, яке виникає у відповідь на дію подразника, характеризується якістю, інтенсивністю, протяжністю і тривалістю. Так, червоне світло – це якість. Проте червоний колір може бути більш або менш яскравим, тобто може розрізнятися за інтенсивністю.

Якщо опустити в гарячу воду палець, то відчуття гарячого буде меншим, ніж при опусканні у воду усієї руки, тобто протяжність відчуття в останньому випадку буде більшою. Спалах світла, короткий звук, укол викликають короткочасне відчуття. Сонце на безхмарному небі, постійний вітер, тривалий звук викликають тривалі відчуття.

При дослідженні аналізаторних систем людини суб'єктивна сенсорна фізіологія використовує психофізичний метод, який полягає в тому, що на подразнення досліджуваній дає усну відповідь про свої відчуття. Для виміру відчуттів у 1834 р. Е. Вебер, а потім Г. Фехнер запровадили і математично обґрунтували суб'єктивні одиниці – абсолютний поріг відчуття і диференційний (різницевий) поріг відчуття.

Мінімальна величина подразника, яка починає викликати відчуття, називається абсолютним порогом відчуття. Мінімальний приріст величини подразнення, що супроводжується ледве помітною зміною відчуття, називається диференційним, або різницевим, порогом. Досліджуючи відчуття тиску, Вебер сформулював закон (закон Вебера), який гласить, що приріст подразнення, щоб стати відчутним, повинен

перевищувати на певну частку попередньо діюче подразнення. Якщо покласти на руку вантаж певної ваги, наприклад 100 г, то посилення відчуття тиску при накладанні додаткового вантажу виникає лише в тому випадку, якщо цей додатковий вантаж переважає вантаж, що діяв раніше, на певну величину – не менше 3 г, тобто 3 % від попереднього вантажу. Отже, для даних умов диференційний поріг дорівнює посиленню тиску на 3 %. Якщо ж на шкіру тисне гиря в 200 г, то для виникнення мінімального відчуття збільшення тиску необхідно додати гирю вагою у 6 г, а при дії на шкіру гирі у 600 г додати вантаж у 18 г. Аналогічне співвідношення було встановлене і щодо рецепторів слуху, зору, пропріорецепторів тощо.

При сприйнятті різних властивостей предметів і явищ має місце збудження багатьох пунктів кори мозку, що зумовлює утворення між ними тимчасових зв'язків. В психології тимчасові зв'язки називають асоціаціями. Внаслідок утворення тимчасових зв'язків на основі багаторазового повторення сигналів від одного і того ж предмета (або явища) достатньо відчуття від частини властивостей даного предмета або явища, щоб виникла реакція-відповідь. Це наслідок генералізації збудження в корі мозку. В процесі подальшого сприйняття відбувається диференціувальне розрізнення окремих властивостей предметів. Складні сприйняття пов'язані з аналізом і синтезом комплексу подразників, які діють на організм в даний момент часу.

Більш досконалою формою конкретно-відчутного відображення дійсності, образним відображенням предмета або явища, які раніше діяли на організм є уявлення. Уявлення – це результат аналізу і синтезу слідових процесів в корі великих півкуль головного мозку. В основі уявлень лежать, складні непостійні зв'язки між відповідними центрами кори мозку, – асоціації і ланцюги асоціацій.

Чутливість. При визначенні диференційного порога виявляють розрізняльну чутливість органа чуття, при визначенні абсолютного порога – чутливість даного органа чуття до адекватного або неадекватного подразника. Чутливість – це загальна здатність до відчуття. Вона є величиною, обернено пропорційною до порога відчуття. До адекватних подразників чутливість рецепторів висока, поріг низький, до неадекватних – навпаки. Чутливість характеризується величиною порога відчуття: чим нижчий поріг, тим вища чутливість. Розрізняють абсолютну і диференційну чутливість, тобто чутливість до розрізнення, і відповідно абсолютний і диференційний пороги відчуття. Основні види (модальності) чутливості: тактильна, больова, температурна, м'язово-суглобова (пропріорецептивна), вісцеральна, зорова, слухова, нюхова, смакова.

Всі органи чуттів дуже чутливі до адекватних подразників. Для збудження однієї палички сітківки ока достатньо одного кванта світла. Темної ночі при абсолютній прозорості повітря світло звичайної свічки око може бачити з відстані 25 км.

Взаємодія аналізаторів. Зв'язуючи структурно і функціонально між собою різні проєкційні зони кори, асоціативні поля визначають взаємодію різних сенсорних систем. Крім того, взаємодія їх зумовлена переходом збудження з доцентрових шляхів однієї сенсорної системи на іншу. Так, в області чотиригорбикового тіла середнього мозку можлива іррадіація збудження із зорових шляхів на слухові і навпаки. Завдяки взаємодії сенсорних систем їх функціональні можливості розширюються, пізнання зовнішнього світу стає більш поглибленим і досконалим.

