

Міністерство охорони здоров'я України  
Вищий державний навчальний заклад України  
«УКРАЇНСЬКА МЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ»



*Ю.П. Костиленко, І.І. Старченко, О.К. Прилуцький, В.О. Рогуля*

# **ФУНКЦІОНАЛЬНА МОРФОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ЛЮДИНИ**

**Навчальний посібник**

**Полтава 2007**

Міністерство охорони здоров'я України  
Вищий державний навчальний заклад України  
«УКРАЇНЬСЬКА МЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ»

*Ю.П. Костиленко, І.І. Старченко, О.К. Прилуцький, В.О. Рогуля*

# ФУНКЦІОНАЛЬНА МОРФОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ЛЮДИНИ

Навчальний посібник

Полтава 2007

УДК: 611.83

ББК: 28.706

Костиленко Ю.П., Старченко І.І., Прилуцький О.К., Рогуля В.О.

В роботі висвітлено структуру органів чуттів з точки зору їх функції, наведено сучасні уявлення, щодо механізмів впливу зовнішнього середовища на організм людини, та шляхи реакції організму на ці впливи.

Велика увага приділена клінічним проявам порушення функціонування органів чуття, вдало описані основні етапи їх розвитку, та систематизовані аномалії і вади розвитку.

Посібник призначено для студентів, викладачів кафедри анатомії людини, аспірантів.

Бібліографія: 40 джерел. Малюнків та схем: 35.

**РЕЦЕНЗЕНТИ** Завідувач кафедри гістології,  
цитології та ембріології  
Харківського державного  
медичного університету  
доктор медичних наук,  
професор

Масловський С.Ю.

Завідувач кафедри анатомії  
людини Дніпропетровського  
державного медичного університету  
доктор медичних наук,  
професор

Козлов В.О.

Затверджено на засіданні ЦМК  
Вищого державного навчального закладу України  
«Українська медична стоматологічна академія»  
протокол № 8 від 17 травня 2007 року.

Рекомендовано Центральним методичним кабінетом  
з вищої медичної освіти МОЗ України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих медичних навчальних закладів  
IV рівня акредитації.  
Протокол №3 від 18.10.2007 року  
засідання Комісії з медицини науково-методичної ради  
Міністерства освіти і науки України

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІВ ЧУТТІВ ЛЮДИНИ.....	6
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗАТОРИ ТАКТИЛЬНОЇ, ТЕМПЕРАТУРНОЇ, БОЛЬОВОЇ, М'ЯЗОВО-СУГЛОБОВОЇ І ВІСЦЕРАЛЬНОЇ ЧУТЛИВОСТІ.....	17
РОЗДІЛ 3 ОРГАН ЗОРУ.....	31
РОЗДІЛ 4. ОРГАН СЛУХУ Й СТАТО-КІНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗАТОР (ПРИСІНКОВО-ЗАВИТКОВИЙ ОРГАН).....	58
РОЗДІЛ 5. ОРГАН СМАКУ.....	80
РОЗДІЛ 6 ОРГАН НЮХУ.....	85
РОЗДІЛ 7. ЕФЕРЕНТНІ ЗВ'ЯЗКИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ (НИЗХІДНІ ПРОЕКЦІЙНІ ПРОВІДНІ ШЛЯХИ).....	89
ЛІТЕРАТУРА.....	100

## ПЕРЕДМОВА

За нашими спостереженнями студенти мають труднощі при засвоєнні матеріалу з розділу «Органи чуттів, провідні шляхи центральної нервової системи», як при розгляді на практичних заняттях, так і під час підготовки до іспиту. На нашу думку це викликано тим, що в поширених підручниках з анатомії людини, цей розділ здебільшого викладений несистематизовано, а також останнім часом з'являються все нові дані, щодо функціонування органів чуттів людини, які певною мірою пояснюють закономірності будови органів чуттів, але ці дані не знаходять висвітлення в існуючих підручниках.

В роботі висвітлено структуру органів чуттів з точки зору їх функції, наведено сучасні уявлення, щодо механізмів впливу зовнішнього середовища на організм людини, та шляхи реакції організму на ці впливи.

Велика увага приділена клінічним проявам порушення функціонування органів чуттів, вдало описані основні етапи їх розвитку, та систематизовані аномалії і вади розвитку.

Колектив авторів сподівається побачити читачами цієї книги студентів вищих медичних навчальних закладів, аспірантів та викладачів.

## Розділ 1

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІВ ЧУТТІВ ЛЮДИНИ

Адекватна взаємодія людини із зовнішнім середовищем можлива тільки за умови наявності спеціальних датчиків, за допомогою яких постійно здійснюється доставка в центральну нервову систему інформації, що достовірно відбиває об'єктивну реальність зовнішнього світу. У той же час, людині необхідні датчики, що сигналізують про стан внутрішніх органів, зміну внутрішнього середовища організму. Цими датчиками є органи чуттів — джерела наших відчуттів.

Наука про відчуття (естезіологія) у своєму розвитку проробила великий і складний шлях. У наш час існує декілька термінів, дуже близьких за своїм значенням: «органи чуттів», «аналізатори», «аферентні системи» (від латинського *afferens*, *afferentii* — що приносить), «сенсорні системи», які вживаються як рівнозначні.

Часто доводиться чути питання: скільки людина має органів чуттів? І чи досить їх, щоб забезпечити одержання організмом всієї необхідної інформації, як про події зовнішнього світу, так і про стан внутрішнього середовища. Нерідко доводиться чути, що людина має п'ять почуттів: зір, слух, смак, нюх і дотик.

Насправді ж, якщо більш уважно проаналізувати наші відчуття, то ми з усією очевидністю можемо нарахувати не п'ять їхніх видів і навіть не шість, а істотно більше.

З деяким ступенем умовності, з огляду на анатомічну єдність і спільність функцій, у наш час розрізняють вісім аналізаторів: зоровий, слуховий, вестибулярний, смаковий, нюховий, шкірний, м'язово-суглобовий та вісцеральний (мап. 1).

Чи досить людині цих органів чуттів? Очевидно, що вони сприймають подразники, які є ознаками біологічно важливих явищ і предметів, не тільки середовища зовнішнього, але й внутрішнього. Жоден з них не є зайвим, всі вони в цілому забезпечують сприйняття практично всіх біологічно значимих у процесі еволюції подразників.

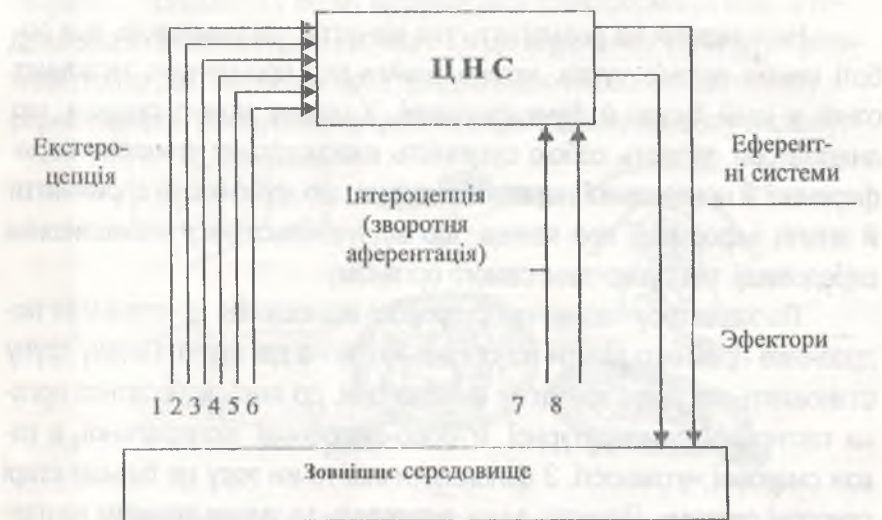


Рис. 1.

*Загальна принципова схема організації нервової системи.*

1. Аналізатор тактильної, температурної й больової чутливості.
2. Аналізатор смакової чутливості.
3. Нюховий аналізатор.
4. Статокінетичний аналізатор.
5. Аналізатор слуху.
6. Аналізатор зору.
7. Аналізатор м'язово-суглобової чутливості.
8. Аналізатор вісцеральної чутливості.

Разом з тим доводиться враховувати й ту обставину, що на самих останніх етапах еволюції з'явилися пов'язані з розвитком технології фактори, які, безсумнівно, біологічно значимі, однак для сприйняття їх немає відповідних органів чуттів. Наприклад, іонізуюче випромінювання, електромагнітні поля надвисоких частот та ін. У цьому полягає особлива небезпека таких впливів, тому що людина безпосередньо їх не здатна відчути. Але люди не приречені на вузькість уявлень про світ, у подібних випадках на допомогу приходять різні технічні пристосування - прилади й датчики, створені людиною.

Незважаючи на розмаїтість тих відчуттів, які виникають при роботі наших органів чуттів, можна знайти ряд принципово загальних ознак у їхній будові й функціонуванні. У цілому можна сказати, що аналізатори являють собою сукупність взаємодіючих утворень периферичної й центральної нервової системи, що здійснюють сприйняття й аналіз інформації про явища, що відбуваються як у навколишнім середовищі, так і усередині самого організму.

По характеру часово-просторового відношення до зовнішніх подразників прийнято ділити всі органи чуттів на дві групи. Першу групу становлять так звані контактні аналізатори, до яких відносяться органи тактильної, температурної, м'язово-суглобової, вісцеральної, а також смакової чутливості. З філогенетичної точки зору це більше старі сенсорні системи. Відчуття в них виникають за умови прямого контакту з подразником і лежать в основі формування безумовних рефлексів. Тому ті тваринні організми, які мають у своєму розпорядженні тільки ці органи чуття, не мають змоги попереджати дію загрозливих для їхнього життя факторів. Здатність більш вільно орієнтуватися в навколишньому середовищі здобувають ті тварини, у яких з'являються нові, так звані дистантні аналізатори. До них відносяться органи нюху, зору, слуху й статокінетичний аналізатор. Розвиток цих органів чуттів знаменувало собою якісно новий етап в еволюції тваринних організмів.

Кожен аналізатор складається із трьох відділів: 1 — периферичний відділ (рецептор або рецепторний орган, що трансформує енергію подразнення в нервовий імпульс); 2 — кондуктор, провідник нервового збудження (провідний шлях); 3 — мозкова частина аналізатора, де відбувається первинна обробка інформації (підкіркові центри відповідного аналізатора, розташовані в стовбурі головного мозку) і остаточна обробка інформації з формуванням відповідних відчуттів (кірковий центр аналізатора).

Як вже було сказано вище, периферичний відділ кожного аналізатора представлений рецепторним органом (від латинського



ресіре — приймати) у якому відбувається трансформація енергії подразника в процес збудження (мал. 2). Це збудження через периферичний (тобто розташований поза центральною нервовою системою) сенсорний нейрон (кондуктор) потрапляє в центральну нервову систему.

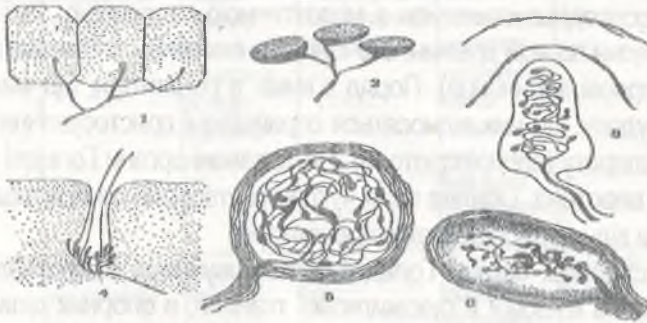


Рис. 2.

*Напівсхематичне зображення деяких рецепторних апаратів шкіри:*

1 — вільні нервові закінчення в дермі; 2 — дотикальні тільця; 3 — інкапсульоване дотикальне тільце (тільце Мейснера); 4 — нервові сплетення навколо волосної цибулини; 5 — терморецептор (колба Краузе); 6 — барорецептор (фатерпачинієве тільце).

Є кілька ознак, по яких класифікують рецептори. З погляду структури їх можна розділити на три групи.

1. Первинні нейрони-рецептори (первинні клітини органів чуттів, нейроепітелій) носять характер істинних нейронів, які залишилися висунутими на периферію й за допомогою своїх специфічно перетворених дендритів здатні реагувати на адекватні подразники. У людини вони представлені тільки двома видами: фоторецепторами сітківки й нюховими клітинами. Обидва ці типи нейроепітелію виникають у хребетних або безпосередньо з випинання стінки мозку (палички й колбочки сітківки), або з ектодерми (нюхові клітини).

2. Вторинні чутливі клітини — це соматичні, здебільшого епітеліальні елементи, пристосовані, завдяки своєму спеціалізованому контакту із чутливими закінченнями псевдоуніполярних або біполярних нейронів до виконання сенсорної функції. Вони мають тільки відросток, що відчуває, у формі волосків. До них належать війкові клітини статокінетичного й слухового аналізаторів, а також клітини органу смаку.

3. Вільні чутливі закінчення. Вони представлені дендритами (їхніми термінальними розгалуженнями) псевдоуніполярних нейронів; є майже в усіх тканинах і органах, відрізняючись розмаїтістю форм. Ці нервові закінчення можуть бути на певних ділянках оголені (вільні нервові закінчення) і безпосередньо стикатися з міжклітинною речовиною. Більшою же частиною вони по всій довжині оточені швановськими клітинами (інкапсульовані нервові закінчення). Поряд з ними є рецептори, що мають специфічну будову. До них відносяться сприймаючі пристосування опорно-рухового апарату (пропріоцептори). Це так звані органи Гольджі й нервово-м'язові веретена. Обидва види чутливих утворень по механізму функціонування відносяться до механорецепторів.

Сухожилкові органи Гольджі розташовуються в сухожилках звичайно на межі м'язової й сухожилкової тканини, в опорних ділянках суглобових капсул і зв'язках. Ці рецепторні утворення розташовуються «по-спідовно» у ланцюзі «м'яз - сухожилок». Отже, подразнення даного рецептора розвивається тоді, коли виникає розтягання в цьому ланцюзі.

На відміну від сухожилкових органів Гольджі, розташованих «по-спідовно» між м'язом і сухожилком, м'язові веретена в цьому ланцюзі розташовані «паралельно». Безпосередньою причиною подразнення нервово-м'язового веретена є його розтягання, що настає при розслабленні м'язу. Наявність цих двох рецепторних утворень дозволяє одержувати тонко диференційовану інформацію про стан м'язу.

Поряд із цим існує класифікація рецепторів по модальності. Термін «модальність» (лат. *modus* - спосіб) у фізіології сенсорних систем використовується для визначення способу активації даного рецептора. Існує декілька модальностей рецепторів - механорецептори, хеморецептори, терморецептори, ноціцептори, фоторецептори. Модальність рецептора звичайно відповідає модальності почуття, що проводиться від даного рецептора.

Механорецептори сприймають механічну енергію; до них відносяться рецептори тактильної (дотику), слухової, вестибулярної, пропріоцептивної і почасти вісцеральної чутливості (табл. 1 і 2).

У той же час почуття болю, печіння й сверблячки формується механорецепторами в сукупності з больовою рецепцією й хеморецепцією.

Таб. 1. Аналізатори зовнішнього середовища  
(органи зовнішнього сприйняття) – екстерорецепція.

№ п/п	Назва органів чуттів	Рецепторна периферія	Види рецепторів	Модальність	Провідні шляхи	Підірккові центри	Кіркові центри
1	Аналізатор дотику й температури	Шкіра й слизові оболонки	Кінцеві розгалуження дендритів псевдоуніполярних клітин	Механорецепція й терморецепція	Спинно-ретиккулярний і спиннота-ламічні шляхи. Тонкий і клиноподібний пучки (Голя і Бурдаха)	Зоровий бугор	Задня центральна закрутка
2	Аналізатор смаку	Слизова оболонка язика	Смакові клітини	Хеморецепція	У складі проміжного і язико-глоткового нерва	Зоровий бугор	Гачок морського коника
3	Аналізатор нюху	Нюхова область слизової оболонки порожнини носа	Нейро-епітеліальні клітини	Хеморецепція	У складі утворень нюхового мозку	Переднє ядро зорового бугра	Гачок морського коника
4	Статокінетичний аналізатор	Мішечок, маточка (присінок) і ампули нагів-кружних каналів лабіринтів	Волоскові епітеліальні клітини	Механорецепція	У складі присінково-завиткового нерва		
5	Аналізатор слуху	Спіральний Кортієв орган	Волоскові епітеліальні клітини	Механорецепція	У складі присінково-завиткового нерва	Зоровий бугор, метата-ламус, нижні горбки середнього мозку	Верхня скронева закрутка
6	Зоровий аналізатор	Сітчаста оболонка очного яблука	Палички й колбочки	Фоторецепція	У складі зорового нерва, перехрест-та й шляху	Зоровий бугор, метата-ламус, верхні горбки середнього мозку	Область отрогової бо-розни потиличної частки

Досить широко представлені хеморецептори — рецептори нюху, смаку, судин і внутрішніх органів. Названа група досить різноманітна по класу сприймання хімічних подразників: це й вуглекислий газ, і кисень, і водневі іони, і практично нескінченний перелік смакових і нюхових впливів. Вони сприймають подразники не тільки зовнішнього, але й внутрішнього середовища, тобто міжклітинної рідини й плазми крові. Окремо говорять про осморецептори, що сприймають зміни осмотичного тиску в міжклітинній рідині. Крім того, шкірний аналізатор має терморецептори. У зоровому аналізаторі є фоторецептори, що сприймають електромагнітне випромінювання у видимій частині спектра.

Крім того, всім відомо таке відчуття, як біль. Біль - своєрідний психофізіологічний стан людини, що виникає в результаті впливу надпотужних або руйнівних подразників, що викликають органічні або функціональні порушення в організмі. У зв'язку з тим, що біль виникає при багатьох пошкоджуючих впливах, було введено поняття ноціцептивних реакцій (лат. *posere* — шкодити).

Формування болю залежить не тільки від дії ноціцептивного подразника, але й ряду факторів, на тлі яких відбувається ця дія. У наш час, немає єдиної точки зору в питанні про те, чи є специфічні рецептори болю або біль виникає в результаті подразнення різних рецепторів при досягненні певної інтенсивності подразнень. Одні дослідники вважають, що існує больова чутливість, що подібно слуховій і зоровій має свої специфічні апарати на периферії й у центрі.

Інша група дослідників думає, що формування болю здійснюється неспецифічними механізмами. Відповідно до більшої розповсюдженої думки больове відчуття виникає при виході з ушкоджених клітин у міжклітинний простір біологічно активних речовин, що відносяться до групи кінинів, які подразнюють нервові закінчення.

Таб. 2. Аналізатори внутрішнього середовища  
(органи внутрішнього сприйняття) – інтероцепція

№ п/п	Назва органів чуттів	Рецептор-на периферія	Види рецепторів	Модальність	Провідні шляхи	Підкіркові центри	Кіркові центри
1	Аналізатор м'язово-суглобової чутливості (пропріоцепція)	Кістякові м'язи, сухожилки, зв'язки, суглобові сумки	Сухожильні органи Гольджи, нервово-м'язові веретена	Механо-рецепція (пресо-рецепція)	Тонкий і клино-подібний пучки (Голя і Бурдаха)	Зоровий бугор	Передня й задня центральні закрутки
2	Аналізатор внутрішніх органів (вісцеро-цепція)	Паренхіма, інтерстицій, кровоносні судини	Кінцеві розгалуження дендритів псевдоуніполярних клітин	Хеморецепція, термо-ре-цепція, осморецепція	Тонкий і клино-подібний пучки (Голя й Бурдаха)	Зоровий бугор	Центри лімбічного мозку

Біль виникає при багатьох пошкоджуючих впливах на організм людини і є найціннішим, придбаним у процесі еволюції захисним механізмом. Такого ж поняття, як «больові рецептори» і «провідники болю», варто вважати умовними, тому що саме больове відчуття формується в центральній нервовій системі.

З погляду кінцевих результатів впливу на фізіологічні процеси в організмі доцільно виділяти три групи подразників.

1. Сигнальні, екологічно адекватні подразники, що впливають на поведінкові, психічні й емоційні реакції.

2. Комплекс зовнішніх та інтероцептивних адекватних подразників, що безупинно впливають на метаболізм і відіграють у зв'язку із цим значну роль у механізмах саморегуляції, і підтримують оптимальну активність життєво важливих фізіологічних систем.

3. Екстремальні подразники й фактори, під впливом яких настають виражені зсуви фізіологічних процесів в організмі.

Багато аналізаторів мають так звані допоміжні структури, які виконують завдання деякої кількісної обробки сигналу. Це, наприклад, рогівка, зіниця й кришталик у зоровому аналізаторі; вушна раковина, барабанна перетинка й слухові кісточки в слуховому і т. д. Зав-

дяки функціям допоміжних структур, рецептори захищені від впливу надзвичайно сильних або неадекватних подразників. За рахунок допоміжних структур може відбуватися зниження або підвищення чутливості сенсорного органу в цілому.

Як було вже відзначено вище, у будові аналізаторів багато загального, принципово вони влаштовані однотипно. Є також ознаки, які властиві всім органам чуттів. Наприклад, надзвичайно висока чутливість до адекватних подразників. Всі аналізатори мають диференціальну, або розпізнавальну чутливість, тобто мають здатність встановлювати розходження по інтенсивності між подразниками. Характерним для всіх аналізаторів є їхня властивість пристосовувати рівень своєї чутливості до інтенсивності подразника. Ця властивість отримала назву адаптації. Поряд із цим аналізаторам властива здатність до тренування. Ця властивість полягає в підвищенні чутливості й у прискоренні адаптаційних процесів під впливом самої сенсорної діяльності. Своєрідною властивістю аналізаторів є їхня здатність якийсь час зберігати відчуття після припинення дії подразника. Така «інерція» відчуттів позначається як післядія, або послідовні образи. Дуже важливо, що аналізатори в умовах нормального функціонування перебувають у постійній взаємодії. Така взаємодія цілком раціонально, біологічно виправдана.