Своєрідним виявом взаємодії є взаємозамінність функцій сенсорних систем (вікаріювання). Так, люди, що страждають порушенням функцій зорового аналізатору мають можливості «бачити» навколишній світ завдяки загостренню слуху, тактильної

чутливості тощо. Це дає їм можливість жити більш-менш повноцінним життям. Перетворення (кодування) інформації. Механічні, хімічні, світлові та інші подразнення, що несуть інформацію про довкілля, перетворюються рецепторами в універсальні для мозку сигнали – нервові імпульси. Таке перетворення називається сенсорним кодуванням інформації. В цьому процесі беруть участь не тільки рецептори, а й наступні за ними нервові ланцюги і центральні відділи нервової системи. Кодування – це перетворення інформації в умовну форму – код. Код – сукупність знаків (символів) і порядок або система їх набору для передачі, обробки і збереження інформації. Так, для введення інформації в електронну обчислювальну машину використовують двійковий код у вигляді різних комбінацій двох цифр – 0 і 1. Роль кодових знаків або символів у молекулі ДНК виконують чотири види нуклеотидів. Із цієї чотирьох буквеної азбуки складаються «слова»-кодони, в яких закодовані амінокислоти для біосинтезу білків.

Символами в кодуванні інформації сенсорними системами є нервові імпульси. Інформація про дію подразника передається у вигляді окремих груп нервових імпульсів – «пачок». Ці групи імпульсів можуть бути різної протяжності і різної частоти. Частота нервових імпульсів є носієм інформації про інтенсивність дії подразника. Збільшення інтенсивності подразнення, наприклад, тиску на тактильні рецептори шкіри, супроводжується збільшенням частоти виникнення нервових імпульсів у нервових закінченнях.

Отже, при зміні сили подразнення амплітуда (висота) і форма нервових імпульсів не змінюється, змінюється лише їх частота, яка і сприймається (аналізується) відповідними зонами кори головного мозку. Способом кодування інтенсивності стимулів є також кодування числом нервових елементів, які беруть участь у відповіді на дію цих стимулів. Кодування якості подразнень (зорових, слухових, тактильних і тощо) здійснюється просторово-часовим розподілом електричної активності нервових волокон – числом імпульсів у «пачках», їх тривалістю і тривалістю міжімпульсних інтервалів. Окрім того, рецептори мають свої специфічні «мічені лінії» зв'язку з відповідними зонами кори головного мозку. Кожна спеціалізована в процесі еволюції група кіркових нейронів здатна сприймати і аналізувати лише один вид інформації: вплив енергії світла червоного чи синього кольору на відповідні рецептори сітківки ока, дотику чи тиску від механорецепторів шкіри тощо.

Після першого року життя, коли дитина починає ходити і розширює свої можливості контакту з навколишніми об'єктами, вона тягнеться до кожного предмета, обмацує його, заглядає всередину, пробує підняти, бере в рот. При цьому у відповідні центри кори мозку надходить багато сенсорних сигналів (зорових, дотикових, м'язово-суглобових, слухових смакових). На основі аналізу і синтезу цієї інформації виникають збагачені образи окремих предметів, відбувається більш повне їх пізнання.

Активність однієї сенсорної системи може знижуватись або підвищуватись при одночасному збудженні іншої. Наприклад, при посиленні освітлення підвищується слухова чутливість; слухове відчуття ритмічних звуків супроводжується посиленням м'язово-рухової чутливості. Збудливість рецепторів сітківки ока значно знижується при дії шумів середньої і великої звучності. Обливання шкіри холодною водою підвищує гостроту зору, обливання теплою водою, навпаки, знижує зір.

Систематичні фізичні тренування, пов'язані з інтенсифікацією діяльності пропріорецептивного апарата, значно покращують функцію багатьох аналізаторних систем. У гандболістів, баскетболістів, льотчиків постійно удосконалюється зорова сенсорна система – збільшуються гострота і поле зору. У гімнастів, плавців,

автомобілістів покращується функція вестибулярного аналізатора, що виражається в підвищенні стійкості до похитування, трясіння, обертальних рухів. У кваліфікованих вантажників, спортсменів, які займаються спортивною боротьбою, поруч з домінуванням рухового аналізатора підвищується інформативність аналізатора шкірного чуття. Знання перебігу фізіологічних процесів у сенсорних системах при дії на організм людини різноманітних подразників, вміння визначати стан цих систем використовуються у виробничій практиці для оцінки рівня кваліфікації працівника, визначення рівня втоми, попереджень перенапружень і травмувань.