Досить своєрідним проявом взаємодії є взаємозамінність. Відразу ж треба обмовитися, що таке заміщення в буквальному значенні цього слова ніколи не буває й не може бути повним.

**Загальна характеристика провідних шляхів нервової системи.** У вченні про нервову систему широко поширене поняття про провідні шляхи, під якими маються на увазі всебічні комунікації між різними ядерними центрами нервової системи, що представляють собою сукупні ланцюги послідовно з'єднаних нейронів.

У спинному й головному мозку виділяють три формації провідних шляхів: асоціативні, комісуральні й проєкційні.

*Асоціативні шляхи* з'єднують ділянки сірої речовини (кора мозку, ядра) у межах однієї половини мозку.

Асоціативні шляхи у свою чергу розділяються на короткі й довгі. Короткі волокна зв'язують між собою сусідні закрутки кори півкуль

у формі дугоподібних пучків (*fibrae arcuatae cereribri*). Довгі з'єднують між собою більш віддалені ділянки кори, залишаючись, однак, у межах тієї самої півкулі. До довгих асоціативних волокон відносяться:

- верхній поздовжній пучок (*fasciculus longitudinalis superior*), що зв'язує лобову частку з потиличної й скроневою;

- нижній поздовжній пучок (*fasciculus longitudinalis inferior*), що з'єднує кору потиличної частки з верхівкою скроневої;

- гачкоподібний пучок (*fasciculus uncinatus*), що зв'язує лобову частку зі скроневою;

- поясний пучок (*singulum*), що лежить у нижніх відділах склепінної закрутки, безпосередньо під мозолистим тілом, що йде від нюхового трикутника до гачка закрутки морського коника;

- лобово-потиличний пучок (*fasciculus fronto-occipitalis*), що починається від кори лобових закруток і закінчується у закрутках потиличної частки.

*Комісуральні нервові волокна* з'єднують аналогічні центри сірої речовини правої й лівої півкуль, з метою координації їхніх функцій. До комісуральних волокон відносяться:

- мозолисте тіло (*corpus callosum*) - сама велика спайка головного мозку, що служить для з'єднання обох півкуль;

- передня мозкова спайка (*comissura cerebri anterior*), що з'єднує нюхові частки й обидві парагіппокампальні закрутки;

- спайка склепіння (*comissura fornicis*), що з'єднує амонові роги тієї та іншої сторони;

- спайка повідців (*comissura habenularum*), що з'єднує повідці проміжного мозку тієї та іншої сторони.

*Проекційні нервові волокна* з'єднують нижчі відділи ЦНС із вищими — спинний мозок з головним, ядра мозкового стовбура з базальними ядрами й корою і, навпаки — кору головного мозку з ядрами мозкового стовбура та зі спинним мозком. Завдяки проекційним нервовим волокнам, що досягають кори великого мозку картини зовнішнього світу, як би проєктуються на кору, як на екран (що й обумовлює їхню назву), де відбувається вищий аналіз імпульсів, що надійшли сюди, свідомо їхня оцінка.

Проекційні шляхи зв'язують мозкову кору з нижчими відділами ЦНС до спинного мозку включно. Одні із цих шляхів проводять збудження від периферії до центра (висхідні, аферентні, чутливі шляхи), інші — від центра до периферії (еферентні, низхідні, рухові шляхи).

**Висхідні проекційні шляхи.** Висхідні (аферентні, сенсорні) проекційні шляхи несуть у головний мозок імпульси, що виникли в результаті впливу на організм факторів зовнішнього середовища а також імпульси від органів руху, від внутрішніх органів, судин.

По характеру проведених імпульсів висхідні проекційні шляхи підрозділяються на дві групи:

Провідні шляхи від рецепторів зовнішніх подразнень (екстероцептивні шляхи від лат. *exter, exterus* — зовнішній) несуть імпульси, які виникли в результаті впливу факторів зовнішнього середовища на шкірні покриви, слизові оболонки а також імпульси від периферичних відділів органів чуттів (від органів зору, слуху, смаку, нюху, що докладно буде розглянуто при вивченні відповідного аналізатора).

Таким чином, за допомогою аналізаторів специфічна енергія адекватного подразника трансформується в процес нервового збудження. Поширення збудження здійснюється по провідних шляхах до вищих рівнів центральної нервової системи, що приводить до формування відчуття. Однак це аналітичні процеси, і якби все закінчувалося тільки ними, то навколишній світ представлявся б нам не у вигляді образів, предметів, подій, явищ, а у вигляді якоїсь какофонії звуків, мелькань, нюхових і смакових відчуттів і т.д.

Отже, існують ще механізми синтезу, які, інтегруючи ці елементарні процеси, приводять до формування образу й упізнаванню його. Варто підкреслити, що заключний етап аферентного синтезу являє собою вироблений у процесі індивідуальної життєдіяльності механізм.



## Розділ 2

### АНАЛІЗАТОРИ ТАКТИЛЬНОЇ, ТЕМПЕРАТУРНОЇ, БОЛЬОВОЇ, М'ЯЗОВО-СУГЛОБОВОЇ І ВІСЦЕРАЛЬНОЇ ЧУТЛИВОСТІ

#### 2.1. Периферичний відділ.

Об'єднання в одну групу настільки різнорідних по модальності сенсорних систем цілком доцільно по багатьом міркуванням, у першу чергу тому, що вони мають багато загального в анатомічній організації. По-перше, ці аналізатори мають однотипні сенсорні нейрони (псевдоуніполярні клітини), які зосереджені в загальних для них анатомічних утвореннях — вузлах спинномозкових й деяких черепних (V, VII, IX і X пари) нервів.

По-друге, провідні шляхи цієї досить різнорідної чутливості перебувають у тісному суміжному розташуванні в спинному мозку й стовбурі головного мозку, де (в останньому) вони становлять основний колектор чутливості, так звану лемніскову систему.

По-третє, кожний із провідних шляхів цієї системи окремо не служить для проведення якогось одного виду чутливості, а є полімодальним. Все це свідчить на користь того, що формування цих органів чуттів у тварин у філогенезі відбувалося паралельно під впливом загальних екологічних факторів. Очевидно й те, що вони в порівнянні з іншими органами чуттів відносяться до самої древньої сенсорної форми. Відчуття в даній сенсорній системі виникають у результаті прямого контакту рецепторів з навколишнім середовищем.

У зв'язку з тим, що рецептори тактильної, температурної, м'язово-суглобової й вісцеральної чутливості розсіяні по всьому організму людини, то інформація від них у вищій відділі центральної нервової системи стікається з досить великої площі. Тут слід зазначити, що рецептори тактильної й температурної чутливості знаходяться не тільки в шкірі, але й у слизовій оболонці порожнистих органів. Це більш ніж зрозуміло, якщо врахувати, що порожнини травного шляху й інших систем є зовнішнім середовищем для тваринного організму. При настільки великій рецепторній периферії доставка інформації до вищих відділів центральної нервової системи стає можливим за рахунок наявності надзвичайно великої безлічі нервових провідників, що пере-

бувають у складі всіх спинномозкових і деяких черепних нервів, спинного мозку (по всій його довжині) і стовбура головного мозку. Саме в цьому полягає одна з відмінностей розглянутих нами органів чуттів від всіх інших, провідні шляхи яких локалізуються в більше обмежених ділянках нервової системи у зв'язку з тим, що рецепторна периферія останніх має невелику площу й розташована поблизу головного мозку.

## 2.2. Провідні шляхи.

Інформація від рецепторів тактильної, температурної, м'язово-суглобової й вісцеральної чутливості проводиться переважно в складі бічних і задніх канатиків білої речовини спинного мозку в основному у двох напрямках: 1- до кори півкуль великого мозку; 2- до кори півкуль мозочка. З огляду на викладені вище факти, можна виділити дві форми аферентних провідних шляхів: 1- провідні шляхи кіркового напрямку, 2- провідні шляхи мозочкового напрямку.

З філогенетичної точки зору, провідні шляхи церебрального напрямку можна розділити на три групи.

**1. Древня система провідників.** До неї відносяться спинно-ретикулярний шлях, що знаходиться в основі формування неспецифічних відчуттів, без диференціювання по модальності.

**2. Стара система провідників.** Вона входить до складу так званих спинноталамічних шляхів. Ці шляхи проводять грубу тактильну, температурну й больову чутливість. Проміжною інстанцією на шляху проведення цієї чутливості до кори великих півкуль головного мозку є зорові бугри (таламус), які є підкірковими центрами чутливості.

**3. Нові системи провідників.** Вони утворюють задньостовбурову систему й відомі в літературі за назвою ніжного (тонкого) і клиноподібного пучків. Формування даної сенсорної системи у філогенезі обумовлено процесом розвитку кінцевого мозку, особливо його нової кори.

Згідно нових даних електрофізіологічних досліджень, ця система здійснює проведення в кору великих півкуль (після перемикання в зорових буграх) тонкої тактильної чутливості (наприклад, відчуття зміщення волосся на поверхні тіла при легкому подуві вітру), м'язово-суглобової й вісцеральної чутливості. На відміну від спинноталамічних шляхів, по задньостовбуровій системі нервові імпульси прово-

дяться значно швидше, у зв'язку з тим, що вони утворені більш товстими нервовими волокнами.

Не слід забувати, що задні стовпи білої речовини спинного мозку служать для проведення імпульсів не тільки до кори великих півкуль, але й до мозочка. Це стосується в першу чергу м'язово-суглобової чутливості.

У навчальній і науковій літературі вживаються терміни лемніскова система, її формують провідні шляхи, що входять до складу медіальної петлі, (докладно на будові якої ми зупинимося пізніше) і екстралемніскова сенсорна система. Названим видам сенсорних провідних систем багато в чому відповідають протопатична (древня) і епікритична (нова) форми чутливості.

Для розуміння особливостей будови окремих провідних шляхів, необхідно звернути увагу на деякі закономірності устрою аферентних провідних шляхів в цілому:

1. Всі аферентні провідні шляхи (за винятком древньої системи провідників) складаються із трьох нейронів.

2. Тіла перших нейронів (протонейрон) провідних шляхів всіх видів чутливості перебувають за межами ЦНС, а саме в спинномозкових вузлах і в чутливих вузлах черепномозкових нервів.

3. Тіла третіх нейронів (інтеронейронів) висхідних провідних шляхів знаходяться або в таламусі — підкірковому центрі чутливості, або в мозочку.

4. Чутливі провідні шляхи вступають у спинний мозок тільки через задні корінці.

5. До вступу в спинний мозок провідники всіх видів чутливості йдуть разом, тому при ураженні задніх корінців випадають всі види чутливості на боці ураження.

6. Вздовж спинного мозку провідники чутливих систем йдуть роздільно. У зв'язку з даним фактом, патологічні процеси в спинному мозку викликають ізольоване випадіння окремих видів чутливості.

**Екстралемніскова сенсорна система** (древня система аферентних шляхів), як уже було сказано вище еволюційно найбільш древня, вона несе в собі характерні риси древніх нервових ланцюгів — нейрони цієї системи ретикулярного типу із широкою конвергенцією

входів. Екстралемніскова сенсорна система представлена двома шляхами — палео-спинно-таламічним і спинно-ретикулярним, по яких проводиться повільна больова, температурна й тактильна чутливість.

**Палео-спинно-таламічний і спинно-ретикулярний** шляхи займають вендролатеральне положення в білій речовині спинного мозку. Палео-спинно-таламічний шлях починається рецепторними закінченнями аферентів болючої, температурної й тактильної чутливості. Початком спинно-ретикулярного шляху служать закінчення аферентів флексорного рефлексу (АФР) шкіри й внутрішніх органів.

Тіло першого нейрона розташовується в спинномозковому ганглії. Центральний відросток вступає в складі заднього корінця в спинний мозок і протягом декількох сегментів слідує по шляху Лиссауера (*fasciculus posterior lateralis*) вгору або донизу по спинному мозку й утворює полісинаптичні контакти із другими нейронами, які розміщені в драглистій речовині.

Потім аксони других нейронів піднімаються в складі передньобічних канатиків однойменної сторони й закінчуються або на нейронах латерального ретикулярного ядра довгастого мозку (спинно-ретикулярний шлях), або на нейронах інтраламінаної групи ядер таламуса (палео-спинно-таламічний шлях). Нейрони латерального ретикулярного ядра спинно-ретикулярного шляху посиляють аксони також у ретикулярну формацію середнього мозку й у мозочок.

Кінцева проекція шляхів екстралемніскової системи здійснюється білатерально й дифузно у всій корі головного мозку.

Екстралемніскова система проводить неспецифічні види чутливості: неспецифічну (повільну, дифузну) біль; неспецифічну температурну чутливість, включаючи холодову й теплову, з низькою здатністю до оцінки інтенсивності подразнення; грубий дотик і тиск із дуже приблизною локалізацією подразнення на поверхні шкіри й низькою здатністю до дискримінації його інтенсивності й локалізації, лоскіт і сверблячку.

Інформація, що проводиться по екстралемнісковій системі, но-

силь не дискретний характер. Це пов'язане з тим, що чутливі нейрони екстралемніскової системи мають більші рецепторні поля й полісинаптичну передачу в спинному мозку, ретикулярній формації й неспецифічних ядрах таламусу. У результаті цього губиться переважна частина інформації про локалізацію, силу й тривалість подразнення. Саме тому активація екстралемніскової системи пов'язана із грубими, руйнівними впливами на тканини. Можна сказати, що вона передає інформацію про самий факт існування подразнення і його модальність, але не розпізнає його характеристики - локалізацію, силу, тривалість. Інформація, що надходить по каналах екстралемніскової системи, дуже важлива для інтерпретації подразнення, тобто його емоційно-когнітивної оцінки.

**Лемніскова сенсорна система** еволюційно з'явилася значно пізніше екстралемніскової системи в міру вдосконалення й ускладнення будови ЦНС. Нейрони лемніскової системи високо спеціалізовані гістологічно й виключають конвергенцію входів.

До лемніскової системи відносяться: бічний спинно-таламічний шлях, тонкий і клиноподібний пучки (пучки Голля й Бурдаха відповідно).

**Провідний шлях больової й температурної чутливості** - бічний спинно-таламічний шлях (*tractus spinothalamicus lateralis*). Клітинне тіло першого нейрона лежить у спинномозковому вузлі, або чутливих вузлах черепних нервів. Його периферичний відросток закінчується рецепторами, що сприймають почуття болю, температурне почуття, розташованими в шкірі, слизових оболонках. Центральний відросток у складі заднього корінця направляє у задній ріг спинного мозку й закінчується синапсом на клітинах другого нейрона, що лежить у задньому розі (у власному ядрі). Аксони другого нейрона через передню сіру спайку переходять на протилежний бік, у бічні канатики, формуючи бічний спинно-таламічний шлях. Таким чином, шлях цей повністю перехрещений.

Перехід волокон на протилежну сторону відбувається не в горизонтальній площині, а так, що ці волокна спочатку проходять косо догори, у результаті чого входження вже перехрещених волокон у

спинноталамічний шлях відбувається не на рівні свого сегмента, а на 2-3 сегменти вище його.

Слід зазначити, що бічний спинноталамічний шлях у свою чергу ділиться на дві частини — передню й задню, по передній передається больова чутливість, по задній - термічна. Зі спинного мозку провідний шлях піднімається в довгастий мозок, де він розташовується позаду від ядра оливи, а в покришці мосту й середнього мозку лежить у зовнішнього краю медіальної петлі (мал. 3).

Тут доречно трохи відволіктися від основної теми й сказати кілька слів про будову медіальної петлі.

**Присередня петля** (*lemniscus medialis*) - являє собою колектор чутливих шляхів мозкового стовбура. У складі медіальної петлі збираються волокна других нейронів практично всіх видів чутливості (смакової, вестибулярної, пропріоцептивної, больової і температурної, тактильної), що направляються потім до зорового бугра. Присередня петля лежить у довгастому мозку й мосту - над пірамідами, у ніжках мозку — над чорною речовиною. Основна маса волокон медіальної петлі закінчується в латеральному ядрі зорового бугра. Деяка частина волокон досягає також і медіального ядра.

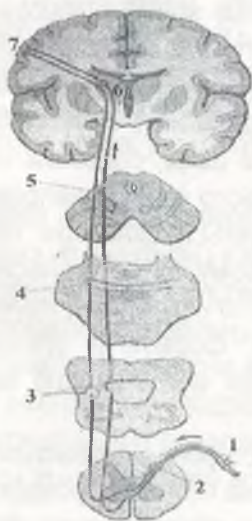


Рис. 3. Провідний шлях больової й температурної чутливості.

- 1 — спінальний ганглії;
- 2 — задні роги спинного мозку;
- 3 — присередня петля на рівні довгастого мозку;
- 4 — присередня петля на рівні мосту;
- 5 — присередня петля на рівні середнього мозку;
- 6 — таламус;
- 7 — кора зацентральної закрутки.

Отже, пройшовши в складі медіальної петлі, центральний відросток другого нейрона латерального спинноталамічного шляху закінчується синапсом на клітинах дорсального латерального ядра таламуса. Тут лежать тіла клітин третього нейрона, відростки якого проходять через задню ніжку внутрішньої капсули й, формуючи променистий вінець, досягають зацентральної закрутки кори великих півкуль, де закінчуються синапсами із клітинами четвертого шару (внутрішньої зернистої пластинки).

Оскільки даний провідний шлях є повністю перехрещеним (як уже було відзначено, всі волокна другого нейрона в спинному мозку переходять на протилежну сторону), при ушкодженні однієї половини спинного мозку повністю зникає болюча й температурна чутливість на протилежній стороні тіла на 2-3 сегменти нижче місця ушкодження.

**Провідний шлях пропріоцептивної чутливості** (*tractus bulbo-thalamo-corticalis*). Імпульси пропріоцептивної чутливості дозволяють людині оцінювати положення частин тіла в просторі в спокої й під час руху, дають можливість проводити цілеспрямовані усвідомлені рухи і їхню корекцію. Як і в описаних раніше аферентних шляхах тіло першого нейрона перебуває в спинномозковому вузлі. Його дендрити закінчуються рецепторами в м'язах (тільця Кюне), сухожилках (рецептори Гольджи-Маццоні), суглобових капсулах, зв'язках, центральні відростки в складі заднього корінця направляються в задній канатик, своєї сторони, минаючи задній ріг і формуючи ніжний (Голя) і клиноподібний (Бурдаха) пучки.

Клиноподібний пучок утворений аксонами клітин здійснюючих пропріоцептивну іннервацію у верхніх грудних, шийних відділах тіла людини й верхніх кінцівках. Аксони, що становлять ніжний пучок несуть пропріоцептивні імпульси від нижніх кінцівок і нижньої половини тулуба.

Центральні відростки першого нейрона закінчуються синапсами із другими нейронами, тіла яких лежать у ніжному й клиноподібному ядрах довгастого мозку. Аксони клітин других нейронів, виходячи зі згаданих ядер, дугоподібно вигибаються вперед і медіально й на рівні нижнього кута ромбовидної ямки переходять на протилежну сторону, утворюючи перехрест медіальних петель і закінчуються в дорсаль-

ному латеральному ядрі таламуса синапсами на трьох нейронах. Аксони клітин третього нейрона через задню ніжку внутрішньої капсули в складі променистого вінця досягають передцентральної закрутки (мал. 4).

Описуваний провідний шлях також є повністю перехрещеним, однак, перехрещування здійснюється не в спинному, а в довгастому мозку, де аксони других нейронів переходять на протилежну сторону. При поразці задніх канатиків спинного мозку в місцях розташування зазначених пучків спостерігаються розлади пропріоцептивної чутливості на стороні поразки.

Так, хворий із закритими очами не може визначити положення й напрямку руху в тих або інших суглобах. Рухи стають неточними, нерозміреними, неспритними — атактичними, розвивається так звана спинальна атаксія. Подібна симптоматика може спостерігатися й при поразці мозкового стовбура, але вже на стороні прогиленої поразки.

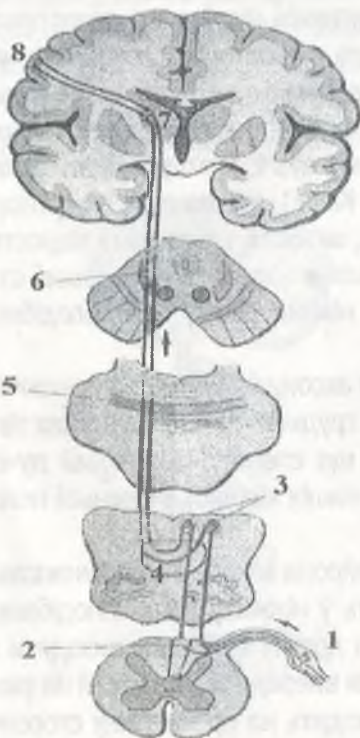


Рис. 4.

Гравідний шлях пропріоцептивної чутливості.

- 1 — спінальний ганглії;
- 2 — нижній і клиноподібний пучки;
- 3 — нижнє й клиноподібне ядра;
- 4 — присередня петля на рівні довгастого мозку;
- 5 — присередня петля на рівні мосту;
- 6 — присередня петля на рівні середнього мозку;
- 7 — таламус;
- 8 — кора зацентральної закрутки.



**Провідний шлях дотику й тиску** (передній спинноталамічний шлях), несе імпульси від шкіри, де лежать рецептори, що сприймають почуття тиску й дотику, до кори головного мозку, у зацентральну закрутку, де розташований кірковий центр аналізатора загальної чутливості. Тіла клітин першого нейрона також лежать у спинномозковому вузлі, периферичні відростки їх закінчуються рецепторами в шкірі, слизових оболонках. Центральні відростки в складі заднього корінця направляються в задній ріг спинного мозку, де деякі з них закінчуються синапсами із клітинними тілами других нейронів у драглистій речовині (ця частина провідного шляху зветься вузликowo-спинномозковий шлях). Інша частина волокон, не заходячи в задні роги, направляється в задні канатики спинного мозку своєї сторони й досягає в складі ніжного й клиноподібного пучків однойменних ядер довгастого мозку (ця частина провідного шляху називається вузликowo-цибулинний шлях).

У задніх рогах спинного мозку й у названих ядрах довгастого мозку розташоване клітинне тіло другого нейрона. Аксони клітин, закладених у задніх рогах, перетинають серединну площину в білій спайці й входять до складу розташованого в бічному канатику протилежної сторони латерального спинноталамічного шляху.

Аксони клітин другої ланки закладених у ядрах довгастого мозку також досягають таламуса по шляху, що носить назву - присередня петля, що у довгастому мозку переходить на протилежну сторону, утворюючи перехрест медіальних петель.

Таким чином, для кожної половини тіла в спинному мозку є як би два шляхи, що передає імпульси дотику: 1) один неперехрещений - у задньому канатику тої ж сторони, і 2) інший, перехрещений - у бічному канатику протилежної сторони. Тому при однобічній поразці спинного мозку тактильна чутливість повністю не зникає, а лише слабшає.

У таламусі перебуває клітинне тіло третього нейрона, аксони якого направляються в кору великого мозку, у зацентральну закрутку, де перебуває кірковий кінець шкірного аналізатора.

Від шкіри обличчя інформація в кору головного мозку передається по шляху трійчастого нерва (*tractus nervi trigemini*). Перший нейрон перебуває в трійчастому вузлі, дендрит його закінчується ре-

цептором у шкірі обличчя, аксон у складі трійчастого нерва йде в міст. Другий нейрон лежить у мостовому ядрі (тактильна чутливість) або в спинномозковому ядрі (біль, температурна чутливість). Аксони других нейронів переходять на протилежну сторону (ці шляхи так само перехрещені) і, утворюючи трійчасту петлю, направляється в таламус. У таламусі, у його задньому вентральному ядрі перебувають тіла третіх нейронів, аксони яких через задню ніжку внутрішньої капсули ідуть у кору зацентральної закрутки кінцевого мозку.

Пропріоцептивна інформація від голови в кору також передається по шляху трійчастого нерва. Перший нейрон лежить у трійчастому вузлі, дендрит його закінчується рецептором у м'язах голови, у деяких м'язах шиї, аксон у складі трійчастого нерва направляється в міст. Другий нейрон перебуває в середньомозковому ядрі трійчастого нерва. Аkson його переходить на протилежну сторону, утворює трійчасту петлю, направляється в проміжний мозок. Третій нейрон знаходиться, у таламусі, у задньому вентральному ядрі. Аkson його проходить через задню ніжку внутрішньої капсули, через променистий вінець у кору.

**Задній спинно-мозочковий шлях (Флексига),** цей шлях часто називають неперехрещеним, прямим мозочковим шляхом. По ньому відбувається передача пропріоцептивних імпульсів від м'язів, сухожилків, суглобів у мозочок (мал. 5).

Тіла клітин першого нейрона знаходяться у спинномозковому вузлі, куди по периферичних відростках цих клітин приносяться пропріоцептивні подразнення від м'язів, капсул суглобів, сухожилків. Центральні відростки псевдоуніполярних нейроцитів у складі заднього корінця направляються в задній ріг спинного мозку й закінчуються синапсами на клітинах грудного ядра (стовп Кларка), що лежить у медіальній частині основи заднього рога.

Клітини грудного ядра є другими нейронами заднього спинно-мозочкового шляху. Аксони цих клітин виходять у бічний канатик своєї сторони, у його задню частину, піднімаються вгору й через нижню мозочкову ніжку входять у мозочок, до клітин кори черв'яка.

Таким чином, описаний шлях проводить до мозочка імпульси, що реєструють положення суглобів, натяг зв'язок, суглобових сумок,

тонус м'язів і, отже, є частиною рефлекторного апарату функції рівноваги. Подразнення, що надійшли в мозочок, перемикаються потім на підкіркові ядра (про що докладніше буде сказано нижче), через які проходять рухові шляхи, що координують робочі процеси м'язів, у результаті чого забезпечується те або інше положення нашого тіла в просторі.

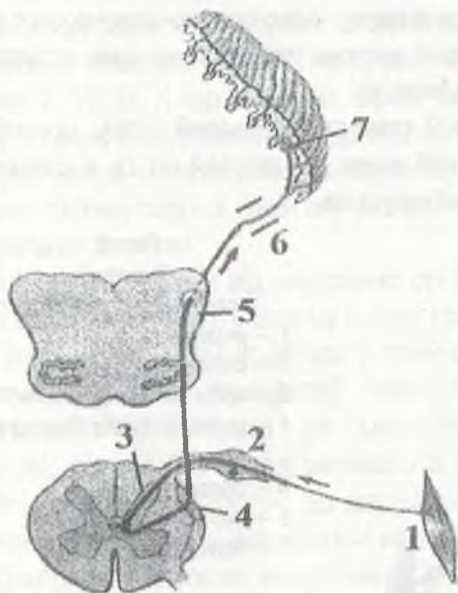


Рис. 5.  
Задній

спинномозочковий шлях.

- 1 — рецептор;
- 2 — спінальний ганглії;
- 3 — задні роги спинного мозку;
- 4 — задній відділ бічного канатика;
- 5 — довгастий мозок;
- 6 — нижня ніжка мозочка;
- 7 — кора мозочка.

У зв'язку з тим, що стовпи Кларка є тільки в грудних й двох верхніх поперекових сегментах, описуваний шлях починає формуватися в нижніх грудних сегментах.

**Передній спинно-мозочковий шлях** (шлях Говерса), має більш складну будову, ніж попередній провідний шлях. Тіло першого нейрона розташовується також у спинномозковому вузлі. Його центральний відросток у складі заднього корінця входить у спинний мозок і закінчується синапсами на клітинах, що примикають із латеральної сторони до грудного ядра (центральної проміжної речовини), де й розташовуються тіла других нейронів. Аксони других нейронів через передню білу спайку переходять на протилежну сторону і йдуть потім

у складі бічного канатика спинного мозку протилежної сторони. У межах спинного мозку волокна описуваного шляху лежать поруч із заднім спинномозочковим шляхом, розташовуючись трохи попереду від нього й займаючи вентральні ділянки бічних канатиків. Дійшовши до довгастого мозку, передній спинномозочковий шлях відділяється від заднього і йде окремо до рівня мосту.

У цьому місці здійснюється друге перехрестя даного провідного шляху, у зв'язку із чим волокна переднього спинно-мозочкового шляху вертаються на свій бік й через верхню мозочкову ніжку вступають у кору черв'яка своєї сторони (мал. 6).

Таким чином, передній спинно-мозочковий шлях, проробивши складний, двічі перехрещений шлях вертається на ту ж сторону, на якій виникли пропріоцептивні імпульси.

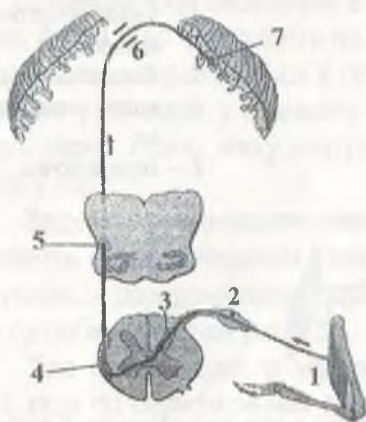


Рис. 6.  
Передній  
спинно-мозочковий шлях.

- 1 — рецептор;
- 2 — спінальний ганглії;
- 3 — задні роги спинного мозку;
- 4 — передній відділ бічного канатика;
- 5 — довгастий мозок;
- 6 — верхня ніжка мозочка;
- 7 — кора мозочка.

При ушкодженні описаних вище мозочкових шляхів настають явища порушення координації руху, розвивається мозочкова атаксія. Хворий не в змозі комбінувати рухи, у нього порушується хода, з'являється сильне хитання при стоянні.

**Провідні шляхи інтероцептивного аналізатора.** Ці шляхи відрізняються тим, що не мають строго обкресленої провідникової частини. Аферентні волокна йдуть у складі симпатичних, парасимпатичних, анімальних нервів, а далі в спинному й головному мозку до кори.

Аферентні волокна, що несуть чутливі імпульси від органів,

розташованих в області голови, шиї, грудної й частково черевної порожнини проходять у складі черепних нервів (V, VII, IX, X пари). Весь аферентний шлях у цьому випадку розбивається на три нейрони: Перший нейрон лежить у чутливих вузлах названих нервів (трійчастий вузол, вузол колінця, верхні й нижні вузли IX і X пари черепних нервів). Периферичні відростки першого нейрона приносять подразнення від органів, розташованих в області розгалуження даного нерва до вузлів, а центральні відростки в складі зазначених нервів підходять до чутливих ядер V, VII, IX, X пари черепно-мозкових нервів. Тіла других нейронів закладені в чутливих ядрах V, VII, IX, X пар черепних нервів, аксони їх переходять на протилежну сторону й направляються до зорового бугра, у складі медіальної петлі. Треті нейрони перебувають в зоровому бугрі, відростки їх ідуть через задню третину задньої ніжки внутрішньої капсули до нижнього відділу зацентральної закрутки.

Аферентні шляхи від внутрішніх органів черевної й тазової порожнини тіла також мають у своєму складі три нейрони.

Перші нейрони знаходяться у спинномозкових вузлах. Їхні периферичні відростки (дендрити) через білі сполучні гілки (*rami communicantes albi*) йдуть до симпатичного стовбура (*truncus simpaticus*), від нього в складі великого й малого черевних нервів *n. splanchnicus major et minor* — до внутрішніх органів і судин черевної порожнини, через тазові вісцеральні нерви - до органів тазу.

Центральні відростки вегетативних рецепторних нейронів спинномозкових вузлів у складі задніх корінців вступають у спинний мозок і закінчуються в проміжній зоні сірої речовини спинного мозку, позаду від латерального проміжного ядра, де розташовані тіла других нейронів.

Аксони других нейронів не утворюють самостійні шляхи, а йдуть у складі спинно-таламічного шляху в бічних канатиках до заднього вентрального ядра таламуса, де перемикаються на треті нейрони. Частина чутливих вегетативних волокон іде до таламуса в складі задніх канатиків спинного мозку і медіальної петлі.

Аксони третіх нейронів, тіла яких розташовані в ядрі таламуса, проходять в складі таламічно-кіркового пучка через задню ніжку внутрішньої капсули, і закінчуються в корі зацентральної закрутки — у кірковому аналізаторі внутрішніх органів.

Таким чином, у зоровому бугрі лежать клітини третіх нейронів всіх провідників інтерорецептивного аналізатора, зв'язаного як із симпатичною, так і парасимпатичною іннервацією.

Кірковий кінець інтерорецептивного аналізатора розташовується в зацентральної закрутці. Поряд з інтерорецепторами, що періодично сигналізують про життєважливі явища в організмі (спрага, голод, позив на сечовипускання, дефекацію й т.д.), у внутрішніх органах є рецептори, подразнення яких у нормі не викликає чітко локалізованих, усвідомлених відчуттів. Однак ці імпульси досягають різних рівнів ЦНС і впливають на самопочуття й настрої людини. При ушкодженні внутрішніх органів патологічним процесом, подразнення викликає больові відчуття. У свою чергу больові відчуття викликають охоронні рефлекси, спрямовані на усунення подразнення.

**РЕТИКУЛЯРНА ФОРМАЦІЯ.** КРІМ АФЕРЕНТНИХ ШЛЯХІВ, ЩО ПРОВОДЯТЬ СПЕЦИФІЧНІ ІМПУЛЬСИ (БОЛЬОВІ, ТЕМПЕРАТУРНІ, СВІТЛОВІ, ЗВУКОВІ Й Т.Д.) ІСНУЄ ЩЕ ДРУГА АФЕРЕНТНА СИСТЕМА ГОЛОВНОГО МОЗКУ, НЕСПЕЦИФІЧНА СТРУКТУРА, ЯКА СКЛАДАЄТЬСЯ З КЛІТИН І ЇХНІХ ВІДРОСТКІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬ МЕРЕЖІ - РЕТИКУЛЯРНА ФОРМАЦІЯ - СІТЧАСТА СТРУКТУРА. У РЕТИКУЛЯРНІЙ ФОРМАЦІЇ НЕМАЄ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ НЕЙРОНІВ, ТІ САМІ НЕЙРОНИ СПРИЙМАЮТЬ РІЗНІ ІМПУЛЬСИ Й ПЕРЕДАЮТЬ ЇХ У РІЗНІ ВІДДІЛИ МОЗКУ І В УСІ ДІЛЯНКИ КОРИ. РЕТИКУЛЯРНА ФОРМАЦІЯ МАЄ ДВОСТОРОННІ ЗВ'ЯЗКИ З МОЗОЧКОМ, ВЕГЕТАТИВНИМИ ПІДКІРКОВИМИ ЦЕНТРАМИ, ЯДРАМИ ЧЕРЕПНИХ НЕРВІВ, КОРОЮ ВЕЛИКОГО МОЗКУ Й СПИННИМ МОЗКОМ. ЦІ ДВОСТОРОННІ ЗВ'ЯЗКИ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ВИКОНАННЯ РЕТИКУЛЯРНОЮ ФОРМАЦІЄЮ НАСТУПНИХ ФУНКЦІЙ:

- Регуляція потоку інформації, що йде в ЦНС аферентними шляхами.
- Дифузна активізація кори й полегшення передачі аферентних імпульсів у кору великого мозку.
- Участь у регуляції всіх вегетативних функцій організму й у регуляції м'язового тону.

### Розділ 3 ОРГАН ЗОРУ

Зоровий аналізатор являє собою комплекс анатомічних структур, що виконують функції побудови світлового зображення на світлочутливих елементах, трансформацію енергії електромагнітного випромінювання в нервові збудження, кодування й перекодування інформації про зоровий образ і його упізнання.

Таким чином, у складі зорового аналізатора, можливо виділити наступні складові:

- 1 — периферичний відділ — очне яблуко з допоміжними органами (останні містять у собі захисні пристосування й посмуговані м'язи ока);
- 2 — зоровий нерв, (кондуктор, що забезпечує зв'язок очного яблука з відповідними структурами центральної нервової системи);
- 3 — відділи головного мозку (стовбурові й кіркові) пов'язані із зоровим аналізатором.

#### 3.1. Периферичний відділ органу зору.

**Для забезпечення роботи нервового апарату зорового аналізатора, насамперед, необхідно створити зображення на шарі світлосприймаючих рецепторів. Органом, що виконує цю роль, є очне яблуко, що являється, як уже було сказано вище, периферичним відділом зорового аналізатору.**

По своїй конструкції очне яблуко можна уподібнити фотографічній камері, оптична частина якої фокусує промені світла на світлочутливій поверхні. Лінія, що з'єднує передній і задній полюси ока, називається анатомічною віссю ока. У свою чергу, у ній розрізняють зовнішню й внутрішню вісі очного яблука. Зовнішня вісь простирається від зовнішньої поверхні рогівки до зовнішньої поверхні заднього полюсу очного яблука й становить 24 мм. Внутрішня вісь (від внутрішньої поверхні рогівки до сітківки в області заднього полюсу) становить 21,75 мм. Особи, у яких довжина анатомічної вісі відповідає зазначеним величинам (24 і 21,75 мм) є еметропами.

Окружність очного яблука, подумки проведена по склері на відстані, рівно віддаленій від його полюсів, зветься -- екватор ока. У дорослого еметропа він дорівнює 77,6 мм. Крім анатомічної, виділяють

зорову вісь очного яблука, що простирається від переднього полюсу до центральної ямки сітківки — точки найкрайшого бачення (мап. 7).

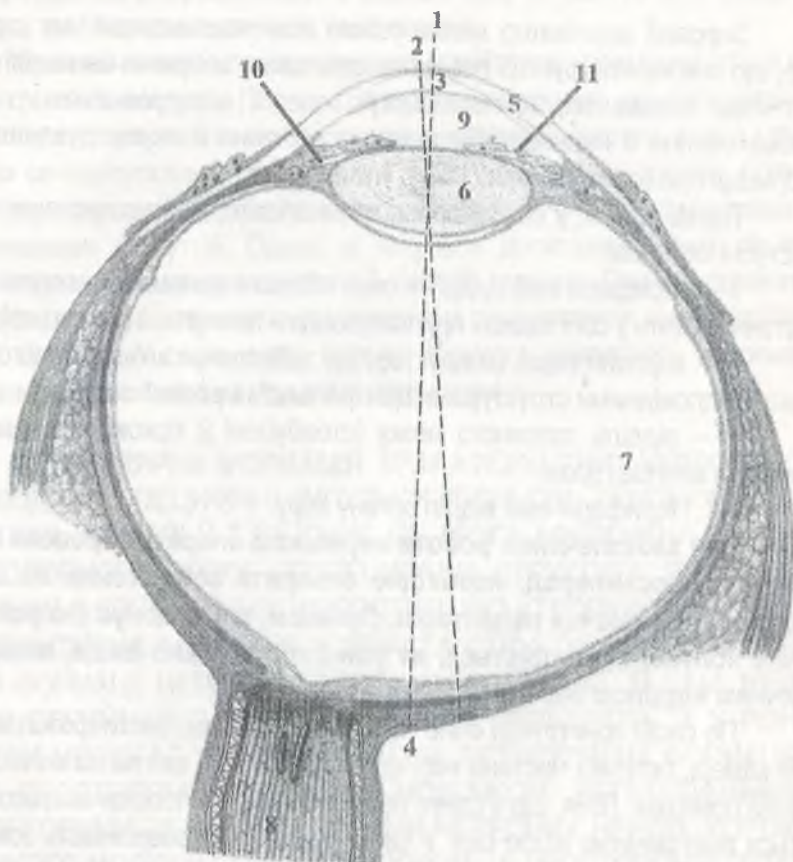


Рис. 7.

Горизонтальний розріз очного яблука (схема).

- 1 — зовнішня вісь очного яблука; 2 — оптична вісь; 3 — передній полюс очного яблука; 4 — задній полюс; 5 — рогівка; 6 — кришталик; 7 — склоподібне тіло; 8 — зоровий нерв; 9 — передня камера очного яблука; 10 — задня камера; 11 — райдужка.

З морфологічної точки зору в складі очного яблука розрізняють капсулу, що складається із трьох оболонок (зовнішньої — фіброзної,



середньої — судинної, внутрішньої — сітківки) і внутрішнє ядро (камери ока, кришталик, склоподібне тіло). З морфо-функціональної точки зору в складі очного яблука доцільно виділити дві системи:

1) світлопровідну (рогівка, рідина камер, кришталик, склоподібне тіло), забезпечену акомодативним апаратом, до складу якого входять структурні компоненти, що забезпечують фокусування зображення на сітківці і які забезпечують нормальне функціонування світлосприймаючої системи при змінах освітлення.

2) світлосприймаючу — сітківку.

Зовнішня, фіброзна оболонка, що виконує захисну й формуючу функції, підрозділяється на склеру й рогівку. Склера, складова більшої частини поверхні очного яблука, складається з колагенових і еластичних волокон, внаслідок чого вона має білий колір, що й дає привід для іншої її назви - білкова оболонка.

Рогівка являє собою прозору, круглу, опуклу вперед пластинку, що є безпосереднім продовженням склери. Вона складається з безсудинної сполучної тканини, покритої епітелієм. Така структурна організація дозволяє світлу безперешкодно проникати через неї.

Судинна оболонка очного яблука являє собою густе судинне сплетення, пронизане пухкою сполучною тканиною з безліччю пігментних клітин. У складі цієї оболонки розрізняють власне судинну оболонку, війкове тіло й райдужку. Власне судинна оболонка вистилає зсередини всю склеру, пухко з нею зростаючись, трохи не доходячи до її переднього краю. Вона виконує в основному трофічну функцію. Війкове тіло розташоване на межі склери й рогівки, є як би стовщеною частиною власне судинної оболонки. У ньому розрізняють війкове кільце і війковий м'яз. Війкове кільце являє собою розташований по колу сплющений валик заднього відділу війкового тіла. Зсередини війкове кільце переходить у війковий вінець, що складається з радіально спрямованих численних (до 70) війкових відростків і війкових складок. Ці утворення мають значення в обміні водянистої вологи ока.

Райдужка є продовженням війкового тіла і являє собою тонку, видиму крізь рогівку пластинку, розташовану у фронтальній площині, колір її залежить від кількості пігменту в ній (що й визначає в людини колір очей).

зорову вісь очного яблука, що простирається від переднього полюсу до центральної ямки сітківки — точки найкращого бачення (мал. 7).