4. Зоровий аналізатор. Будова ока і функціональна роль його структур

Зоровий аналізатор – найскладніша сенсорна система, з її допомогою людина отримує понад 80 % інформації про зовнішній світ. Специфічним подразником фоторецепторів органа зору є світлові промені (електромагнітні хвилі), відбиті або випромінювані об'єктами навколишнього середовища. Зоровий аналізатор здатний сприймати світло з довжиною хвиль від 380 нм до 760 нм. Світлове електромагнітне випромінювання одночасно має властивості хвиль і частинок, які називаються квантами електромагнітного поля.

Зоровий аналізатор, як і будь-яка інша аналізаторна (сенсорна) система, складається з трьох основних відділів: Периферійного (око), провідникового (зорові шляхи та підкіркові нервові утвори) і центрального – ділянки кори великих півкуль головного мозку в області потиличної долі.

Око людини складається з очного яблука допоміжних частин: повік, вії, брів, кон'юнктиви, слізного апарату, рухового апарату. Поверхня очного яблука представлена трьома оболонками: склерою, або білковою оболонкою, судинною оболонкою і сітківкою. Спереду склера переходить у прозору частину – рогівку, яка пропускає світло в око. Судинна оболонка утворює війкове тіло і райдужну оболонку (рис. 2.2). Війкове тіло – це гладенький м'яз, що має колову форму; за допомогою циннових зв'язок війкове тіло з'єднується з кришталиком і разом з ним забезпечує акомодацию ока – чітке бачення предметів на різній віддалі.

Рис. 2.2

Схема будови ока (А) і сітківки (Б): 1 – зовнішні м'язи, 2 – рогівка, 3 – водяниста волога передньої камери, 4 – зіниця, 5 – райдужна, 6 – кришталик, 7 – війковий м'яз, циннова зв'язка, 8 – склисте тіло, 9 – сітківка і центральна ямка в ній, 10 – склера, 11 – зоровий нерв, 12 – пігментний шар, 13 – шар паличок і колбочок, 14 – шар біполярних клітин, 15 – шар гангліозних клітин

Кришталик – своєрідна двоопукла лінза, розташована між райдужною оболонкою і склистим тілом. При скороченні війкового м'яза циннові зв'язки, що утримують кришталик розслаблюються, він стає більш випуклим і сильніше заломлює проміння в момент здійснення акту акомодации.

При розслабленні війкового м'яза циннові зв'язки, навпаки, натягуються, кришталик при цьому сплющується, його заломна сила зменшується і точка ясного бачення встановлюється на далеку відстань. Війковий м'яз іннервується парасимпатичними волокнами окорухового нерва (III пара черепно-мозкових нервів, ядра яких знаходяться в середньому мозку).

Спереду війкового тіла лежить райдужна оболонка. Її пігмент зумовлює колір очей. У

центрі райдужної оболонки є отвір (зіниця). При скороченні колового м'яза райдужки діаметр зіниці зменшується (до 2 мм). Розширення зіниці (до діаметра 8 мм) настає при скороченні радіального м'яза. Коловий м'яз райдужки іннервується парасимпатичними волокнами III пари черепно-мозкових нервів, радіальний м'яз іннервується симпатичним нервом.

При найменшому діаметрі зіниці в око надходить в 16 разів менше світла, ніж при її найбільшому діаметрі. Звуження і розширення зіниць відбувається рефлекторно і відносно повільно. Зіниця не лише зменшує або збільшує величину світлового потоку, чим сприяє рівномірному освітленню сітківки, а й направляє світло на центральну частину кришталика та попереджує аберацію – нечітке зображення на сітківці ока. При підвищенні тону парасимпатичних нервів зіниця звужується, при підвищенні тону симпатичних нервів – розширюється.

Між рогівкою і райдужною оболонкою, а також між райдужкою і кришталиком знаходяться передня і задня камери ока, заповнені прозорою водянистою вологою. За кришталиком лежить склисте тіло – прозора, драглиста маса, позбавлена кровоносних судин і нервів. Склисте тіло займає майже всю порожнину очного яблука.

Сітківка, або сітчаста оболонка, – світлочутлива внутрішня оболонка очного яблука, що має в своєму складі фоторецептори – близько 110-125 млн. паличок і близько 6-7 млн. колбочок (рис. 2.3). Через сітку нейронів сітківки світлові сигнали від фоторецепторів конвертують (сходяться) до гангліозних нервових клітин, аксони яких у вигляді нервових волокон (близько 1 млн.) утворюють зоровий нерв. Місце сітківки де виходять волокна зорового нерва, називається сліпою плямою, її діаметрі близько 1,5 мм. Тут немає ні паличок, ні колбочок.