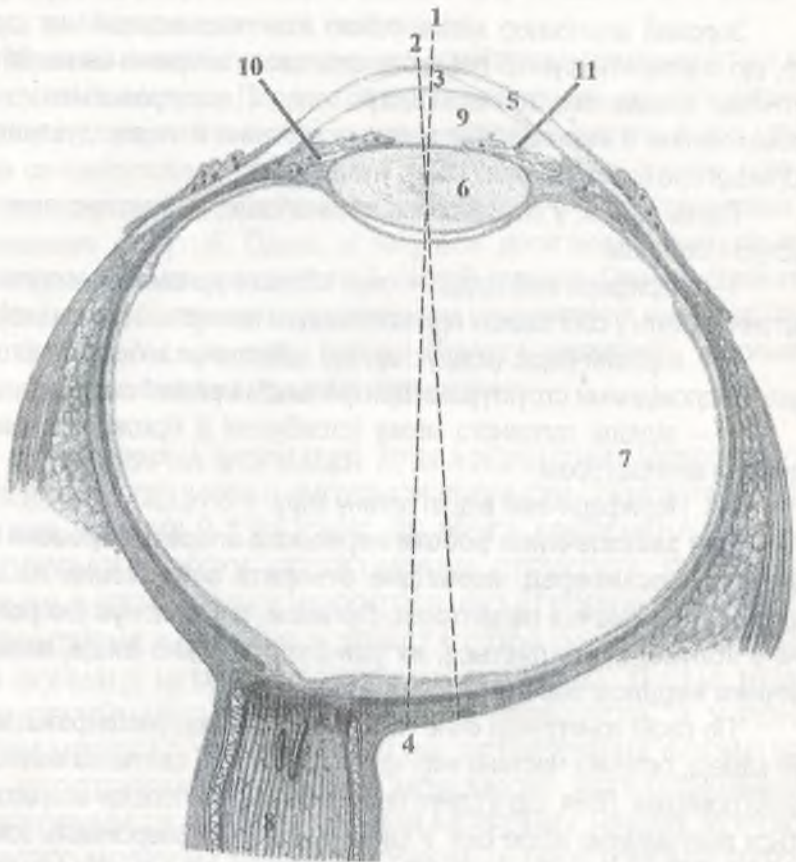


Рис. 7.

Горизонтальний розріз очного яблука (схема).

- 1 — зовнішня вісь очного яблука; 2 — оптична вісь; 3 — передній полюс очного яблука; 4 — задній полюс; 5 — рогівка; 6 — кришталік; 7 — склоподібне тіло; 8 — зоровий нерв; 9 — передня камера очного яблука; 10 — задня камера; 11 — райдужка.

З морфологічної точки зору в складі очного яблука розрізняють капсулу, що складається із трьох оболонок (зовнішньої — фіброзної,

середньої — судинної, внутрішньої — сітківки) і внутрішнє ядро (камери ока, кришталик, склоподібне тіло). З морфо-функціональної точки зору в складі очного яблука доцільно виділити дві системи:

1) світлопровідну (рогівка, рідина камер, кришталик, склоподібне тіло), забезпечену акомодативним апаратом, до складу якого входять структурні компоненти, що забезпечують фокусування зображення на сітківці і які забезпечують нормальне функціонування світлосприймаючої системи при змінах освітлення.

2) світлосприймаючу — сітківку.

Зовнішня, фіброзна оболонка, що виконує захисну й формуючу функції, підрозділяється на склеру й рогівку. Склера, складова більшої частини поверхні очного яблука, складається з колагенових і еластичних волокон, внаслідок чого вона має білий колір, що й дало привід для іншої її назви - білкова оболонка.

Рогівка являє собою прозору, круглу, опуклу вперед пластинку, що є безпосереднім продовженням склери. Вона складається з безсудинної сполучної тканини, покритої епітелієм. Така структурна організація дозволяє світлу безперешкодно проникати через неї.

Судинна оболонка очного яблука являє собою густе судинне сплетення, пронизане пухкою сполучною тканиною з безліччю пігментних клітин. У складі цієї оболонки розрізняють власне судинну оболонку, війкове тіло й райдужку. Власне судинна оболонка вистилає зсередини всю склеру, пухко з нею зростаючись, трохи не доходячи до її переднього краю. Вона виконує в основному трофічну функцію. Війкове тіло розташоване на межі склери й рогівки, є як би стовщеною частиною власне судинної оболонки. У ньому розрізняють війкове кільце і війковий м'яз. Війкове кільце являє собою розташований по колу сплющений валик заднього відділу війкового тіла. Зсередини війкове кільце переходить у війковий вінець, що складається з радіально спрямованих численних (до 70) війкових відростків і війкових складок. Ці утворення мають значення в обміні водянистої вологи ока.

Райдужка є продовженням війкового тіла і являє собою тонку, видиму крізь рогівку пластинку, розташовану у фронтальній площині, колір її залежить від кількості пігменту в ній (що й визначає в людини колір очей).

Зерна пігмента, що надає райдужці колір — меланіна, зосереджені в «пігментному листку», що покриває її задній бік аж до самої зіниці. Якщо в стромі райдужної оболонки пігменту немає, то вона здається блакитною. Темний пігмент, що просвічує через злегка каламутну строму, представляється блакитним. Чим тонше строма, тим темніше, тобто синє, забарвлення, що особливо помітно на очах немовлят. Якщо в стромі накопичується пігмент, то основний блакитний тон переходить у сірий або жовтий різної насиченості, аж до такого темного, котрий не відрізняється від чорної зіниці.

Розрізняють 3 основних типи забарвлення райдужки — темна, змішана й світла. Кожен тип розбивається ще на 4 класи. Наприклад, у темному типі розрізняють кольори: чорний, темно-карий, світло-карий і жовтий. Забарвлення правого й лівого ока (за винятком рідких випадків гетерохромії) однакова, а малюнок райдужної оболонки правого ока дзеркально відображає малюнок лівого.

У центрі райдужки є отвір — зіниця. Усередині райдужки є гладкі м'язи-антагоністи: звужувач зіниці й розширювач зіниці, при потрапленні на внутрішню оболонку очного яблука великої кількості світла зіниця звужується, а в темряві — розширюється, що й забезпечує в різних умовах освітленості відносно постійну кількість світла, що потрапляє до фоторецепторів. *адаптація*

Внутрішня (чутлива) оболонка, або сітківка влаштована досить складно. Неозброєним оком у зоровій частині сітківки можна розрізнити дві частини: пігментну частину, що щільно зростається із судинною оболонкою, і звернену убік склоподібного тіла нервову частину. Мікроскопічне вивчення нервової частини сітківки дозволяє виділити в ній кілька шарів, що містять фоторецептори (паличкові й колбочкові нейросенсорні клітини), а також біполярні й гангліозні нейрони.

Фоторецепторні клітини складаються із чутливого до дії світла зовнішнього сегмента, який містить зоровий пігмент, що мають відповідно паличкоподібну (палички) або колбочкоподібну (колбочки) форму, внутрішнього сегмента, сполучної ніжки, ядерної частини з великим ядром і пресинаптичного закінчення.

Фоторецептори сітківки звернені своїми світлочутливими зовнішніми сегментами до пігментного епітелію, тобто убік, протилежний

світлу. У людини зовнішній сегмент фоторецептора (паличка або колбочка) містить біля тисячі фоторецепторних дисків. Зовнішній сегмент палички набагато довше, ніж колбочки, і містить більше зорового пігменту, цей факт частково пояснює більше високу чутливість палички до світла.

Пігментна частина (пігментний епітелій) відіграє вирішальну роль у цілому ряді функцій, у тому числі в ресинтезі (регенерації) зорового пігменту, у фагоцитозі, іншими словами, у механізмі постійного відновлення зовнішніх сегментів зорових клітин, у захисті зорових клітин від небезпеки світлового ушкодження, а також у переносі до фоторецепторів кисню й інших поживних речовин.

Слід зазначити, що контакт між клітинами пігментного епітелію й фоторецепторами досить слабкий. Саме в цьому місці відбувається відшарування сітківки - небезпечне захворювання очей. Відшарування сітківки приводить до порушення зору не тільки внаслідок її зсуву з місця оптичного фокусування зображення, але й внаслідок дегенерації рецепторів через порушення контакту з пігментним епітелієм, що приводить до серйозного порушення метаболізму самих рецепторів. Метаболічні порушення збільшуються внаслідок того, що порушується доставка поживних речовин з капілярів судинної оболонки ока, а сам шар фоторецепторів капілярів не містить (аваскуляризований).

Під час прижиттєвого дослідження очного дна (офтальмоскопії), останнє представляється темно-червоним, тому що спостерігач бачить світло, відбите від судинної оболонки (багатьом дане явище доводилося спостерігати на фотознімках, виконаних аматорськими фотокамерами). На цьому червоному тлі, на дні ока видно білувату, округлу пляму, приблизно 1,7 мм у діаметрі, що представляє місце виходу із сітківки зорового нерва, що, залишаючи її, утворює так званий диск зорового нерва, із кратероподібним поглибленням у центрі. Із центра диску, виходять, розпадаючись на безліч гілок, центральна артерія й вена сітківки. У нормі їхні діаметри співвідносяться, як 1:1,5. Вени відрізняються від артерій більше темним червоним кольором і звивистістю. Місце виходу із сітківки зорового нерва одержало назву - сліпа пляма, тому що фоторецептори в даній області відсутні й, фрагменти зображення, що попадають сюди не сприймаються (фізіологічна скотома).

Більш латеральніше від диску зорового нерва й разом з тим трохи в скроневий бік від заднього полюсу помітна у формі овального поля діаметром близько 1 мм, так звана жовта пляма, у живого має червоно-коричневий колір з поглибленням (центральною ямкою) по середині. Жовта пляма й центральна ямка є місцем зосередження колбочкоподібних клітин, у зв'язку із чим, дана область на сітківці має найбільшу роздільну здатність (гостроту зору) тому, людина розглядаючи який-небудь об'єкт, довільно й автоматично повертає очі так, щоб зображення від його сюжетно важливої ділянки потрапляло на ділянку жовтої плями (мал. 8).

Дослідження очного дна в клініці має істотне значення в розпізнаванні ряду захворювань. Так, на підставі даних офтальмоскопії, можливо виявити цукровий діабет, артеріальну гіпертензію, а також специфічні офтальмологічні захворювання.

Внутрішнє ядро ока складають: кришталик, склоподібне тіло й водяниста волога передньої й задньої камер ока.

Кришталик має форму двоопуклої лінзи, він розташований за райдужною оболонкою й зіницею. У його складі розрізняють капсулу й волокна, що складають ядро.

Помутніння кришталика, викликане різними причинами, зветься - катаракта, при цьому порушується прохідність променів світла, знижується гострота зору.

Кришталик як би підвішений до війкового тіла й утримується у своєму положенні особливою зв'язкою (циноюю зв'язкою). Остання складається з безлічі тонких волокон, що йдуть від сумки кришталика до війкового тіла. При цьому між волокнами утворюються простори (петитові канали), заповнені водянистою вологою й широко сполучені з камерами ока.



Рис. 8.

Очне дно (вигляд при офтальмоскопії).

- 1 — диск зорового нерва;
- 2 — центральна ямка;
- 3 — вена;
- 4 — артерія.

Кришталік завдяки своїй еластичності й функції війкового м'язу, що розслаблює й натягає капсулу кришталіка, змінює свою форму, залежно від відстані до розглянутого предмета, це явище одержало назву акомодация.

Склоподібне тіло — драглиста, безсудинна, прозора, безбарвна, з малим змістом блукаючих клітин, кулястої форми маса, що заповнює більшу частину порожнини очного яблука й покрита зовні тонкою склоподібною мембраною.

Передня камера очного яблука обмежена попереду задньою поверхнею рогівки, незначною частиною склери й війкового тіла, позаду передньою поверхнею райдужки й частиною кришталіка (мал. 9). Крайня периферія передньої камери, що отримала назву «райдужко-рогівковий кут», являє собою вузький простір, де райдужка переходить у війкове тіло, а рогівка в склеру. Кут цей, закруглюється мережею поперечин, що йдуть від задньої поверхні рогівки до райдужки й складаючих у всій своїй сукупності гребенисту зв'язку. Між поперечинами зв'язки є система висланих ендотелієм вузьких щілиноподібних просторів, що отримали назву — фонтанови простори.

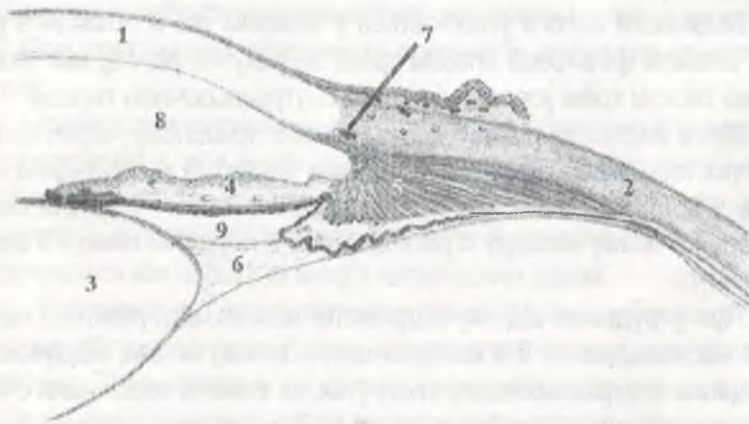


Рис. 9.

Передньобічна частина очного яблука ( райдужно-рогівковий кут).

- 1 — рогівка; 2 — склера; 3 — кришталік; 4 — райдужка; 5 — війковий м'яз;  
6 — війковий пасок; 7 — венозний синус; 8 — передня камера очного яблука;  
9 — задня камера очного яблука.

Місцю переходу склери в рогівку із внутрішнього боку відповідає вузький жолобок склери, до краю якого прикріплені волокна війкового м'яза. У ньому проходить венозний синус, або шлемів канал. Одним своїм кінцем він сполучається з фонтановими просторами, іншим, за допомогою системи водянистих вен, з передніми війковими венами. Ці утворення передньої камери, є основним шляхом відтоку водянистої вологи, про що докладніше буде сказано нижче. У цілому ж обсяг передньої камери становить  $0,24 \text{ см}^3$ , глибина її в області зіниці — 3-3,5 мм.

Задня камера очного яблука являє собою трикутної форми простір, обмежений попереду задньою поверхнею райдужки, позаду передньою поверхнею кришталика й війкового тіла. Оскільки райдужка вільно прилягає до кришталика то задня камера за допомогою вузького простору між кришталиком і райдужкою сполучається з передньою.

Описані камери ока заповнює водяниста волога, що має велике значення в живленні ока, особливо структурних компонентів, позбавлених кровоносних судин, видаленні з його порожнини продуктів обміну.

Водяниста волога утворюється у війковій тілі й почасти в райдужці, шляхом фільтрації плазми крові, за рахунок різниці між більше високим тиском крові усередині судин і внутрішньоочним тиском.

Відтік надлишку рідини відбувається в основному, через фонтанови простори у венозний синус (шлемів канал). З нього рідина надходить у водянисті вени, а з них у передні війкові. Рушійною силою фільтрації в цьому випадку є різниця тиску в передній камері й венозному синусі.

При утрудненні відтоку водянистої вологи, відбувається надлишкове нагромадження її в камерах ока, у зв'язку із чим, відбувається підвищення внутрішньоочного тиску (так, як ємність порожнини очного яблука є величиною постійною й тиск на її стінки визначається кількістю водянистої вологи). Дане захворювання одержало назву — глаукома.

Сучасні уявлення про світло- і кольоросприйняття. Око людини часто порівнюють із фотокамерою. Подібно тому, як у фотоапараті



виходить зменшене перевернене зображення на світлочутливій плівці, в оці на сітчастій оболонці формується зображення розглянутих предметів. Однак світлові промені, що попадають в око, перш ніж вони досягають сітківки, проходять через декілька заломлюючих середовищ: рогівку, вологу передньої камери, кришталик і склоподібне тіло.

Для ясного бачення предмета необхідно, щоб промені від всіх його точок попадали на поверхню сітківки, тобто були сфокусовані. Пристосування ока до ясного бачення віддалених на різну відстань предметів називають акомодацією. При акомодації відбувається зміна кривизни кришталика й, отже, його заломлюючої здатності (від 59 дптр при розгляданні далеких предметів до 70,5 дптр при розгляданні близьких).

Сутність цієї властивості полягає в тім, що кривизна кришталика може змінюватися залежно від ступеня розтягування капсули, у яку він укладений. Зв'язки між краєм цієї капсули й війковим тілом перебувають у натягнутому стані, і її натяг передається капсулі, що стискає й ущільнює кришталик. При скороченні війкового м'яза тяга зв'язки слабшає й, кришталик приймає більше опуклу форму. Якщо людина розглядає близький предмет, його кришталик робиться більше опуклим, завдяки чому зображення прилеглого предмета проектується на сітківку. При розгляданні віддалених предметів відбувається зворотний процес.

Існують три головні аномалії заломлення променів в очному яблуці: короткозорість, або міопія, далекозорість, або гіперметропія, і стареча далекозорість, або пресбіопія. Загальний основний принцип всіх дефектів ока полягає в тому, що заломлююча сила й довжина очного яблука не узгоджуються між собою, як в оці з нормальним зором.

При міопії, що проявляється в різних формах у більшості випадків очне яблуко занадто довге, а заломлююча сила має нормальну величину. Тому промені сходяться перед сітківкою в склоподібному тілі, а на сітківці замість точки виникає коло світлорозсіювання. У короткозорого (міопа) далека точка ясного бачення перебуває не в нескінченності, а на кінцевій, досить близькій відстані. Коригують короткозорість зменшенням заломлюючої сили ока шляхом використання ввігнутих лінз із негативними діоптріями.

При гіперметропії, очне яблуко є занадто коротким і тому зображення далеких предметів формується за сітківкою, а на ній виходить неясне, розпливчате зображення розглянутого предмета. Цей недолік рефракції до деякої міри може бути компенсований шляхом акомодацийного зусилля, тобто збільшення опуклості кришталика. Тому, далекозора людина напружує війковий м'яз, дивлячись на предмети не тільки з близька, але й у далечинь. Коректування цього дефекту зору можливо шляхом створення додаткової заломлюючої сили за допомогою опуклих лінз із позитивними діоптріями.

При пресбіопії, старечій далекозорості, довжина очного яблука в порівнянні з нормою, залишається незмінною. Виникаючий у цьому випадку дефект зору принципово відрізняється від двох інших випадків. З віком кришталик стає менш еластичним і при ослабленні натягу цинової зв'язки його опуклість не змінюється або змінюється не суттєво. Тому ближня точка ясного бачення відсувається від ока. виправити цей недолік акомодатції можна за допомогою двоопуклих лінз.

Крім описаних вище дефектів заломлення променів, існує ще астигматизм, перекошування зорових зображень, пов'язане з неправильною кривизною рогівки. Для виправлення астигматизму досить придатні контактні лінзи - як би плаваючі над поверхнею рогівки в шарі слізної рідини, вони компенсують відхилення її кривизни від правильної форми.

Оптичні середовища ока створюють зображення зовнішнього світу у вигляді розподілу освітленості на фоторецепторному шарі сітківки.

У зв'язку з тим, що шар фоторецепторів у сітківці ока людини займає дистальне, стосовно кришталика положення, вона відноситься до так званого інвертованого типу й, світло, перш ніж досягти фоторецепторів проникає через всі її шари.

Більше 100 років тому Макс Шульцце розділив фоторецептори хребетних на два типи: палички й колбочки. Паличками він назвав довгі тонкі клітки, що мають циліндричний зовнішній сегмент і рівний йому по діаметру внутрішній. Колбочки мають більш короткий і товстий, внутрішній сегмент, що звужується до верхівки. Палички особливо численні в сітківка нічних тварин, колбочки — у денних. Це привело

Шульцце до висновку, що палички забезпечують скотопічний зір, або зір при низькому рівні освітленості, тоді як колбочки забезпечують фотопічний зір при більше яскравому освітленні.

Нічний зір має високу чутливість, низьку розв'язну здатність (гостроту) і є чорно-білим (ахроматичним).

Для розуміння даного феномена нам треба повернутися до більше докладного розгляду структурної організації сітківки. Як нам уже відомо, функцію фоторецепторів у сітківці виконують палочкоподібні клітини, яких налічується близько 130 млн. і колбочкоподібні клітини, їх у сітківці людини біля 6-7 млн. Дані клітинні елементи утворюють контакти з біполярними й гангліозними нейронами, центральні відростки яких і формують зоровий нерв. Таким чином, якщо припустити, що кожен фоторецептор утворює, в остаточному підсумку, контакт із індивідуальним нервовим волокном, то останніх у складі зорового нерва повинно бути ніяк не менш 130 млн.

Дане припущення не вірне, оскільки в цей час достеменно відомо, що в складі зорового нерва налічується приблизно мільйон нервових волокон. Отже, одне нервове волокно повинне утворювати контакт із більшою кількістю фоторецепторів і в сітківці повинні знаходитися структурні компоненти, що виконують функцію інтеграції фоторецепторів, і які забезпечують їхню латеральну взаємодію.

Дану функцію здійснюють амакринні й горизонтальні клітини. Горизонтальні клітини, мають безліч дендритів, які утворюють контакти з аксонами фоторецепторів. Причому кількість паличкоподібних фоторецепторів контактуючих з горизонтальним нейроцитом, у кілька десятків разів більше, ніж колбочкоподібних. Аксони горизонтальних клітин утворюють контакти з біполярними нейронами.

Амакринні клітини виконують роль, подібну з горизонтальними, тільки на рівні з'єднання біполярних і гангліозних нервових клітин (мал. 10).

Із сказаного вище випливає, що імпульси від багатьох фоторецепторів сходяться (конвергують) через біполярні нейрони до однієї гангліозної клітини. Фоторецептори, з'єднані з однією гангліозною клітиною, утворюють рецептивне поле гангліозної клітини. Рецептивні поля різних гангліозних клітин частково перекривають одне одне. Та-

ким чином, кожна гангліозна клітина підсумовує подразнення, що виникає у великій кількості фоторецепторів. Це підвищує світлову чутливість, але погіршує просторову розв'язку.