У задньому полюсі сітківки навпроти зіниці (3-4 мм до середини від сліпої плями) розташована – жовта пляма з своїм невеликим заглибленням – центральною ямкою. Це точка найкращого бачення. В жовтій плямі знаходяться тільки колбочки. До периферії від неї кількість колбочок поступово зменшується, а кількість паличок – збільшується. Сітківка має складну багат шарову будову. Її зовнішній шар представлений пігментним епітелієм чорного кольору, який безпосередньо прилягає до судинної оболонки. Далі у напрямку до склистого тіла послідовно лежать шари фоторецепторів, біполярних і гангліозних клітин. Між ними розташовані горизонтальні і амакринові клітини, які функціонально поєднують діяльність всіх елементів сітківки, зв'язують по горизонталі біполярні і гангліозні клітини, збільшуючи рецептивні поля гангліозних клітин.

Рис. 2.3

Сітківка ока

Ділянка фоторецепторів сітківки, зв'язана з однією гангліозною клітиною, називається рецептивним полем. Одна гангліозна клітина через багато біполярних і горизонтальних нейронів зв'язується з тисячами фоторецепторів, які складають рецептивне поле. Кожна паличка, як і колбочка, складається із зовнішнього членика, чутливого до дії світла, і внутрішнього сегмента з ядром і мітохондріями. Членик палички має пластинчасту будову. Він складається з мембранних дисків. Колбочковий членик (зовнішній сегмент) відповідно до дисків паличок має мембранні складки. В мембранні диски паличок включені молекули зорового пігменту, який називається родопсином, або зоровим пурпуром. Ця речовина має червоне забарвлення і здатна поглинати зелені та сині промені світла. В колбочках міститься споріднений родопсину пігмент (йодопсином), чутливий до червоного, зеленого і синього світла.

Палички є рецепторами, що сприймають світлові промені в присмеркових умовах, колбочки функціонують в умовах яскравого освітлення і сприймають колір. Паличковий тип зору називається скотопічним (присмерковим), колбочковий – фотопічним (денним). У функціональному відношенні в органі зору розрізняють оптичну (світлозаломлюючу) і світлосприймаючу системи.

Оптична (світлозаломлююча) система ока. До неї належать рогівка, зіниця, водяниста волога, кришталік і склисте (склоподібне) тіло. Оптична система пропускає в око і заломлює світлові промені, забезпечуючи чітке зображення предметів на сітківці. Формування зображення на сітківці дуже складний процес, оскільки різні елементи оптичної системи мають різну заломну силу.

Заломна здатність оптичної системи ока виражається у діоптріях. Одна діоптрія (Д) – оптична сила лінзи з фокусною відстанню 1 м. Для того щоб визначити заломну силу лінзи, необхідно 1 м поділити на її фокусну відстань. За середню величину фокусної відстані ока людини прийнято вважати 17 мм (0,017 м). Це відстань від сітківки до вузлової точки, точки, де промінь, що проходить через рогівку, не заломлюється. На схемах вона позначається буквою О, а фокусна відстань – буквою Р. Отже, заломна сила оптичної системи загалом, при розгляданні далеких предметів, дорівнює: $D = 1/P = 1/0,017 = 59$ діоптрій. При розгляданні близьких предметів оптична сила ока становить понад 70 діоптрій.

Щоб отримати схематичне зображення предмета, необхідно провести лінії від кінців предмета, який розглядається, до вузлової точки і продовжити їх до перетину із сітківкою. Зображення на сітківці виходить справжнім, зменшеним і оберненим. Проте ми бачимо оточуючий нас світ не перевернутим. Це пояснюється результатом вивчення навколишнього середовища, накопиченням досвіду в процесі пізнання існуючої реальності, взаємодією різних сенсорних систем, що сприймають і аналізують інформацію. Дитина на початку свого життя бачить предмети в перевернутому вигляді. При розгляданні предметів, що знаходяться на різних відстанях від ока, їх чітке зображення забезпечується акомодациєю ока. Акомодация – пристосування (установка) ока до чіткого бачення предметів на різних відстанях. Вона досягається зміною заломлюючої сили кришталіка, завдяки чому фокус проміння розміщується точно на сітківці ока (рис. 2.4).

Коли розглядається далекий предмет, то війковий м'яз розслаблюється, циннові зв'язки натягуються, кришталік сплющується. Такий стан розслаблення акомодативного апарата традиційно називають спокоем акомодативної системи. Оптична установка ока при спокої акомодативної системи називається рефракцією ока. При нормальній, або еметропічній, рефракції паралельні промені від далеких предметів, після заломлення їх в оптичній системі, перетинаються (фокусуються) на сітківці і цим забезпечується чітке бачення.

Аномалії рефракції. У багатьох людей, внаслідок збільшення діаметра очного яблука в передньо-задньому напрямку або перенапруження війкового м'яза, паралельні промені від далеких предметів фокусуються перед сітківкою. За таких умов зображення предмета стає нечітким, розпливчастим. Таке порушення рефракції називається короткозорістю (міопією) або гіпометропатією. Короткозорість успадковується, але вона часто виникає у дітей шкільного віку в результаті інтенсивної і безладної зорової роботи на близькій відстані. Розвитку короткозорості сприяє недостатнє освітлення робочого місця, неправильна посадка при читанні, письмі, дрібний шрифт книг з нечітким і блідим друком. Порушення зору негативно впливає на успішність учнів, на розумовий розвиток.