Лише в центрі сітківки, у районі центральної ямки, кожна колбочкоподібна клітина з'єднана з однією так званою карликовою біполярною клітиною, з якої з'єднана також усього одна гангліозна клітина. Це забезпечує тут високу просторову розв'язку, але різко зменшує світлову чутливість.

Паличкоподібні клітини дуже чутливі й можуть збуджуватися в стані темрявої адаптації при поглинанні єдиного фотона. Завдяки тому, що з одним нервовим волокном в остаточному підсумку (за рахунок амакринних і горизонтальних клітин) зв'язана велика кількість паличок, останні відіграють роль антени й підвищують чутливість гангліозних клітин.



Рис. 10.  
Клітинний склад сітківки очного яблука (схема).

- 1 — пігментний шар;
- 2 — паличкоподібні й колбочкоподібні клітини;
- 3 — горизонтальні нейрони;
- 4 — біполярні нейрони;
- 5 — амакринні клітини;
- 6 — мультиполярні (гангліозні) нейрони.

Паличковий зір не кольоровий, тому що всі палички містять один зоровий пігмент — родопсин, і, отже, розходження в довжині хвилі сприймаються тільки як розходження в інтенсивності. Відновлення родопсину відбувається в пігментному епітелії, у цій реакції безпосереднім учасником є вітамін А, що в організмі не синтезується, а надходить із продуктами харчування. При недоліку його в організмі,

зір в умовах зниженої освітленості значно погіршується. Такий патологічний стан одержав назву гемералогія - «куряча сліпота». При поразці колбочкових клітин, навпаки, виникає світлобоязнь: людина бачить при слабкому світлі, але сліпне при яскравому освітленні. У цьому випадку може розвинути й повна кольорова сліпота - ахромазія.

Паличковий зір невиразний тому, що конвергенція великого числа паличкоподібних клітин на одне нервово волокно робить ефективну мозаїку сітківки досить грубою.

Приблизно 150 років тому, на підставі психофізіологічних спостережень виникли міркування про достатність трьох кольорових компонентів для одержання всього різноманіття кольорів (теорія Ломоносова-Юнга-Гельмгольца). Це переконливо підтверджує досвід Максвелла, проведений в 1860 р. Було показано, що при змішанні в оці спостерігача трьох кольорів - червоного, зеленого й синього - залежно від пропорції можна одержати будь-який колір, у тому числі й білий. Трикомпонентна теорія кольорового сприйняття припускає, що в сітківці хребетних розміщені три різні типи колбочок, кожна з яких має цілком певну спектральну чутливість. Перший тип колбочок, що містить пігмент - еритролаб має максимум збудження в червоно - жовтогарячому, другий, утримуючий хлоролаб — у зеленому й, нарешті третій тип пігменту, що має, ціанолаб у синє - фіолетовому світлі.

При відсутності в людини якого-небудь кольоросприймаючого рецептора, буде розвиватися кольорова сліпота, таких людей часто називають дальтоніками, що не зовсім вірно. Термін «дальтонізм» пов'язаний з ім'ям відомого англійського фізика й хіміка 18-19 століття Д. Дальтона, що страждав сліпотою на червоний і зелений кольори. Вірніше казати про ослаблення або випадання одного або декількох кольоросприймачів. Коли вони збережені повністю, то це позначається як трихромазія (триколірний зір), коли один випадає й залишається тільки два — дихромазія (двоколірні зори), відповідно при монохромазії (одноколірний зір) функціонує тільки один кольоросприймач; у випадку повної ахромазії (безбарвний зір) колбочковий апарат не функціонує.

У той же час у фізіології кольорового зору описаний ряд фактів, які не можуть бути пояснені трикомпонентною теорією зору.

Наочним прикладом може служити так звані феномени одночас-

ного й послідовного контрасту. Сугь першого полягає в зміні кольоро-воого тону залежно від фону. Наприклад, якщо довго розглядати сіру пляму на червоному фоні, вона здобуває зеленуватий відтінок. Якщо ж досить довго дивитися на пофарбоване в червоний колір, а потім перевести погляд на біле, то останнє здобуває зеленуватий відтінок. Це прояв феномена послідовного контрасту.

Одна з теорій, що краще інших надає пояснення даним явищам і узгоджується з експериментальними даними, зветься теорія опонентних (протилежних, або контрастних) кольорів. Уперше вона була сформульована в XIX столітті німецьким фізіологом Емілем Герингом (теорія Геринга).

Геринг припускав, що є чотири основних кольори — червоний, жовтий, зелений і синій — і що вони попарно пов'язані з допомогою двох антагоністичних механізмів - зелено-червоного механізму й жовто-синього механізму. Поступлювався також третій опонентний механізм для ахроматичних додаткових кольорів — білого й чорного. Через полярний характер сприйняття цих кольорів Геринг назвав ці кольорові пари «опонентними кольорами». З його теорії виходить, що не може бути таких кольорів, як «зеленувато-червоний» і «синювато-жовтий».

Таким чином, теорія опонентних кольорів постулює наявність антагоністичних кольороспецифічних нейронних механізмів. Наприклад, якщо такий нейрон збуджується під дією зеленого світлового стимулу, то червоний стимул повинен викликати його гальмування.

Запропоновані Герингом опонентні механізми отримали часткову підтримку після того, як навчилися реєструвати активність нервових клітин, безпосередньо пов'язаних з рецепторами. Так, у деяких хребетних, що володіють кольоровим зором, були виявлені «червоно-зелені» і «жовто-сині» горизонтальні клітки. У клітин «червоно-зеленого» каналу мембранний потенціал спокою змінюється й клітина гіперполяризується, якщо на її рецептивне поле падає світло спектра 400-600 нм, і деполяризується при подачі стимулу з довжиною хвилі більше 600 нм. Клітини «жовто-синього» каналу гіперполяризуються при дії світла з довжиною хвилі менше 530 нм і деполяризуються в інтервалі 530-620 нм.

На підставі таких нейрофізіологічних даних можна скласти нескладні нейронні мережі, які дозволяють пояснити, як здійснити взаємний зв'язок між трьома незалежними системами колбочок, щоб викликати кольоровоспецифічну реакцію нейронів на більше високих рівнях зорової системи.

У свій час між прихильниками кожної з описаних теорій велися палкі суперечки. Однак зараз ці теорії можна вважати взаємодоповненими інтерпретаціями кольорового зору. У зонній теорії Крисса, запропонованій близько 80 років тому, була зроблена спроба синтетичного об'єднання цих двох конкуруючих теорій. Вона показує, що трикомпонентна теорія придатна для опису функціонування рівня рецепторів, а оппонентна теорія — для опису нейронних систем більш високого рівня зорової системи.

Допоміжний апарат очного яблука. Допоміжні органи ока включають захисні пристосування й м'язи ока.

До захисних пристосувань відносяться повіки з віями, клітковина очниці й піхва очного яблука, кон'юнктива й слізний апарат.

Слізний апарат кожного ока включає слізну залозу й слъозовідні шляхи.

Слізна залоза розташована в однойменній ямці верхньозовнішнього кута очниці, має невеликі розміри (2,5x1,2 см), вивідні протоки її в кількості 5-12 відкриваються в ділянці верхнього склепіння кон'юнктивального мішка. Слізна залоза виділяє прозору, безбарвну рідину - слъозу, що охороняє око від висихання, сприяє очищенню його зовнішньої поверхні.

З кон'юнктивального мішка слізна рідина зволоживши очне яблуко, накопичується у внутрішньому куті ока, де утворюється так зване слізне озеро. Звідси через крапкові отвори (верхній і нижній) слізна рідина надходить у два слізних каналці, що вливаються в слізний мішок, що залягає у відповідній ямці медіальної стінки очниці. Нижній кінець слізного мішка безпосередньо переходить у носо-слізний канал, що відкривається в нижній носовий хід (мал. 11).

До м'язів очного яблука відносяться наступні: чотири прямі (верхній, нижній, бічний, присередній), два косі (верхній, нижній) і м'яз підіймач верхньої повіки.

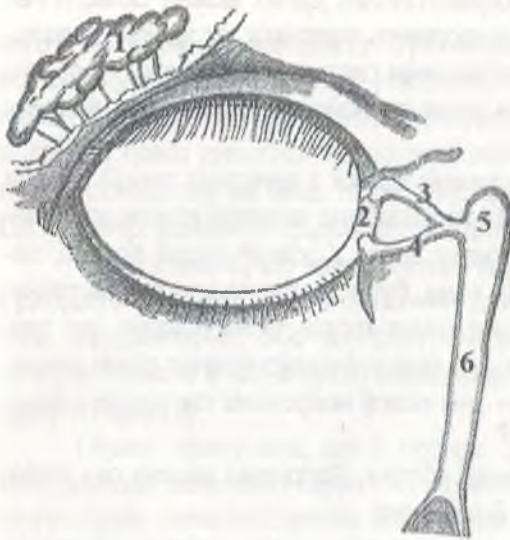


Рис. 11.  
Слізний апарат ока  
(схема).

- 1— слізна залоза;
- 2— слізне озеро;
- 3— верхній слізний каналець;
- 4— нижній слізний каналець;
- 5— слізний мішок;
- 6— носослізний канал.

Бічний і присередній прямі м'язи обертають очне яблуко навколо вертикальної вісі, верхній й нижній прямі м'язи повертають його навколо фронтальної вісі.

Верхні й нижні косі м'язи обертають очне яблуко переважно навколо сагітальної вісі: верхній направляє зіницю долілиць і зовні, а нижній догори й зовні.

Функція м'яза, що піднімає верхню повіку, визначається її назвою. Всі рухи правих і лівого очних яблук завжди синхронні, що забезпечується координуючою дією центральної нервової системи.

Верхній, присередній й нижній прямі, нижній косий м'яз і м'яз, що піднімає верхню повіку, інервуються окооруховим нервом, бічний прямий – відвідним, верхні косий – блоковим.

Очниця, у порожнині якої перебуває очне яблуко, вистелена окістям очниці, що зростається в області зорового каналу й верхній очній щілині із твердою оболонкою головного мозку. Очне яблуко оточене його оболонкою - піхвою, або теновою капсулою, що пухко з'єднується зі склерою. Щілина між очним яблуком і його піхвою одержала назву епісклерального (тенового) простору. На задній поверхні очного яблука піхва зрощена із зовнішньою піхвою зорового нер-



ва, попереду піхва підходить до склепіння кон'юнктиви. Піхву очного яблука пронизують судини й нерви, а також сухожилки окорухових м'язів, власні фасції яких зрощені із цією піхвою.

Між піхвою очного яблука й окістям очниці, навколо окорухових м'язів і зорового нерва залягає пронизана сполучнотканинними перетинками жирова тканина - жирове тіло очниці, що виконує роль еластичної подушки для очного яблука. Попереду очниця з її вмістом частково закрита очноюмковою перегородкою, що бере початок від окістя верхнього й нижнього країв очниці та прикріплюється до хрящів верхньої і нижньої повіки, а в області внутрішнього кута ока з'єднується з медіальною зв'язкою повік. Очноямкова перетинка має отвори для проходження через неї судин і нервів.

Верхня і нижня повіки, являють собою утворення, що лежать попереду очного яблука й прикривають його зверху й знизу, а при змиканні повністю його закривають. На рівні краю очниці шкіра повік переходить у шкірні покриви суміжних областей обличчя. На межі верхньої повіки й чола виступає поперечно орієнтований шкірний валик, покритий волоссям, — це брова.

Передня поверхня повіки, опукла, покрита тонкою шкірою з коротким пушковим волоссям, сальними й потовими залозами. Задня поверхня повіки, звернена убік очного яблука, увігнута. Ця поверхня повіки покрита кон'юнктивою.

У товщі верхньої й нижньої повіки знаходиться сполучнотканинна пластинка, яка по щільності нагадує хрящ, - це верхній хрящ повіки і нижній хрящ повіки. Тут же розташована повікова частина кругового м'язу ока.

До верхнього краю й передньої поверхні хряща верхньої повіки прикріплюється тонкий широкий сухожилок м'яза, що піднімає верхню повіку. Вільний край повіки, обмежений його задньою й передньою поверхнями, відповідно утворює передній і задній краї повік, і несе на собі розташовані ближче до переднього краю в 2-3 ряди волоски - віії. Ближче до заднього краю відкриваються отвори змінених сальних (мейбомієвих) залоз хряща повіки, початкова частина яких перебуває усередині хрящової пластинки повіки. У товщі верхньої повіки таких залоз більше (30-40), чим у нижній (20-30). Краї верхньої й нижньої

повік обмежують поперечну очну щілину, що з медіальної й латеральної сторін замикається зрощеннями повік - медіальною й латеральною спайками повік.

Кон'юнктива, являє собою сполучнотканинну оболонку блідо-рожевого кольору. У ній виділяють кон'юнктиву повіки, що покриває зсередини повіки, і кон'юнктиву очного яблука, що на рогівці представлена тонким епітеліальним покривом.

У місці переходу кон'юнктиви з верхнього й нижнього повік на очне яблуко утворюються поглиблення — верхнє і нижнє склепіння кон'юнктиви.

Весь простір, що лежить попереду від очного яблука, обмежений кон'юнктивою, називають кон'юнктивальним мішком, що при змиканні повік закривається. Бічний кут ока, більше гострий. Присередній кут ока, закруглений і з медіальної сторони обмежує поглиблення - слізне озеро. Тут же, у медіального кута ока, є невелике підвищення - слізне місце, а латеральніше від нього -- напівмісяцева складка кон'юнктиви, залишок мигальної (третьої) повіки хребетних.

На вільному краї верхньої та нижньої повік, біля медіального кута ока, назовні від слізного озера помітне підвищення — слізний сосочок, з отвором на вершині — слізною крапкою, що є початком слізного каналця.

**Судини й нерви очного яблука.** Очне яблуко і його допоміжні органи одержують кров з гілок очної артерії, що є у свою чергу гілкою внутрішньої сонної артерії. Венозна кров від органу зору відтікає по очних венах у печеристий синус та крилоподібне сплетіння.

Сітківку очного яблука кровопостачає центральна артерія сітківки, що у товщі зорового нерва проникає усередину очного яблука й в області диска віддає верхні й нижні гілки. Центральна вена сітківки і її притоки лежать поряд з однойменними артеріями. У судинній оболонці розгалужуються короткі і довгі задні і передні війкові артерії. Гілки цих артерій у товщі райдужки анастомозують і утворюють два артеріальних кола: велике, *circulus arteriosus iridis major*, у війкового краю райдужки і малий, *circulus arteriosus iridis minor*, у зіничного краю. Склера кровопостачається задніми короткими війковими артеріями. З густої венозної мережі власне судинної оболонки формуються

4-6 вортикозних вен, які прободають склеру і впадають в очні вени. Передні війкові вени збирають кров від війкового тіла, райдужки та склери.

Повіки і кон'юнктива одержують кров з медіальної й латеральної артерій повік, анастомози між якими утворюють у товщі повік дугу верхньої повіки та дугу нижньої повіки, і передніх кон'юнктивальних артерій. Однойменні вени впадають в очну й лицьову вени. До слізної залози направляється слізна артерія.

М'язи, фасції, жирове тіло очниці також кровопостачаються гілками очної артерії. Лімфатичні судини від повік, кон'юнктиви направляються до нижньощелепних, а також до поверхневих і глибоких приушних (позадуюшних) лімфатичних вузлів.

Чутливу інервацію вміст очниці одержує з першої гілки трійчастого нерва - очного нерва. Від його гілки — носовийкового нерва, відходять довгі війкові нерви, що підходять до очного яблука. Нижня повіка інервується підочним нервом, що є гілкою верхньощелепного нерва (другої гілки трійчастого нерва). М'яз, що звужує зіницю, і війковий м'яз одержують парасимпатичні волокна окорухового нерва (від війкового вузла в складі коротких війкових нервів), а м'яз-розширювач зіниці інервують симпатичні волокна внутрішнього сонного сплетення, що досягають очного яблука разом із кровоносними судинами.

3.2. Провідний шлях зорового аналізатора. Підкіркові й кіркові центри зорового аналізатора.

Палочкоподібні й колбочкоподібні клітини сітківки очного яблука є першими нейронами провідного шляху зорового аналізатора. Вони перетворюють світлову енергію в нервовий імпульс. Другі й треті нейрони провідного шляху також перебувають у сітківці, це біполярні і гангліозні (мультиполярні) клітини відповідно.

Аксони гангліозних клітин, покинувши очне яблуко, утворюють зоровий нерв. Зоровий нерв через зоровий канал, входить у порожнину черепа, у середню черепну ямку, де йде по основі мозку, а потім над турецьким сідлом, частково перехрещується. Перехрещуванню піддається тільки присередня частина нерва, що йде від носових (внутрішніх) половин сітківки. Після перехрестя утворюється зоровий шлях, що містить волокна від однойменних (лівих або правих половин) сітківки обох очей.

Зоровий шлях направляється назад, обігнувши ніжку великого мозку з латеральної сторони, закінчується в підкірковому зоровому центрі, що містить у собі: бічне колінчате тіло, подушку зорового бугра й сірий шар верхнього горбка середнього мозку. Волокна від бічного колінчатого тіла й подушки зорового бугра проходять через задній відділ задньої ніжки внутрішньої капсули, утворюючи зорову променистість (пучок Граціоле), і закінчуються в кірковому зоровому центрі - потиличній частці, в основному на дні й по краях острогової борозни.

Волокна зорового шляху, що закінчилися в сірому шарі верхніх горбків середнього мозку, є аферентною частиною рефлекторної дуги зіничних рефлексів і покрівельно-спинномозкового провідного шляху. Зорові шляхи подушки зорового бугра, цілком ймовірно, устанавлюють рефлекторні зв'язки із проміжним і середнім мозком).

Дуга зіничного рефлексу. Початком рефлекторної дуги є колбочко-подібні клітини жовтої плями сітківки. Вони утворюють послідовні з'єднання з біполярними й гангліозними клітинами. Аксони останніх закінчуються в клітинах сірого шару верхніх горбків середнього мозку, нейрити яких ідуть до додаткового ядра (Якубовича) окорухового нерва своєї й протилежної сторони, що забезпечує співдружну реакцію зіниць. Еферентна частина дуги бере початок від додаткового ядра, звідки волокна (передгангліонарні) ідуть у складі окорухового нерва й перериваються в клітинах війкового вузла. Відростки клітин вузла (післягангліонарні волокна) направляються до м'яза, що звужує зіницю (мал. 12).

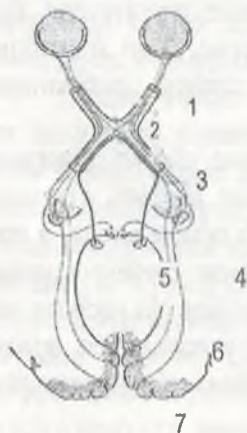


Рис. 12.

Провідний шлях зорового аналізатора.

- 1 – зоровий нерв;
- 2 – зорове перехрестя;
- 3 – зоровий шлях;
- 4 – підкіркові зорові центри таламуса й латеральних колінчатих тіл;
- 5 – підкіркові зорові центри верхніх горбків середнього мозку;
- 6 – зорова променистість;
- 7 – кіркові центри зору.

Розширення зіниці забезпечується симпатичними волокнами від центрів симпатичного відділу нервової системи, що перебувають у бічних рогах спинного мозку на рівні восьмого шийного — першого грудного сегментів, куди інформація надходить від сірої речовини верхніх горбків середнього мозку через ретикулярну формацію. Симпатичні волокна в складі черевних корінців вступають у верхній шийний вузол симпатичного стовбура. Далі вони проходять у складі сплетення внутрішньої сонної артерії до м'яза, що розширює зіницю.

### 3.3. Розвиток органа зору.

Різні частини ока розвиваються з різних ембріональних зачатків. Внутрішня оболонка очного яблука є похідним нервової трубки. Кришталик утворюється з ектодерми. Фібозна й судинна оболонки очного яблука мають мезодермальне походження. М'язи очного яблука утворюються з головних міотомів.

Очне яблуко у своєму розвитку проходить декілька етапів (мал. 13). Спочатку стінка переднього мозку утворює зорове поглиблення, що в ембріона 3,5 тижнів перетворюється в зоровий пухирець. Ці зорові пухирці швидко ростуть у боки в напрямку ектодерми голови. Тому що зовнішні частини ростуть швидше проксимальних, те незабаром вони виявляються з'єднаними з мозковою трубкою за допомогою звуженої частини, названої очною стеблинкою. У зародка 4 тижнів зовнішня половина стінки цього пухирця прогинається усередину, у результаті чого виникає очний келих з подвійною стінкою, що дає початок сітківці: зовнішня частина утворить пігментний шар, внутрішня - власне сітківку, чії світлочутливі клітки звернені не усередину очного яблука, а до пігментного шару.

На 5-й тиждень з'являється кришталикова плакода. Її клітини розмножуються й заглиблюються назустріч очному келиху. Ділянка ектодерми, що поглибилась відділяється від її шару, приймає вид двоопуклого тільця, клітини його, втрачаючи свої ядра, стають прозорими, і виниклий у такий спосіб кришталик займає своє місце усередині очного келиха.

Навколо зорового келиха утворюється зорова мезенхіма, з якої розвиваються судинна й фіброзна оболонки. Вростаючи в порожнину зорового келиха, мезенхіма утворює камери ока й склоподібне тіло. В ембріональному періоді вісі очних яблук утворюють між собою кут в  $160^\circ$ , відкритий вперед. Характерна будова ока встановлюється на 12-й тиждень. Повіки в плода довгий час зрошені, їхнє роз'єднання відбувається лише на 7-му місяці.