Якщо короткозорість своєчасно не коригують усуненням причин, що її викликають, то це може привести до зниження зору, косоокості і навіть відшарування сітківки.

Якщо промені від віддалених предметів перетинаються не на сітківці, а за сітківкою, то така рефракція називається далекозорою, або гіперметропічною (рис. 2.5).

Новонароджені діти, як правило, далекозорі. У них передньо-задня вісь ока коротка і тому паралельні промені від далеких предметів збираються позаду сітківки. Із віком дитини розмір її очного яблука збільшується і далекозорість зменшується. До 9-12-річного віку у більшості дітей очі стають еметропічними.

Далекозорість спостерігається також у людей похилого віку. Її основною причиною є втрата еластичності кришталика і пов'язана з цим слабкість заломної здатності ока.

Стареча далекозорість називається пресбіопією. Для корекції такої далекозорості, тобто для забезпечення можливості розглядати предмети на близькій відстані, застосовують окуляри з двоопуклими лінзами. Дитячої далекозорості не коригують, оскільки діти добре бачать і далекі, і близькі предмети.

Рис. 2.4

Пристосування ока до чіткого бачення предмета на різних відстанях: А – явище конвергенції очних яблук і акомодатції при розгляданні близького об'єкта (1 – кут конвергенції); Б – хід променів від далекого об'єкта (очні яблука не конверговані і не акомодовані, кришталики сплюснені)

Світлосприймаюча система ока. Досягнувши фоторецепторів сітківки світлова енергія за участю родопсину і інших зорових пігментів через ряд складних проміжних реакцій перетворюється в електричні сигнали, які по ланцюгах нейронів передаються в зорову область кори потиличної долі. Тут сприймається і аналізується інформація про все, що ми реально бачимо – про форму, розмір, відстань, колір, рух різних об'єктів.

Механізм перетворення світлової енергії в сигнали, що здатні розповсюджуватися до ЦНС по нейронах, більш детально вивчений у паличках, ніж у колбочках. При квантових сплесках світла в зовнішніх сегментах паличок родопсин розчіплюється на ретиналь – похідне вітаміну А і білок опсин. На світлі після відділення опсину відбувається перетворення ретиналю у ретинол (вітамін А). В темноті синтез родопсину із вітаміну А і опсину відновлюється. Таким чином, вітамін А, що надходить в організм з їжею, є джерелом утворення родопсину.

При гіпо- та авітамінозі А може розвинутиися нічна, куряча сліпота (гемералопія) – різке погіршення присмеркового зору. При поглинанні фотона світла молекулою родопсину відбувається багатоетапний процес розчеплення родопсину, що супроводжується генерацією первинного і вторинного рецепторних потенціалів. При цьому спостерігається гіперполяризація мембрани палички або колбочки (при подразненні рецепторів інших сенсорних систем розвивається деполяризація). Цей факт є однією із фундаментальних фізіологічних особливостей рецепторів сітківки ока.

При дії світла на фоторецептор виникає рецепторний потенціал у вигляді хвилі гіперполяризації, яка електротонічним шляхом через синапси викликає гіперполяризацію горизонтальних клітин, які, в свою чергу, деполяризують сусідні колбочки. В біполярних і гангліозних клітинах в залежності від багатьох умов (включення і виключення світла, стимуляції світлом центра чи периферії рецептивного поля, взаємодії рецептивних полів між собою, впливу на колбочки різних кольорів тощо) розвиваються процеси деполяризації і гіперполяризації, збудження і гальмування. Генерація рецепторних потенціалів у сітківці може виникати у відповідь на включання світлового подразнення

(on-ефект), на виключення (off-ефект), на включення і виключення (on-off-ефект).

Рис. 2.5

Схема ходу променів через заломлюючі структури ока: А – нормальне око (еметропія), Б1 – короткозоре око (міопія), Б2 – корекція короткозорості з допомогою двовгнутих лінз, В1 – далекозоре око (гіперметрія), В2 – корекція далекозорості з допомогою двоопуклих лінз; 1 – чітке зображення, 2 – розмите зображення, 3 – корекція.

Провідниковий і кірковий відділи зорового аналізатора. Зорова інформація від сітківки ока передається в мозок через аксони гангліозних клітин сітківки, які утворюють зоровий нерв.