У немовляти очне яблуко має відносно більшу величину. Його лінійні розміри в постнатальному періоді збільшуються лише на 50%, а маса зростає в 3 рази. Зорова вісь, що з'єднує середину рогівки із центральною ямкою сітківки, у немовлят зміщена латерально.

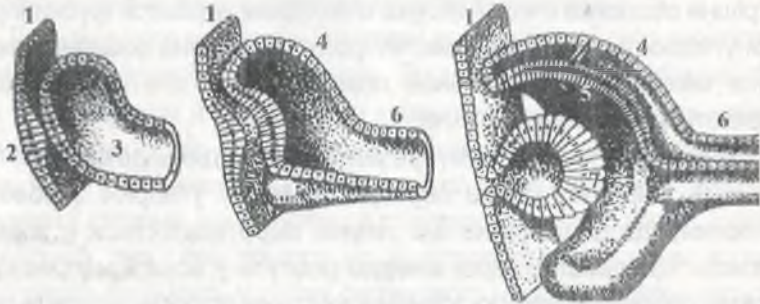


Рис. 13. Розвиток ока.

1 - ектодерма; 2 - майбутній кришталік; 3 - очний пухирець;  
4 - зовнішня стінка очного келиха; 5 - внутрішня стінка очного келиха;  
6 - стеблинка; 7 - кришталіковий пухирець.

Рогівка відносно широка, більш товста і плоска, чим у дорослого. Камера очного яблука відносно мала. Райдужка має мало пігменту, війкове тіло розвинуто слабо, сітківка тонка. Ріст очного яблука відбувається в основному протягом 1-го року життя, а потім сильно вповільнюється. При народженні є відома диспропорція між розмірами очного яблука й очниці, тому очне яблуко в немовлят більше виступає вперед, жирове тіло очниці слабо розвинуте. Слізний апарат недорозвинений, слізної залози починає функціонувати після 2 тижнів життя.

### 3.4. Деякі аномалії розвитку органа зору.

Аномалії органа зору різноманітні й розділяються на кілька груп:

1. Аномалії розвитку очного яблука в цілому.
2. Аномалії розвитку сітківки.
3. Аномалії розвитку судинної оболонки.
4. Аномалії розвитку рогівки.
5. Аномалії розвитку кришталика.
6. Аномалії розвитку повіки.
7. Аномалії розвитку слізного апарату.
8. Аномалії розвитку зорового нерва.

Аномалії розвитку очного яблука в цілому

1. Анофтальмія — відсутність очних яблук.

а) Анофтальмія справжня (син.: анофтальмія первинна) — вкрай рідка вада, обумовлена відсутністю закладки ока; як правило, по обидва боки. Придатки очей збережені, але їхні розміри менше, ніж у нормі, повіки невеликі, орбіта й кон'юнктивальна порожнина дрібні. Тип спадкування — аутосомно-рецесивний.

б) Анофтальмія помилкова (син.: анофтальмія вторинна) — обумовлена зупинкою розвитку ока на стадії очного мішура або дегенерацією очного келиха, що досяг певної стадії розвитку, внаслідок цього в глибині орбіти можна виявити рудиментарне око.

2. Гідрофтальм уроджений (син.: буфтальм уроджений, око бичаче, водянка ока, глаукома вроджена, глаукома ювенільна, глаукома дитяча) — збільшення очного яблука, що супроводжується подовженням сагітальної вісі, збільшенням діаметра рогівки за рахунок подовження й розширення рогівко-склеральної ділянки. Виникає при вродженій глаукомі, що розвивається при недорозвиненні райдужко-рогівкового кута й венозного синуса склери, що приводить до порушення відтоку водянистої вологи й підвищенню внутріочного тиску. Ранні клінічні прояви включають сльозотечу, світлобоязнь, блефароспазм, помутніння рогівки (набряк), збільшення рогівки, розриви десцеметової оболонки, екскавацію й атрофію диска зорового нерва. Очне яблуко збільшене. В 75% випадків патологія двостороння. Захворювання частіше зустрічається в хлопчиків. Ізольована

глаукома — етіологічно гетерогенний стан. Тип спадкування — ауто-сомно-рецесивний, аутосомно-домінантний.

3. Міопія (син.: короткозорість) — зниження зору вдапину внаслідок невідповідності заднього головного фокуса й сітківки ока при збільшенні сагітальної вісі ока за рахунок найбільш слабкої задньої частини склери.

4. Циклопія (син.: циклоцефалія) — існування однієї очниці по середній лінії в області чола, що або не містить очного яблука, або містить його в скороченому, нормальному або подвоєному виді, аж до наявності двох зменшених у розмірах очних яблук. Повіки перебувають у рудиментарному стані або відсутні. Вада супроводжується аномаліями розвитку носа, що буває аплазований або частіше являє собою розташованих над очницею трубчастий придаток з одиночною порожниною. Він сліпо закінчується в місці прикріплення до черепа й не сполучається із глоткою. Обсяг черепа, як правило, зменшений. Характерне злиття обох півкуль головного мозку з наявністю одного спільного шлуночка. Нюхові нерви, мозолисте тіло й прозора перегородка не розвинені.

### **Аномалії розвитку сітківки**

1. Аплазія сітківки (син.: амавроз уроджений) — відсутність гангліозних клітин і їхніх відростків. Клінічно — з народження відсутні зір і зіничні рефлекси, можливі ністагм і світлобоязнь. Офгальмоскопічна картина вкрай варіабельна, відразу після народження сітківка може виглядати нормально, можливі також пігментний ретиніт, тапеторетинальна дегенерація, блідість диску зорового нерва й поразка судин сітківки. Тип спадкування — аутосомно-домінантний.

2. Гіпоплазія сітківки — зменшення гангліозних клітик і їхніх відростків, супроводжується гіпоплазією зорового нерва, нерідко супроводжується пороками розвитку ЦНС.

3. Колобома сітківки — щілиноподібний дефект сітківки ока.

### **Аномалії розвитку судинної оболонки**

1. Акорія — відсутність зіниці, спостерігається при аніридії.



2. Аніридія — відсутність всієї або більшої частини райдужки, відсутні сфінктер і дилататор зіниці. Вада рідка, двостороння.

3. Дискорія (син.: «око котяче») — зіниця у вигляді щілини.

4. Іридоколобома — щілиноподібний дефект райдужки.

5. Мембрана зінична — залишок переднього відділу судинної сумки кришталика у вигляді тонкої павутиноподібної пластинки, або ниток, розташованих над зіницею, які прикріплюються до поперечин райдужки.

6. Полікорія — множинність зіничних отворів, з яких кожне має свій сфінктер і реагує на світло.

### **Аномалії розвитку рогівки.**

1. Кератоглобус — кулясте випинання рогівки, іноді зі збільшенням її діаметра, спостерігається як аномалія розвитку.

2. Кератоконус (син.: рогівка конічна) — конічне випинання стоншеної рогівки, обумовлене недорозвиненням її мезодермальної стромы з руйнуванням боуменової мембрани й розривом десцеметової оболонки й глінійних помутнень. Частіше двосторонній.

3. Макрокорнеа (син.: мегалокорнеа, рогівка гігантська) - збільшення розмірів рогівки, що досягає більше 13 мм у діаметрі при нормальному внутріочному тиску й відсутності помутнень.

4. Мікрокорнеа (син.: рогівка мала)— рогівка, що має розмір менш 11 мм у діаметрі. Розвивається в результаті зупинки в розвитку переднього відрізка ока на початковій стадії морфогенезу. Спостерігається при мікрофтальмі, рідше - самостійно.

### **Аномалії розвитку кришталика**

1. Афакія — відсутність кришталика, рідка вада.

А) Афакія первинна (син.: афакія справжня) — порушення диференціювання ектодерми в кришталик, при цьому кришталик не розвивається.

Б) Афакія вторинна — кришталик розвивається до певного ступеня, а потім резорбується у зв'язку із внутрішньоутробним запаленням або спонтанним розривом капсули.

2. Біфакія — подвійний кришталик. Його розвиток зв'язують із затримкою зворотного розвитку капсуло-пупілярних судин.

3. Колобома кришталика — виїмка, зазубреність на нижньому або нижньо-внутрішньому краї кришталика, обумовлена аномалією розвитку відростків циліарного тіла й відсутністю нитки циннової зв'язки, у результаті чого й відбувається деформація екватора кришталика, що симулює колобому.

4. Мікрофакія — зменшення кришталика в розмірах. Спостерігається при мікрофтальмії.

5. Сферофакія — куляста форма кришталика, як правило, супроводжується мікрофакією.

6. Ектопія кришталика (син.: підвивих кришталика, вивих кришталика) — зсув з його природного місцезнаходження. Зустрічається часто.

### **Аномалії розвитку повік**

1. Анкілоблефарон (син.: криптофтальм ізольований) — повне або часткове зрощення країв повік, частіше на скроневій стороні, що приводить до зникнення або звуження очної щілини. Зрощені краї повік мають вигляд щільних рубців або тонких тяжів. Зрощення внутрішнього кута очної щілини супроводжується звичайно ектопією слізних точок і каналців. Анкілоблефарон часто супроводжується розщелиною губи й піднебіння, анофтальмією, мікрофтальмією, птозом, мікроцефалією й іншими вадами. Тип спадкування — приблизно аутосомно-домінантний. Зустрічається рідко.

2. Блефарофімоз — укорочення повік і очної щілини по горизонталі, обумовлене найчастіше зрощенням країв повіки. Супроводжується птозом, мікрокорнеа.

3. Криптофтальм (син.: аблефарія тотальна, «око сховане») — нечаста вада розвитку, при якій відсутні повіки, очна щілина, кон'юнктива й рогівка. Шкіра, що переходить із ділянки чола на орбіту, зрощена з очним яблуком. Брови недорозвинені. Вада звичайно двостороння і супроводжується мікрофтальмією, неповною анофтальмією. Можливий неповний криптофтальм, коли очна щілина частково збережена.

4. Лагофтальм (син.: «око заяче») — неповне змикання повік внаслідок мікроблефарона (укорочення повік), супроводжується вис-

ханням рогівки й кон'юнктиви з розвитком у них запальних й дистрофічних процесів.

### **Аномалії розвитку слізного апарата**

1. Дакриостеноз — звуження слізної протоки.

2. Дакриоцистоцеле — киста слізної протоки, виявляється у вигляді невеликого утворення, що локалізується нижче й медіальніше орбіт. Утворення не приводить до зміни орбіт і часто спонтанно зникає як у внутрішньоутробному періоді, так і після народження.

### **Аномалії розвитку зорового нерва**

1. Аплазія зорового нерва — відсутність волокон-аксонів гангліозних клітин сітківки. Спостерігається при важких вадах розвитку ЦНС.

2. Гіоплазія зорового нерва — часта вада, обумовлена зменшенням кількості нервових волокон у зв'язку з недорозвиненням Гангліозних клітин сітківки. Може бути однобічною або двобічною. Спостерігається частіше в сполученні з іншими вадами очей і ЦНС. Зоровий нерв виглядає маленьким, блідим і безформним. Судини сітківки іноді трохи звужені. Гострота зору ураженого ока знижена пропорційно ступені гіоплазії диска. Відзначені також косоокість, дефекти полів зору, а рентгенологічно — зменшення отвору зорового нерва на ураженій стороні. Тип спадкування — приблизно аутосомно-домінантний.

3. Колобома диска зорового нерва (син.: колобома макули) — дефект у вигляді кратероподібного поглиблення в центрі або на периферії диска, що стосується тільки самого нерва, його оболонки або ж оболонки і нерва. Рідка вада, обумовлена незрощенням зародкової щілини.

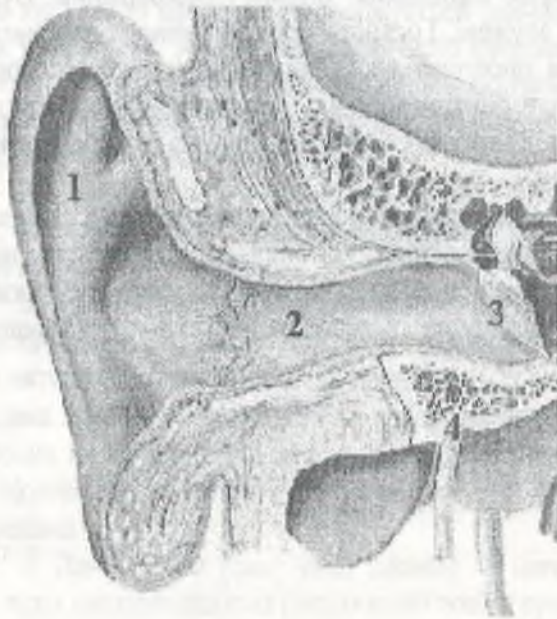
**Розділ 4.**  
**ОРГАН СЛУХУ Й СТАТО-КІНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗАТОР**  
**(ПРИСІНКОВО-ЗАВИТКОВИЙ ОРГАН)**

Присінково-завитковий орган містить у собі стато-кінетичний орган (присінковий апарат), що є складовою частиною аналізатору гравітації, і орган слуху. Обидва ці органи зв'язані між собою характером розвитку й функціонально.

**4.1. Периферичний відділ органа слуху.**

Периферична частина органа слуху складається із трьох відділів: зовнішнього, середнього й внутрішнього вуха. Перші два відділи служать тільки для проведення звукових коливань, а третій виконує рецепторну функцію як для слухових подразнень так і для аналізатору гравітації.

Зовнішнє вухо Зовнішнє вухо складається з вушної раковини й зовнішнього слухового проходу (мал. 14).



*Рис. 14.*  
*Зовнішнє вухо (схе-  
ма).*

- 1 — вушна ракови-  
на;
- 2 — зовнішній слу-  
ховий прохід;
- 3 — барабанна пе-  
ретинка;
- 4 — скронєва кістка.

В основі вушної раковини лежить еластичний хрящ, покритий шкірою, нижня її ділянка, вушна часточка, позбавлена хряща.

Хрящова основа людського вуха, оточуючи отвір зовнішнього слухового проходу, має вигляд чашоподібного заглиблення з двома виступами — попереду козелком і позаду — протикозелком (мал. 15).

Верхня половина краю вушної раковини загорнена у вигляді так званого завитка. Загорнений край вуха існує, крім людини, лише в людиноподібних мавп. На краю завитка є невеликий, звернений уперед виступ, нерідко майже непомітний оком й виявляється лише на дотик, — дарвініз горбок. Вважають, що цей виступ відповідає загостреному краю вушної раковини деяких мавп. Серед людей він більше виражений у чоловіків, чим у жінок, і буває частіше на правому вусі.



Рис. 15. Вушна раковина.

- 1 — завиток;
- 2 — протизавиток;
- 3 — козелок;
- 4 — протикозелок;
- 5 — зовнішній слуховий прохід;
- 6 — човен;
- 7 — трикутна ямка;
- 8 — часточка вушної раковини.

Розміри й форма вушної раковини індивідуально мінливі. М'язи вушної раковини рудиментарні й не можуть її зміщати, що компенсується поворотом голови в напрямку до джерела звуку.

Зовнішній слуховий прохід має два відділи – хрящовий і кістковий.

Довжина зовнішнього слухового проходу в дорослої людини дорівнює 2,5 см, з них 1,5 см приходить на кістковий відділ. Отвір зовнішнього слухового проходу має діаметр 0,7 см. Найбільш вузька ділянка слухового проходу (перешийок) розташований на рівні переходу хрящового відділу в кістковий. Обидва відділи не лежать строго в одній площині. Для випрямлення слухового проходу вушну раковину відтягають назад й догори в дорослого, назад й донизу в дитини. У функціональному відношенні слуховий прохід - провідник повітряних звукових коливань до барабанної перетинки.

Шкіра хрящового відділу зовнішнього слухового проходу містить численні сальні й особливі залози, що виділяють вушну сірку (церумінозі), а також волосся. Шар підшкірної жирової клітковини в цьому відділі досить виражений.

Шкіра кісткового відділу тонка, щільно прилягає до окістя, позбавлена волосся і залоз. Розходження в будові шкіри в цих відділах важливі в клінічному відношенні: запалення шкіри в кістковому відділі протікає досить болісно (оталгія) внаслідок здавлення больових рецепторів окістя, що прилягають до епідермісу. У хрящовому відділі можливе формування запальних процесів, сірчаних пробок, що нерідко заповнюють просвіт.

Зовнішнє вухо забезпечується кров'ю із системи зовнішньої сонної артерії за рахунок поверхневої скроневої, потиличної, задньої вушної й глибокої вушної артерій. Венозний відтік направлений у поверхневу скроневу, зовнішню яремну і зацелепну вени.

Відтік лімфи здійснюється в передні й задні вушні вузли, глибокі лімфатичні вузли шиї.

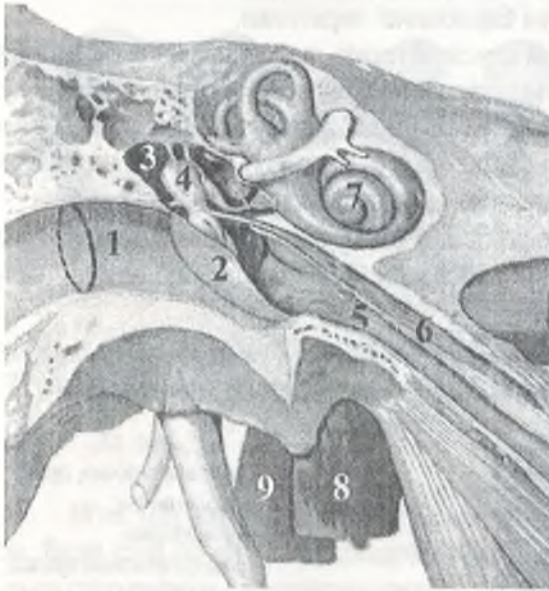
Чутлива іннервація зовнішнього вуха здійснюється за рахунок великого вушного нерва із шийного сплетення й вушно-скроневого із трійчастого нерва, а також вушної гілки блукаючого нерва.

Остання обставина допускає можливість виникнення вагусного аксон-рефлексу при сірчаних пробках, сторонніх предметах, механічних подразненнях шкіри зовнішнього слухового проходу, внаслідок якого виникають кардіалгічні явища, кашель.

**Середнє вухо.** Середнє вухо цілком розташовується в піраміді скроневої кістки і являє собою систему сполучених порожнин, вистелених слизовою оболонкою. Середнє вухо складається з барабанної порожнини, слухової труби й повітроносних комірок соскоподібного відростка (мал. 16).

Барабанна порожнина являє собою простір обсягом 0,75 см<sup>3</sup>, у ній розрізняють шість стінок.

Верхня стінка барабанної порожнини - покрівельна досить тонка, відокремлює барабанну порожнину від порожнини черепа, нерідко служить місцем проникнення інфекції в середню черепну ямку. До нижньої (яремної) стінки прилягає верхня цибулина внутрішньої яремної вени.



*Рис. 16. Зовнішній слуховий прохід, середнє й внутрішнє вухо.*

- 1 — зовнішній слуховий прохід;
- 2 — барабанна перетинка;
- 3 — барабанна порожнина;
- 4 — слухові кісточки;
- 5 — слухова труба;
- 6 — м'яз, що натягає барабанну перетинку;
- 7 — внутрішнє вухо;
- 8 — внутрішня сонна артерія;
- 9 внутрішня яремна вена.

Передня стінка барабанної порожнини зветься сонною, тому що до неї близько прилягає внутрішня сонна артерія, відділена від порожнини середнього вуха тільки тонкою кістковою пластинкою. У верхній частині цієї стінки формується внутрішній отвір слухової труби.

Задня (соскоподібна) стінка барабанної порожнини має отвір, що веде в барабанну печеру соскоподібного відростка, що безпосередньо сполучається з повітроносними комірками.

Зовнішня стінка барабанної порожнини в нижній своїй частині представлена барабанною перетинкою, у верхній частині - кістковою пластиною зовнішнього слухового проходу.

Діаметр барабанної перетинки приблизно 9 мм, товщина 0,1 мм, у нормі вона напівпрозора. Барабанна перетинка складається із трьох шарів: зовнішнього (епідерміс), внутрішнього (плоский одношаровий епітелій) і середнього (сполучнотканинний), у якому волокна розташовані циркулярно й радіально.

У верхньої, розслабленої, частини барабанної перетинки немає середнього, сполучнотканинного, шару, що представлений у більшій по площі натягнутій частині барабанної перетинки.

Пройшовши зовнішній слуховий прохід, звукові коливання концентруються на барабанній перетинці для подальшої передачі через ланцюг слухових кісточок до внутрішнього вуха. Функція барабанної перетинки цим не обмежується. Коливаються в основному її центральні відділи, а периферичні, залишаючись нерухомими, виконують роль екрана для вікна завитки.

На медіальній (лабіринтовій) стінці барабанної порожнини знаходяться два отвори: вікно присінка й вікно завитки, що ведуть у внутрішнє вухо.

У барабанній порожнині розташовані слухові кісточки — молоточок, коваделко й стремінце, з'єднані між собою суглобами (мал. 17).



Рис. 17.

Слухові кісточки, праві.

- 1 — молоточок;
- 2 — коваделко-молоточковий суглоб;
- 3 — коваделко;
- 4 — коваделко-стремінцевий суглоб;
- 5 — стремінце.



Молоточок має голівку, шийку, короткий відросток і рукоятку; довжина молоточка 9 мм, маса близько 30 мг. Голівка молоточка з'єднується з коваделком за допомогою суглоба з меніском. Обидві кісточки підвішені за допомогою еластичних зв'язок до стінок барабанної порожнини й можуть вільно зміщатися у відповідь на коливання барабанної перетинки.