Правий і лівий зорові нерви після виходу з орбіт на нижній поверхні головного мозку, спереду від гіпофіза утворюють перехрестя (хіазму). Тут пересікаються нервові волокна, що йдуть від носових половин обох сітківки. Волокна, що йдуть від скроневої половин кожної сітківки продовжують іти з тієї ж сторони; об'єднуючись разом з перехрещеним пучком волокон протилежного зорового нерва вони утворюють зоровий тракт. Отже, в кожному зоровому тракті є половина волокон від зовнішньої (латеральної) частини одного ока і половина від внутрішньої (медіальної) частини другого ока. Цим забезпечується представництво обох очей у кожній півкулі головного мозку -- бінокулярний зір. Зорові тракти несуть імпульси до латеральних колінчастих тіл (ЛКТ), верхніх бугорків чотиригорбикового тіла та інших підкіркових ядер (рис. 2.6). Від ЛКТ зоровий шлях веде через зорову радіацію до первинної зорової кори (поле 17) потиличної долі обох півкуль головного мозку.

Нервові клітини передньо-верхніх бугорків чотиригорбикового тіла середнього мозку (підкіркові зорові центри) беруть участь у рухових реакціях органа зору, у формуванні зорових орієнтувальних рефлексів. Первинна зорова кора потиличної долі утворює зв'язки з вторинною і третинною зоровою корою, а також з верхніми бугорками чотиригорбикового тіла. Тут, в кірковій області зорового аналізатора, завершується вищий аналіз зорової інформації при участі асоціативних зон тім'яної і потиличної часток кори великих півкуль головного мозку.

Гострота зору – це здатність ока розрізнити найменшу відстань між двома точками. Мірою гостроти зору є кут, який утворюється між променями, що йдуть від двох точок предмета до ока, – кут зору. Чим менший цей кут, або чим менша відстань між двома точками, тим вище гострота зору. Нормальною гострота зору вважається тоді, коли цей кут дорівнює одній кутовій хвилині. Такий показник прийнято за одиницю зору.

Рис. 2.6

Зв'язок зорових шляхів з регуляцією ширини зіниці і процесом акомодативної: 1 – райдужна оболонка, 2 – зіниця, 3 – подушка таламуса, 4 – війковий м'яз, 5 – ціліарний гангліон, 6 – ядро ококорухового нерва, 7 – передні горбки чотиригорбикового тіла середнього мозку, 8 – латеральне колінчасте тіло, 9 – кіркові зорові центри в потиличній долі

Гострота зору вважається найвищою тоді, коли зображення попадає на ділянку центральної ямки або жовтої плями. Вона зменшується в напрямку до периферії сітківки ока. Для визначення гостроти зору використовують таблиці з букв, цифр, розірваних кілець (для дітей дошкільного віку використовують таблиці, на яких зображені малюнки різного розміру). Показником гостроти зору для даного ока є найменший рядок, котрий піддослідний визначив без помилок. Справа від цього рядка на таблиці вказана гострота зору (від 0,1 до 2,0 одиниць). Гостроту зору визначають при достатньо інтенсивному освітленні і для кожного ока окремо. Той, у кого визначають гостроту зору, сідає на

відстані 5 м від таблиці.

Поле зору і бінокулярний зір. Простір, який охоплюється оком при фіксованому стані очного яблука, називається монокулярним полем зору. Сукупність всіх точок простору, які сприймаються двома нерухомими очима, називається загальним полем зору, або бінокулярним зоровим полем. Поля зору обох очей частково співпадають, перекриваються і це явище має велике значення при сприйнятті та оцінці простору. Поля зору для різних кольорів неоднакові. Для зеленого кольору поле зору менше, ніж для червоного, жовтого і синього кольорів. У спортсменів-футболістів, які упродовж тривалого часу тренуються і грають на зеленому футбольному полі, поле зору для зеленого кольору значно збільшується. У представників ігрових видів спорту межі загального поля зору ширші, ніж у людей, які не займаються спортом. У всіх людей найбільше поле зору для безколірних предметів, оскільки вони максимально охоплюються периферичним зором, пов'язаним переважно з функцією паличок сітківки. Межі поля периферичного зору вимірюють периметром. При розгляданні предмета двома очима (бінокулярного) створюють два зображення на сітківках правого ока і лівого ока. Проте у зоровій області кори головного мозку сприйняття подвійного зображення об'єднується в один образ. Оскільки зображення предмета виникає на ідентичних, кореспондуючих точках сітківки, створюється враження не двох, а одного предмета. Якщо промені від предмета потрапляють на неідентичні точки сітківки, то зображення предмета буде роздвоєним. Роздвоєння зображення предмета можна викликати легким натисканням пальцем збоку на одне око або ж надмірним наближенням предмета до очей. Роздвоєння зображення, або двоїння в очах, нерідко зустрічається як патологічне явище, наприклад, при косоокості. Косоокість частіше виявляється у дітей. Її причини: переляк, інфекційні хвороби, диспепсії, розлади нервово-м'язового апарату різної етіології, параліч зовнішнього прямого м'яза ока тощо. В половині випадків косоокості спостерігається ослаблення зору одного ока.