Коваделко має тіло, короткий відросток, і довгий відросток, за допомогою якого воно з'єднане з голівкою стремінця; маса його дорівнює 27 мг.

Стремінець — сама маленька зі слухових кісточок і найменша кістка в організмі людини. У ньому розрізняють голівку, шийку, дві ніжки й основу (мал. 18).

Крім трьох кісточок у барабанній порожнині є два м'язи: м'яз натягач барабанної перетинки й стремінцевий м'яз.

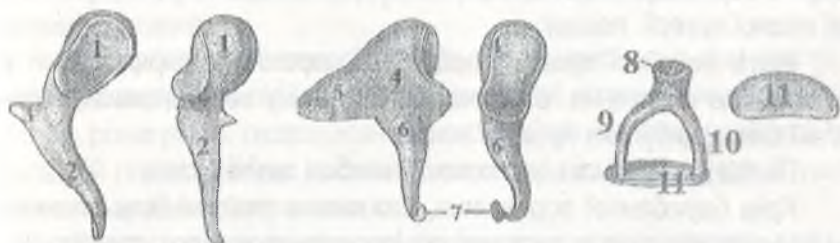


Рис. 18. Будова слухових кісточок.

- 1 - голівка молоточка; 2 - рукоятка молоточка; 3 - бічний відросток;  
 4 - тіло коваделка; 5 - коротка ніжка коваделка; 6 - довга ніжка коваделка;  
 7 - сочевицеподібний відросток; 8 - голівка стремінця; 9 - задня ніжка;  
 10 - передня ніжка; 11 - основа стремінця.

М'яз, що натягає барабанну перетинку, має довжину близько 2 см, бере свій початок від хрящової частини слухової труби, закінчується сухожилком, що прикріплюється до рукоятки молоточка поблизу від його шийки. Іннервацію м'яз одержує від нижньощелепної гілки трійчастого нерва (через вушний ганглії).

Стремінцевий м'яз — найменший м'яз тіла людини, місцем прикріплення його служить шийка стремінця. Стремінцевий м'яз іннервується гілочкою лицьового нерва — стремінцевим нервом.

Обидва м'язи регулюють ступінь рухливості слухових кісточок, забезпечуючи акомодативну (наприклад, під час вслухання) і захисну (тетаничне скорочення м'язів при дії сильних звуків) функції, у зв'язку із чим, дані м'язи у функціональному плані аналогічні м'язу, що звукує зіницю очного яблука.

Слизову оболонку барабанної порожнини іннервує барабанне сплетення (Якобсона), у формуванні якого беруть участь V, VII і IX пари черепних нервів, а також симпатичні волокна.

Стінки і вміст барабанної порожнини кровопостачаються із системи зовнішніх і внутрішньої сонних артерій, за рахунок верхньої барабанної артерії із середньої оболонної артерії зверху; нижньої барабанної артерії з висхідної глоткової артерії знизу; передньої барабанної артерії з верхнещелепної артерії попереду; глибокої вушної артерії з верхнещелепної артерії й шилососкоподібної артерії із задньої вушної артерії позаду.

Відтік венозної крові з барабанної порожнини спрямований у крилоподібне сплетення, середню менінгеальну вену, верхній кам'янистий синус, цибулину яремної вени.

Лімфа дренується в заглоткові й глибокі шийні вузли.

Крім барабанної порожнини, важливим анатомічним елементом середнього вуха є система повітроносних комірок соскоподібного відростка. У цій системі центральне місце займає соскоподібна печера з якої й починається її формування, що завершується до 8го року життя.

Розрізняють пневматичну (у відростку знаходиться значна кількість повітроносних комірок), диплоетичну (більша частина відростка виповнена губчатою кісткою), змішану (займає проміжне положення між двома першими) і склеротичну (патологічну) будову соскоподібного відростка.

При значній пневматизації соскоподібного відростка можливе розповсюдження повітроносних комірок на всі частини скроневої кістки (луску, кам'янисту, барабанну) і виличну кістку. Це має велике клінічне значення, тому що гній може розповсюджуватися по системі комірок, у результаті чого виникають атипичні форми мастоїдитів.

Третьою складовою частиною середнього вуха є слухова (Евстахієва) труба. У слуховій трубі розрізняють кістковий відділ (розташовується в м'язово-трубному каналі скроневої кістки) і хрящовий.

Довжина слухової труби — 3,5 см, (з яких 1 см припадає на кістковий відділ), а 2,5 см — на хрящовий. Ширина просвіту кісткового відділу 3-5 мм, хрящового — 3-9 мм. Найбільш вузька частина просвіту труби (3 мм) знаходиться в зоні перешийка — місця, де кісткова частина переходить у хрящову. У дітей слухова труба коротша й ширша, ніж у дорослих.

Слухова труба вистелена миготливим і кубічним епітелієм з невеликою кількістю бокалоподібних клітин і слизових залоз. У нормі стінки хрящового відділу слухової труби знаходяться у стуленому стані. Розкриття цієї частини труби відбувається при скороченні м'язів у момент ковтання.

При різкій зміні атмосферного тиску, наприклад при спуску в глибоку шахту, при підйомі або приземленні літака, може виникнути значна різниця між тиском зовнішнього повітря й тиском повітря в барабанній порожнині, що викликає неприємні відчуття, а іноді й ушкодження барабанної перетинки.

Розкриття отвору слухової труби сприяє вирівнюванню тиску, а тому при зміні атмосферного тиску рекомендують робити часті ковтальні рухи.

У фізіологічних умовах слухова труба виконує вентиляційну, дренажну й захисну функції. Порушення прохідності труби, її зияння приводять до стійких функціональних розладів, по слуховій трубі інфекційний процес може поширюватися з носоглотки в порожнину середнього вуха.

**Внутрішнє вухо.** Внутрішнє вухо являє собою систему сполучених між собою порожнин і каналів.

У складі його розрізняють кістковий і перетинчастий лабіринти, розділені щілиноподібним простором, що містить специфічну рідину — перилімфу. Усередині перетинчастого лабіринту втримується інша рідина — ендолімфа.

Перилімфа дуже близька по складу до спинномозгової рідини (таблиця 3). Простори, заповнені перилімфою і спинномозковою рідиною, взаємозалежні, однак їхні функціональні взаємозв'язки досі невідомі.

Ендолімфа виконує трофічну функцію, забезпечуючи чутливі клітини слухового й стато-кінетичного аналізаторів киснем, ферментами, поживними речовинами, гормонами. У нормі підтримується постійний об'єм ендолімфи й електролітів, що втримуються в ній (калій, натрій, хлор і ін.).

Механізми утворення ендолімфи і її циркуляції усередині перетинчастого лабіринту в цей час вивчені недостатньо. Деякі дослідники припускають, що ендолімфа утворюється в результаті фільтрації із крові, а також є продуктом секреторних клітин судинної смужки завитки й клітин присінкового апарата.

Таблиця 3.

Склад пери-, ендолімфи й спинномозгової рідини.

	Ендолімфа	Перилімфа	Спинномозкова рідина
Калій	150 ммоль/л	10 ммоль/л	4 ммоль/л
Натрій	8 ммоль/л	140 ммоль/л	152 ммоль/л
Білок	52 г/л	2-4 г/л	0, 2-0,5 г/л

Усмоктування ендолімфи відбувається, очевидно, в ендолімфатичному мішечку. При порушенні регуляторних механізмів може відбуватися збільшення об'єму ендолімфи зі зміною нормальної концентрації електролітів. Цей стан називають ендолімфатичним гідропсом.

Довжина кісткового лабіринту становить приблизно 20 мм., своїм довгим розміром він розташовується паралельно задньої поверхні піраміди, у складі кісткового лабіринту розрізняють три частини. Середня частина кісткового лабіринту називається присінком. Від присінка відходять: попереду — завитка, позаду — півколові канали (передній, задній і бічний), розташовані в трьох взаємно перпендикулярних площинах (мал. 19).



*Рис. 19. Кістковий лабіринт (схема).*

- 1 - присінок; 2 - завитка; 3 – півколові протоки; 4 - еліптичне поглиблення;  
 5 - сферичне поглиблення; 6 - сходи присінка; 7 - барабанні сходи;  
 8 - кісткова спіральна пластинка.

Завитка обвиває кістковий стрижень, у якому є судини й нерви. На поперечному зрізі в кожному завитку розрізняють два перилімфатичних канали - сходи присінка, що беруть початок від вікна присінка, що знаходиться вище присінкової мембрани й барабанні сходи розташовані нижче базиллярної пластинки, що бере початок від вікна завитки. Обидва сходи з'єднані у верхівки завитки отвором (*helicotrema*).

Ендолімфатичний простір у межах завитки обмежено знизу базиллярною пластинкою, зверху — присінковою мембраною.

Перетинчастий лабіринт, загалом, повторюючи форму кісткового, утворює у присінку з'єднані між собою протокою еліптичний і сферичний мішечки, у стінках яких знаходяться плями із сенсорними й підтримуючими епітеліальними клітинами (мал. 20).

Поверхня сенсорного епітелію покрита особливою студенистою отолітовою мембраною, у яку включені кристали, що складаються з карбонату кальцію, — отоліти, або статоконії.

Пляма еліптичного мішечка — місце сприймання лінійних прискорень, тобто земного притягання, рецептор гравітації, пов'язаний зі зміною тону су м'язів, що визначають положення тіла.

Пляма сферичного мішечка, будучи також рецептором гравітації, одночасно сприймає й вібраційні коливання.

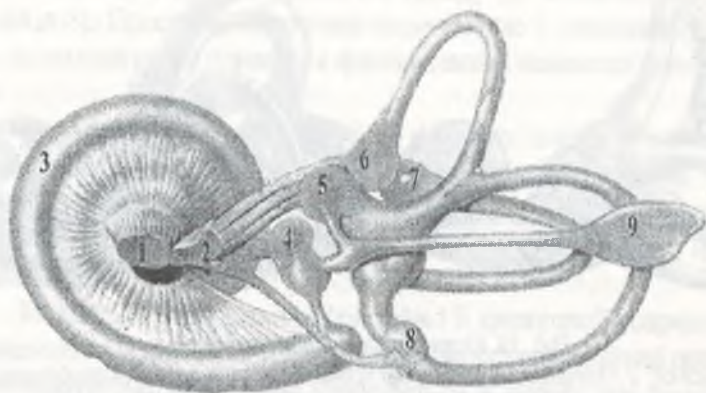


Рис. 20. Перетинчастий лабіринт.

- 1 - завитковий нерв; 2 - присінковий нерв; 3 - завиткова протока;  
 4 - мішечок; 5 - маточка; 6 - передня перетинчаста ампула;  
 7 - бічна перетинчаста ампула; 8 - задня перетинчаста ампула;  
 9 - ендолімфатичний мішок.

В еліптичний мішечок відкриваються передні, задні й бічні півколові протоки. У їхніх розширених кінцях — ампулах розташовуються ампульні гребінці із сенсорними волосковими й підтримуючими епітеліоцитами, це місце сприймання кутових прискорень.

Від обох мішечків бере початок ендолімфатична протока, що виходить на задню поверхню піраміди скроневої кістки. Поблизу сферичного мішечка починається завиткова протока довжиною 3,5 см, що проходить на всьому протязі кісткової завитки, роблячи 2,5 обороти. Вона має в перетині форму трикутника, основа якого прилягає до стінки кісткової завитки, а вершина лежить на продовженні спіральної пластинки. Ця протока відділяється від перилімфатичного простору за допомогою присінкової і базиллярної мембран. Між ендолімфою, що заповнює перетинчастий лабіринт, і перилімфою, що його оточує, немає ніякого сполучання.

Таким чином, між сприймаючими звуки рецепторами, схованими усередині перетинчастої завитки, і ланцюгом слухових кісточок,

що проводять звукові коливання, перебувають три проміжні середовища: 1) перилімфа, 2) сполучнотканинна оболонка поретинчастого лабіринту й 3) ендолімфа, у яку занурені сенсорні клітини.

На базиллярній мембрані розташовується спіральний (кортів) орган. Він містить кілька довгих рядів епітеліальних клітин двох видів: що сприймають (волоскових сенсорних епітеліоцитів) і спорних, тобто ті ж два роди клітин, що й у сприймаючих елементах присінкового апарату (мал. 21).

Основна пластинка, на якій знаходяться сенсорні клітини, пронизана численними радіальними волокнами. Вони проходять від центральної області завитки до її периферії. Тому що волокна пружні, вони здатні коливатися у відповідь на механічні поштовхи, які можуть діставати з боку перилімфи. Коливаючись, волокна базальної пластинки надають руху частинам кортієвого органа, подразнюючи волоски, що сприймають.

Внутрішнє вухо одержує кровопостачання від артерії лабіринту, що в більшості випадків відходить від базальної артерії. Венозний відтік з лабіринту здійснюється через вени лабіринту в нижній кам'янистий синус, а далі в сигмоподібний.



Рис. 21. Спіральний орган.

- 1 - сходи присічка;
- 2 - завитковий хід;
- 3 - барабанні сходи;
- 4 - мембрана тectoria;
- 5 - внутрішня спіральна борозна;
- 6 - нервові клітини спірального вузла;
- 7 - слухові клітини з війками;
- 8 - спорні клітини

Мікроциркуляторне русло внутрішнього вуха характеризується сегментарністю, високим ступенем розвитку пристосувальних демпферних механізмів, що забезпечують безшумність кровотоку, і відсутністю анастомозів із судинною системою середнього вуха.

**Сучасні уявлення про сприйняття звукових відчуттів.** Людське вухо здатне сприймати звукові коливання із частотою від 16 до 20000 Гц. До звуків, що мають частоту 1000 - 5000 Гц вухо найбільше відчутно, у цьому частотному діапазоні знаходиться людська мова.

До складу звукопровідного апарату входять вушна раковина, зовнішній слуховий прохід, барабанна перетинка, барабанна порожнина зі слуховими кісточками й м'язами, слухова труба, вікна лабіринту й рідина присінкових і барабанних сходів завитки.

Вушна раковина не робить помітного впливу на гостроту слуху. Її роль у минулому була перебільшена, тому людям зі зниженим слухом рекомендували слухові різки й труби.

До деякої міри, вушна раковина відіграє роль колектора звуків, тому глухуваті люди часто приставляють долоню до вуха, уловлюючи більшу кількість звукових коливань.

Все-таки навіть при вродженій повній відсутності вушної раковини (анотія) слух погіршується всього лише на 5-10 дБ. Приблизно те ж спостерігається у випадках відсутності або деформації вушних раковин у зв'язку із травмою.

Не відзначено якого-небудь підвищення гостроти слуху в капловухих дітей, у яких площа вушної раковини збільшена.

Зовнішній слуховий прохід виконує практично тільки провідну (трансмісійну) функцію для звуку.

Його довжина й ширина не впливають на посилення або ослаблення звуку. Наприклад, при поступовому скупченні сірки, якщо запирається хоча б невеликий просвіт, слух помітно не погіршується.

Однак при повній обтурації зовнішнього слухового проходу відразу ж настає погіршення слуху. Найчастіше це пов'язане з купанням або миттям голови, коли сірчана пробка набухає й дитина починає скаржитися на те, що вухо «заклало».

Звукова хвиля досягає середнього вуха, пройшовши зовнішній слуховий прохід, і надає руху барабанній перетинці й слуховим кісточ-



кам: молоточку, коваделку й стремінцеві, що як би вставлено у вікно присінку внутрішнього вуха (лабіринту).

Площа барабанної перетинки дорівнює 65 мм, а вікна присінку (з основою стремінця) — лише 3,3 мм (співвідношення приблизно 20:1). У результаті сполучення різниці площі барабанної перетинки й основи стремінця, а також, ефекту екрану її нижніх відділів - відбувається посилення звуку приблизно на 30 дБ.

Система слухових кісточок забезпечує в основному передачу (трансмісію) звуку, підсилюючи його в нормі дуже незначно.

Порушення описаного механізму (наприклад, відсутність барабанної перетинки або розрив у ланцюзі слухових кісточок) приведе до втрати слуху через порушення звукопроведення приблизно на 30 дБ.

Як уже було сказано вище, у середнім вусі є два м'язи: м'яз-натягач барабанної перетинки й стремінцевий. Безпосередньо вони не проводять звукові хвилі, а адаптують звукопровідний апарат до оптимальної передачі звуку й виконують захисну функцію при сильних звукових подразненнях з низькою й середньою частотою звуку, зменшуючи рухливість слухових кісточок і захищаючи внутрішнє вухо, про що було сказано вище.

Звукова хвиля, посилена приблизно на 30 дБ за допомогою системи барабанна перетинка — слухові кісточок, досягає вікна присінку, і її коливання передаються на перилімфу сходів присінку завитки.

Цей факт пояснює, для чого потрібний механізм посилення: при переході звукової хвилі з повітряного середовища в рідку значна частину звукової енергії губиться. Так, людина, занурена з головою у воду, навряд чи почує лемент із берега, оскільки звук різко слабшає.

Подальший шлях звукової хвилі проходить уже по перилімфі сходів присінку завитки до її верхівки. Тут через отвір завитки коливання поширюються на перилімфу барабанних сходів, що сліпо закінчується вікном завитки, затягнутим щільною мембраною - вторинною барабанною перетинкою.

У результаті вся енергія звуку виявляється зосередженою в просторі, обмеженому стінкою кісткової завитки, кістковим спіральним гребенем і базиллярною пластинкою (єдине податливе місце). Рухи базиллярної пластинки разом з розташованим на ній спіральним (кор-

тієвим) органом приводять до безпосереднього контакту рецепторних волоскових клітин з покривною мембраною. Це стає закінченням проведення звуку й початком звукосприйняття — складного фізико-хімічного процесу, супроводжуваного виникненням слухових електричних біопотенціалів.

Вся ця складна система проведення звукової хвилі за участю вушної раковини, зовнішнього слухового проходу, барабанної перетинки, слухових кісточок, перилімфи присінкових і барабанних сходів умовно називається повітряним шляхом проведення звуку. Із цим терміном надалі прийдеться зустрічатися досить часто.

Крім повітряного шляху проведення або підведення звуку до рецепторних клітин, існує кістковий шлях проведення звуку.

Першим, хто спробував створити теорію слуху, був німецький фізик, математик, фізіолог і психолог Герман Гельмгольц.

Гельмгольц припустив, що на основній мембрані натягнута безліч мікроскопічних струн. Причому в основі завитки струни ці дуже короткі, а чим ближче до верхівки, тим довші. Ті або інші струни вступають у резонанс зі звуками тої або іншої частоти. Короткі струни резонують зі звуками високої частоти, довгі — з низькочастотними, басовими звуками. Таким чином, відбувається первинний аналіз звуків уже на рівні завитки, причому високі звуки сприймаються в основі, а низькі — у верхівки.

Багато фізіологів підтримували резонансну теорію, але в останні роки в ній виявилися слабкі місця. Установити це допоміг електронний мікроскоп. При великих збільшеннях, на яких звичайний світловий мікроскоп не здатний, структурних утворень, які могли б виконувати роль «струн» виявити не вдалося. У класичній резонансній теорії слуху є й інші погрішності. Подальше вивчення механічних властивостей основної мембрани показало, що їй-невластива висока вибірковість. Під впливом звуків в ендолімфі завитки відбуваються складні гідродинамічні процеси.

Ці спостереження дозволили трохи пізніше Д'єрдю Бекеші сформулювати гідродинамічну теорію слуху, називану також «теорією хвилі, що біжить». Відповідно до даної теорії первинний аналіз звуків у завитці пояснюється зрушенням стовпа пери- і ендолімфи й

деформацією основної мембрани при коливаннях основи стремінця, що поширюються в напрямку до верхівки завитки у вигляді хвилі, що біжить.

Чим вище звук, тим ближче до круглого вікна (тобто основи) виходить прогин основної мембрани. Найнижчі звуки викликають деформацію її у верхівки, тобто поблизу від гелікотреми.

Наступні досліди Бекеші на моделях і на завитці морської свинки дійсно показали, що основна мембрана робить складні коливання — при високих звуках хвилі деформації захоплюють головним чином основу завитки, а при низьких — всю мембрану. Місця максимальної деформації відповідає просторовому розташуванню звуків на основній перетинці, у цих ділянках спостерігалися вихрові рухи ендолімфи.

Американський дослідник Халавел Девіс, вживлюючи мікроелектроди в завитку кішки, реєстрував електричні потенціали, що виникають у завитці. На підставі своїх спостережень він створив власну електрофізіологічну теорію слуху. Відповідно до його теорії кожний волосок волоскових клітин кортієва органа подібний до п'єзоелектричного кристала. Як відомо, ці кристали мають цікаву властивість — у прямому положенні вони нейтральні, але стоїть їх незначно зігнути, як відразу з'являється електричний заряд. При коливаннях основної мембрани, природно, починають коливатися й волоскові клітини. Але зверху на волоски давить покривна мембрана, вони згинаються, внаслідок чого виникає електричний заряд.

Таким чином, під впливом деформації волосків рецепторних клітин синхронно зі звуковими коливаннями звільняється електрична енергія, виникають біоструми. Ці біоструми служать подразниками найтонших закінчень гілочок слухового нерва, що обплітають волоскові клітини. По цьому нерву й провідних шляхах довгастого мозку збудження передається в кору скроневої частки головного мозку, де відбувається аналіз і синтез звукових подразнень.

Суперечки про механізми звукоприйняття тривають і донині, не одна з наведених вище гіпотез не претендує на те, щоб бути єдиною вірним рішенням, остаточною теорією.

#### **4.2. Провідний шлях слухового аналізатора. Підкіркові й кіркові центри слухового аналізатора.**

Тіла перших нейронів слухового шляху перебувають у завитковому (спіральному) ганглії. Їхні центральні відростки складають завитковий корінець присінково-завиткового нерва, що входить у стовбур мозку й закінчується у вентральних і дорсальному завиткових ядрах мосту, які проєктуються на присінкове поле ромбоподібної ямки. Тут локалізується II нейрон слухового шляху.