Бінокулярний зір необхідний людині для більш ефективного орієнтування в просторі, для оцінки відстані і глибини розташування предметів, для сприйняття форми, рельєфу і величини об'єктів.

Стереоскопічність (об'ємність, рельєфність) спостережуваного двома очима об'єкта визначається тим, що поле зору одного ока накладається на поле зору другого ока, а також тим, що правим оком сприймається зображення дещо більшої частини правої сторони, а лівим оком – іншої, протилежної сторони.

Оцінка відстані до об'єкта, який розглядається, його рельєфності і величини забезпечується участю механізмів акомодатії і конвергенції. При конвергенції зводять вісі правого і лівого очей на об'єкті, що розглядається. Чим ближче розташований об'єкт, тим сильніше скорочуються прямі внутрішні м'язи очних яблук.

Величина об'єкта визначається величиною його проекції на сітківку, а також пам'яттю про справжню величину об'єкта і порівнянням його з іншими об'єктами.

Рухи очей. Наявність різних видів руху очей є необхідною умовою сприйняття зорової інформації. Розрізняють такі рухи очей:

- співдружні рухи очних яблук вгору, вправо, вниз, вліво, так що їхні вісі залишаються паралельними;
- при розгляданні предметів на різній відстані зорові вісі конвергують, коли предмет наближається, і дивергують, коли предмет віддаляється;
- обертальні рухи очей у фронтальній площині при нахилах голови вбік;

- швидкі стрибкоподібні рухи очей із однієї фіксації в іншу (саккади). Завдяки безперервним коливальним рухам очей забезпечується бачення нерухомих предметів;
- тремор – ритмічні коливальні рухи, які ніколи не припиняються;
- повільний дрейф, за рахунок якого точка фіксації відходить від фіксованого об'єкта;
- стеження за предметом, який рухається, – плавні рухи очей з корекційними саккадами (оптокінетичний ністагм);
- рухи очей при розгляданні складних зображень;
- рухи очей при читанні.

Руки ока здійснюються шістьма зовнішніми очними м'язами, які іннервуються трьома черепно-мозковими нервами: окоруховим (III), що іннервує внутрішній, нижній і верхній прямі і косі м'язи; блоковим нервом (IV), що іннервує верхній косий м'яз; відвідним нервом (VI), який іннервує зовнішній прямий м'яз. М'язи скорочуються довільно і мимовільно у відповідності з сприйняттям зорової інформації.

5. Вплив кольору на психофізіологічний стан організму людини

Існує ряд теорій колірної зору. Найбільш поширеною є трьохкомпонентна теорія сприйняття кольорів. Вона була започаткована поглядами М. В. Ломоносова ще у 1756 і науково обґрунтована рядом інших вчених (Юнг, Максвелл, Гельмгольц та ін.). Згідно з цією теорією, в сітківці ока є три типи колбочок, які різною мірою чутливі до червоного, зеленого й синього кольорів. Перший тип колбочок переважно реагує на червоний колір, другий – на зелений, третій – на синій. Ці кольори були названі основними.

С прийняття різноманітних кольорових відтінків забезпечується фізіологічною комбінацією в різних пропорціях цих трьох основних кольорів. Люди, які мають нормальний колірний зір, називаються трихроматами. Існують люди, у яких відмічається порушення функцій апарата колірної зору, – дальтоніки.

Дальтонізм виражається в недостатності розрізняти деякі кольори, найчастіше червоний і зелений. Цей дефект зору успадковується за типом успадкування зчеплення зі статтю. Дальтоніків чоловічої статі в декілька разів більше, ніж осіб жіночої статі. Відсутність у сітківці ока елементів, що сприймають червоний колір, називається протанопією, зелений – дейтеранопією, синій або фіолетовий – тританопією. Інколи зустрічається повна кольорова сліпота, коли навколишній світ сприймається людиною як зображення на екрані чорно-білого телевізора. Син не може успадкувати дальтонізм від батька, а тільки від матері. У дочки проявляється дальтонізм, коли в її клітинах поєднуються батьківський і материнський патологічні гени, зчеплені з X-хромосомами.

Згідно з вченням про психофізіологічний вплив кольорів на організм людини всі кольори поділяють на теплі і холодні, активні і пасивні, важкі і легкі, відступаючі і наступаючі тощо. До теплих кольорів належать червоний, жовтогарячий, жовтий; до холодних – голубий, синій, фіолетовий. Теплі кольори допомагають людині переносити холод, холодні – спеку. Всі теплі кольори відносяться до активних кольорів, вони активізують фізіологічні процеси в організмі, збуджують і піднімають настрій, збільшують фізичну працездатність. Холодні кольори є пасивними, вони сповільнюють фізіологічні процеси, заспокоюють (пригнічують) психіку людини (лікування шизофренії синім кольором).

Виявлено вплив кольору на працездатність, кров'яний тиск, апетит, увагу, емоції, гостроту слуху тощо. Від того, який колір людині до вподоби, можна дізнатися про її характер, бажання, схильності, психологічний стан, рівень здоров'я.

Найменш втомливими є кольори середини сонячного спектру – жовто-зелені, зелені, а

також світлі ахроматичні тони. Всі темні кольори діють на психіку пригнічуюче (важкі кольори); легкі і світлі кольори покращують настрій. Теплі, активні кольори – «наближують», холодні – «віддаляють» предмет від людини, яка на нього дивиться. До попереджуючих кольорів належить червоний (небезпека), жовтий (увага), зелений колір – колір безпеки. Усі темні кольори, завдяки явищу іррадіації збудження, зменшують предмети, світлі – збільшують (чорний квадрат на світлому фоні здається меншим, ніж білий на темному).

Колір є важливим чинником, який впливає на самопочуття, настроїв школярів, на їх здоров'я, на ефективність навчальних занять («кольоровий клімат»). Спортивний зал пофарбований в світлі, теплі тони стане більш просторим і світлим (темні, маловиразні тони роблять приміщення тісним, душним, незатишним). Непридатними для спортивних залів є холодні кольори (синій, сірий), вони негативно впливають на настрій і працездатність школярів.

Враховуючи факт наближеної дії ряду світлих кольорів, лінії розмітки для метання на стадіоні фарбують жовтогарячими фарбами. Важкі гантелі, штанги, пофарбовані у світлий колір, здаватимуться легшими, ніж ті, які пофарбовані в традиційний чорний колір. Згідно з міжнародною кольоровою символікою до забороненого і попереджувального належить білий або жовтий кольори, до наказового – синій.

Ситуаційні запитання і задачі (самостійна робота студентів)

1. В рецепторах здійснюється кодування інформації, що надходить із зовнішнього або внутрішнього середовища, тобто перетворення її в нервові імпульси, здатні поширюватись по провідних шляхах. Яким чином кодується інформація?
2. Які пристосувальні механізми ока забезпечують чітке бачення:
 - при зміні відстані до об'єкта?
 - при зміні освітлюваності?
 - при розгляданні нерухомих предметів і предметів, що рухаються? Чому жаба бачить тільки ті предмети, які рухаються?
3. Як називається рефракція при надходженні паралельних променів в око (від далекого предмета), коли ці промені:
 - перетинаються на сітківці ока?
 - перетинаються перед сітківкою?
 - перетинаються за сітківкою? Яким чином можна коригувати аномалії рефракції?
4. Око людини здатне розрізняти до 13 тисяч кольорових відтінків. Це досягається комбінацією взаємодії всього трьох видів світлосприймаючих рецепторів сітківки ока. Які це рецептори? Як вони називаються і як функціонують?
5. В темряві відбувається різке збільшення чутливості сітківки ока, проте чутливість до сприйняття червоного кольору не підвищується. Чому? Які рецептори відповідають за нічне бачення?
6. Дальтонізм – спадковий дефект зору, який полягає в нездатності розрізняти деякі кольори, в більшості випадків червоний і зелений. Батько і син дальтоніки, мати сина має нормальний колірний зір. Від кого і як успадкував син дальтонізм?
7. У людини виникла гемералопія (куряча сліпота) – різке погіршення присмеркового зору. Що могло бути причиною цього?
8. Якщо дитині в перші місяці після народження показати свічку, яка горить, то вона, намагаючись схопити полум'я, протягне руку не до верхнього, а до нижнього кінця

свічки. Як можна пояснити цей факт? Чому пізніше дитина починає правильно розпізнавати верх і низ?

9. Як відбувається в сітківці ока перетворення світлової енергії в нервові імпульси? Який шлях цих імпульсів до кіркових і підкіркових зорових центрів?

10. Школяр 5-го класу помітив, що він раптом перестав розрізняти окремі цеглини на стіні будинку, розташованого на протилежній стороні вулиці. Як пояснити цей факт і що необхідно порекомендувати учневі?

11. Мірою гостроти зору служить кут, який утворюється між променями, що йдуть від двох точок предмета до ока, – кут зору. У більшості людей мінімальний кут зору – 1 мінута (одиниця зору). Якщо величина кута зору менша 1 мін., то яка буде гострота зору – більш висока чи більш низька? Як визначається гострота зору?

12. Що таке поле зору? Чому у футболістів зелене поле зору більш широке, ніж у осіб, які не займаються спортом?

13. Чому кури погано бачать вночі, а сови вдень?

УДК 612(075.8)

ББК 28.01я7

© П.Д. Плахтій, В.П.Молев