Аксони клітин вентрального завиткового ядра на межі основи й покришки мосту проходять у поперечному напрямку через міст, утворюючи шар волокон, названий трапецієподібним тілом, після чого формують латеральну петлю.

Аксони клітин дорсального ядра перетинають ромбовидну ямку у вигляді мозкових смужок, поринаючи в речовину мозку в області середньої борозни. Перейшовши на протилежну сторону, вони вступають у латеральну петлю.

**Бічна (слухова) петля** являє собою головний висхідний слуховий шлях мозкового стовбура. Бічна петля йде в середній мозок до ядер нижніх горбків і в проміжний мозок до ядер медіального колінчатого тіла. У цих ядрах закладені тіла III нейронів слухового шляху. Нижні горбки середнього мозку відіграють важливу роль у визначенні просторової локалізації джерела звуку й організації орієнтовної поведінки, від них бере початок покришково-спинномозковий шлях.

Аксони клітин медіального колінчатого тіла проходять у задній частині задньої ніжки внутрішньої капсули й, утворюючи слухову променистість, закінчуються в слуховій області кори, переважно у внутрішньому зернистому шарі верхніх скроневих закруток (мал. 22).

#### **4.3. Морфо-функціональна характеристика статокінетичного аналізатора.**

До утворень, у яких знаходяться рецептори присінкового аналізатора, належать маточка, мішечок і три ампули півколових каналів. Останні є пристосуваннями для сприйняття кутових прискорень будь-яких напрямків, у той час як у маточці й мішечкові зосереджені рецептори, які чутливі до відцентрових сил, прямолінійного прискорення й сили земного тяготіння.

У середині ампул півколових каналів знаходяться так звані гребінці, поверхня яких утворена шаром волоскових сенсорно-епітеліальних клітин. Їхні вільні поверхні несуть чутливі волоскові вирости. Досить істотним є те, що ампулярні гребінці покриті студенистою масою, що зміщується при русі ендолімфи в півколових каналах. Зсув студенистої маси приводить до деформації волосків чутливих клітин, що викликає генерацію в клітинах нервового імпульсу. Збудження виникає в рецепторах того півколового каналу, площина якого відповідає площині обертання тіла в цей момент часу.

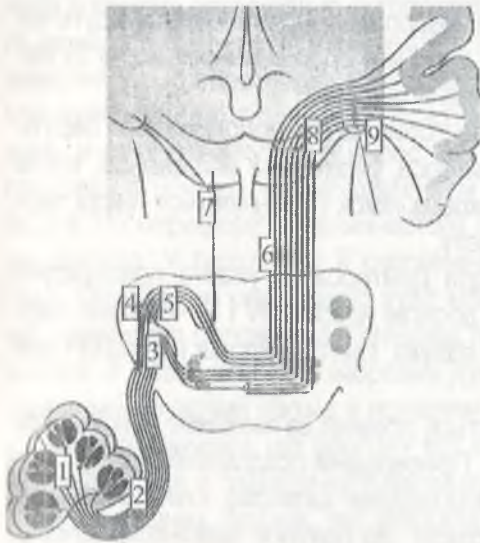


Рис. 22. Провідний шлях слухового аналізатора.

- 1 — спіральний вузол;
- 2 — завиткова частина присінково-завиткового нерва;
- 3 — вентральне слухове ядро;
- 4 — дорсальне слухове ядро;
- 5 — слухові смужки;
- 6 — бічна петля;
- 7 — нижні горбки середнього мозку;
- 8 — медіальне колінчасте тіло;
- 9 — кірковий центр слуху.

На відміну від ампул у мішечку й маточці є рецепторні плями, які також складаються з волоскових, сенсорно-епітеліальних клітин. Над сенсорним епітелієм знаходиться драглиста мембрана, у яку вкраплені вапняні кристалічні утворення — отоліти (у буквальному значенні — вушні камені), в зв'язку із чим, цей відділ присінкового апарату одержав назви отолітового апарату. Подразнення отолітового апарату відбувається внаслідок зсуву отолітової мембрани й деформації волосків сенсорних клітин під дією інерційних сил у результаті впливу на організм прямолінійних прискорень у всіх напрямках.

#### 4.4. Провідний шлях стато-кінетичного аналізатора. Підкіркові й кіркові центри стато-кінетичного аналізатора.

Тіло першого нейрона провідного шляху присінкового аналізатора знаходиться в присінковому ганглії, що розташований у внутрішньому слуховому проході. Їхні центральні відростки складають присінковий корінець присінково-завиткового нерва, що входить у стовбур мозку й закінчується у присінкових ядрах, які проектується на присінкове поле ромбовидної ямки. У медіальному присінковому ядрі (ядрі Швальбе), латеральному присінковому ядрі (ядрі Дейтерса), верхнім присінковому ядрі (ядрі Бехтерева), нижньому присінковому ядрі (ядрі Роллера) розташовуються ядра II нейронів. Звідси імпульси йдуть по трьох основних напрямках: 1) до мозочка; 2) до спинного мозку 3) волокна у складі медіального поздовжнього пучка.

Головним є присінково-мозочковий шлях, волокна якого беруть початок від нейроцитів ядер Дейтерса, Бехтерева й Швальбе, потім проходять у складі нижніх мозочкових ніжок і закінчуються в корі черв'яка мозочка, а також у ядрі намету.

Частина аксонів клітин ядра Дейтерса вступає в присередній поздовжній пучок і в його складі досягає ядер III, IV і VI черепних нервів, що іннервують м'язи очного яблука, і мотонейронів передніх рогів спинного мозку.

Цим шляхом установлюється прямий зв'язок між присінковим апаратом і м'язами очних яблук. Присередній поздовжній пучок є другою (поряд з присінково-спинномозковим шляхом) «лінією зв'язку» присінкових ядер зі спинним мозком. За рахунок присінково-спинномозкових і медіального поздовжнього шляхів здійснюються рефлекторні рухи голови й очей при подразненнях рецепторів статокінетичного аналізатора, завдяки чому зберігається рівновага тіла й орієнтування в просторі.

Зв'язок ядра Дейтерса із заднім поздовжнім пучком і з ядрами ретикулярної формації обумовлюють ряд рефлекторних проявів (судинні розлади, порушення дихання, вегетативні реакції, блювота й ін.), які спостерігаються при сильних подразненнях присінкового апарата.

Частина аксонів клітин ядер Дейтерса й Швальбе переходять на протилежну сторону й у складі волокон цибулино-таламічного

шляху досягають центральних ядер таламуса (де знаходиться тіло III нейрона), формуючи присінково-таламічний шлях. Від цих ядер волокна проходять у кору верхньої і середньої скроневих закруток і нижньої тім'яної часточки. Тут, імовірно, знаходиться кіркова частина аналізатора. Однак існує погляд, відповідно до якого, нейрони статокінетичного аналізатора розсіяні по всій корі головного мозку.

#### **4.5. Розвиток присінково-завиткового органа.**

Внутрішнє, середнє й зовнішнє вухо утворюються із зачатків різного походження. В ембріона 3.5 тижнів з'являється слухова плакода у вигляді потовщення ектодерми по обидва боки ромбоподібного мозку. Поринаючи в мезенхіму, а потім, відшнуровуючись від ектодерми, вона перетворюється послідовно в слухову ямку й слуховий пухирець, що є зачатком перетинчастого лабіринту. На 6-й тиждень зі слухового пухирця виростають півколові канали й завиткова протока. У цей же час утворюються ганглії присінково-завиткового нерва. По периферії перетинчастого лабіринту розвивається хрящова капсула. У результаті її окостеніння формується кістковий лабіринт. Порожнини середнього вуха мають ендодермальне походження. Барабанна порожнина й слухова труба розвиваються з I зябрової кишені. З мезенхіми I і II зябрових дуг формуються слухові кісточки. Зовнішній слуховий прохід є похідним I зябрової борозни, а перетинка, що відокремлює цю борозну від зачатка барабанної порожнини, перетвориться в барабанну перетинку. Вушна раковина формується із групи вушних горбків, які утворені тканинами I і II зябрових дуг (мал. 23).

Структурні співвідношення елементів вуха формуються в основному до кінця 4-го місяці внутрішньоутробного розвитку. У немовляти внутрішнє й середнє вухо мають такі ж розміри, як і в дорослої людини. Слухові кісточки досягають остаточної величини вже на 6-м місяці внутрішньоутробного періоду. Барабанна порожнина в немовляти займає в черепі більше горизонтальне положення, ніж у дорослого. При народженні вона часто заповнена амніотичною рідиною, а навколо слухових кісточок зберігається залишок ембріональної сполучної тканини, у якій вони розвиваються.

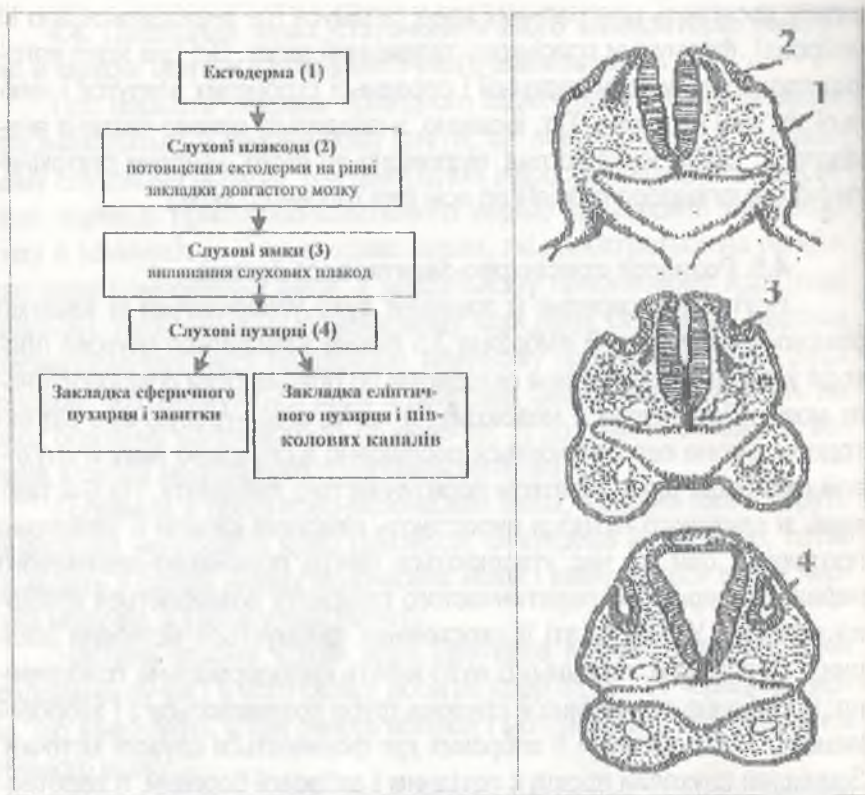


Рис. 23. Розвиток органа слуху.

Тому рухливість слухових кісточок обмежена до 6 місяців постнатального життя, коли навколишня сполучна тканина повністю резорбується. Із соскоподібних придатків у немовляти є тільки соскоподібна печера. Пневматизація соскоподібного відростка й інших частини скроневої кістки відбувається після народження. Слухова труба в немовлят наполовину коротша, ніж у дорослих, більш сильно розвинена її кісткова частина. Барабанний отвір труби має такий же діаметр, як у дорослих, а глотковий отвір труби порівняно вузький.

Зовнішній слуховий прохід у немовлят майже прямий, його довжина дорівнює приблизно 17 мм. Кісткова частина проходу недорозвинена, і в медіальній 1/3 він має щільну фіброзну стінку. Бічна й се-



родня частини зовнішнього слухового проходу не повністю оточені хрящами. При народженні зовнішній слуховий прохід заповнений сиринуватою масою й злуцуючимися епітеліоцитами. У постнатальному періоді зовнішній слуховий прохід і вушна раковина збільшуються в розмірах.

#### 4.6. Деякі аномалії розвитку органа слуху.

1. Агенезія (аплазія) зовнішнього слухового проходу — уроджена відсутність зовнішнього слухового проходу, результат порушення розвитку I і II зябрових дуг.

2. Агенезія (аплазія) слухових кісточок — уроджена відсутність кісточок середнього вуха.

3. Анотія — уроджена відсутність вушної раковини.

4. Деформації вушної раковини:

А) вухо котяче (син.: гостра вушна раковина) — варіант будови вушної раковини, при якому її верхня частина відігнута й звисає у формі складки, закриваючи латеральну поверхню раковини;

Б) вухо макаки (син.: кутоподібна вушна раковина) — варіант будови вушної раковини, при якому завиток розгорнутий, а верхня частина вушної раковини звернена усередину;

В) вухо сатира (син.: вухо фавна) — варіант будови вушної раковини, при якому відсутній завиток і горбок вушної раковини, а вушний хрящ випинається в цьому місці латерально;

5. Дистопія вушної раковини — розташування вушної раковини в незвичайному місці: на бічній поверхні обличчя (щічна вушна раковина), на шиї (шийна вушна раковина).

6. Мікротія — комбінація малих розмірів вушної раковини з атрезією зовнішнього слухового проходу.

7. Поліотія — наявність, крім нормальної, декількох додаткових, часто деформованих, вушних раковин.

## Розділ 5. ОРГАН СМАКУ

### 5.1. Периферичний відділ органу смаку.

Периферичний відділ органу смаку представлений сукупністю так званих смакових бруньок, що розташовуються в жолобуватих, листоподібних і капелюшках грибоподібних сосочків язика. У дітей, а іноді й у дорослих, смакові бруньки можуть знаходитися на губах, зовнішній і внутрішній поверхнях надгортанника. Кількість смакових бруньок у людини досягає 2000, з них близько 50% знаходяться у жолобуватих сосочках (мал. 24).

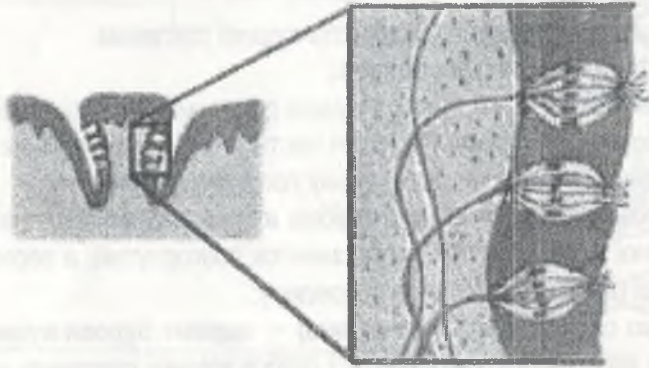


Рис. 24. Схема будови жолобуватого сосочка.

У сполучній тканині під жолобуватими й листоподібними сосочками розташовані серозні залози, протоки яких відкриваються у поглиблення в основі сосочка, їхній секрет слугує для змивання часток їжі й мікроорганізмів. Крім того, він знижує концентрацію стимулюючої речовини поблизу смакових бруньок.

Окрема смакова брунька має близько 70 мкм у висоту й близько 40 мкм у діаметрі, у її склад входять 40-60 окремих клітин.

Усередині смакових бруньок розрізняють три типи клітин: сенсорні, опорні й базальні. Розчинні у воді речовини, що попадають на поверхню язика, дифундують через пору в наповнений рідиною прос-

тір над смаковою брунькою; тут вони стикаються з мембранами мікро-вілії, які утворюють зовнішні кінці сенсорних клітин (мал. 25).

Смакові рецептори являють собою вторинні сенсорні клітини без аксонів, які проводять імпульси в центральному напрямку. Їхні підповіді передаються аферентними волокнами, які утворюють синапси біля основ сенсорних клітин.

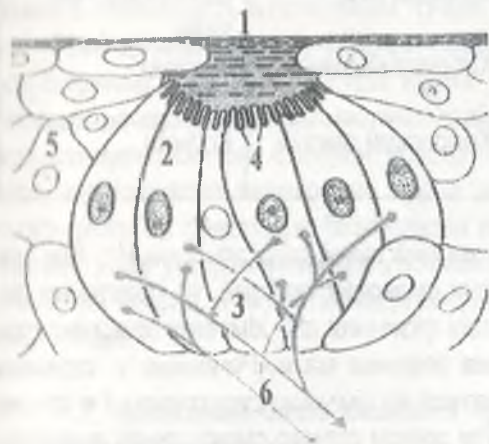


Рис. 25.

- Будова смакової бруньки.  
 1 — простір над смаковою брунькою;  
 2 — рецепторний смаковий епітеліоцит;  
 3 — підтримуючий епітеліоцит;  
 4 — мікроворсинки;  
 5 — епітелій слизової оболонки;  
 6 — нервові волокна.

**Сучасні уявлення про механізм формування смакових відчуттів.** У звичайних умовах, наприклад при їжі, слизова ротової порожнини піддається дії складних стимулів, що включають декілька модальностей. Завдяки тому, що ротова порожнина сполучається з носовою, пахучі речовини можуть досягти нюхових рецепторів у порожнині носа й викликати нюхові відчуття. Крім того, у слизовій оболонці рота й язика є терморецептори, механорецептори, які теж піддаються стимуляції, при прийманні їжі.

Таким чином, те, що звичайно називають «смаком», у дійсності є мультимодальним відчуттям, у якому на власне смакові відчуття накладаються відчуття запаху, тепла або холоду, тиску й, можливо, навіть болю.

У цей час вважається, що існують чотири чітко помітні основні смакові відчуття: солодке, кисле, солоне й гірке (таб.4).

Крім цих основних якостей розрізняються два додаткових — лужний і металевий. Лужний (або мильний) виникає при стимуляції

поташем (вуглекислим калієм). А деякі метали й металеві солі мають специфічний «металевий» смак.

Табл. 4.

Приклади речовин чотирьох основних смакових категорій			
Солодке	Кисле	Солоне	Гірке
Глюкоза	Соляна кислота	Столова сіль	Сірчаноокислий хінін
Сахароза	Оцтова кислота	Хлористий амоній	Нікотин
Сахарин	Лимонна кислота	Хлористий амоній	Кофеїн

Фактором, що визначає кислий смак, служать іони  $H^+$ . Але що стосується інших трьох основних смакових якостей, то практично неможливо передбачити на підставі фізичних або хімічних властивостей даної речовини, яку якість вона повинна мати. Речовини з подібним смаком можуть сильно розрізнятися за хімічною структурою, і в той же час оптичні ізомери можуть бути зовсім різного смаку; деякі амінокислоти мають в D-Формі солодкий смак, а в L-Формі гіркий. Ясно, що стимули, що діють у природних умовах, складні, включають кілька якостей, і, таким чином, більшість смакових відчуттів змішані.

Умовою подразнення смакового рецептора є взаємодія між молекулами стимулюючої речовини й спеціально диференційованими точками в мембрані сенсорної клітини, де лежать рецепторні молекули. Ця взаємодія називається первинним процесом; як думають, він починається з адсорбції молекули речовини-стимулу. Припускають, що, коли це відбувається, рецепторна, імовірно білкова, молекула змінює свою структуру.

Така конформаційна зміна рецепторної молекули приводить у свою чергу до локальної зміни проникності мембрани клітини. Цей клітинний «підсилювальний механізм» міг би послужити причиною генерації рецепторного потенціалу.

Свідомством існування специфічних рецепторних молекул являються спостереження, що деякі рослинні речовини й препарати,

наприклад кокаїн і гімнева кислота (одержувана з індійської рослини *Gympna sylvestre*), вибірково блокують деякі смакові відчуття. Очевидно, ця кислота зв'язується з рецепторними молекулами для солодких речовин, оскільки її нанесення робить такі речовини несмачними. Первинний процес у мембранах смакових сенсорних клітин ще по-справжньому не пояснений, але, відповідно до робочої гіпотези, він подібний із процесом у холінергічних синапсах, де особливі молекули змінюють проникність в особливих точках мембрани.

Різні ділянки язика у людини варіюють по чутливості до чотирьох основних смакових якостей. Кінчик язика особливо чутливий до солодких речовин, середні частини країв відповідають найкраще на кислі стимули. Солоні стимули всього ефективніше в області краю язика, що частково перекриває перші два. Гіркі речовини сильніше всього діють на рецептори біля кореня язика, в області жолобуватих сосочків. Тому ушкодження язикоглоткового нерва знижує здатність до виявлення гіркого, а після блокади лицевого нерва виявляються тільки вони одні.

## 5.2. Провідний шлях смакової чутливості. Підкіркові й кіркові центри органа смаку.

Провідний шлях смакової чутливості починається від сенсорних клітин, які утворюють синапси з нервовими закінченнями.

Подразнення передаються від слизової оболонки передніх 2/3 язика по волокнах проміжного нерва (VII пари), від задньої 1/3 язика — по волокнах язикоглоткового нерва (IX пари), від слизової кореня язика й надгортанника — по гілках блукаючого нерва (X пари) до клітин їхніх гангліїв.

У чутливих вузлах вище названих нервів розташовані тіла перших нейронів, по аксонах яких імпульси надходять у мозковий стовбур.

Аксони перших нейронів закінчуються в ядрі одиночного шляху, у якому локалізується II нейрон.

Відростки нервових клітин ядра одиночного шляху підходять до рухових і парасимпатичних ядер черепних нервів, розташованих у мості й довгастому мозку; цим шляхом здійснюються безумовні рефлексии на смакові подразнення.

Від ядра одинокого шляху йдуть також висхідні волокна, які переходять на протилежну сторону й приєднуються до медіальної петлі. По них смакові подразнення передаються в нижні й присередні ядра таламуса (у них знаходиться тіло III нейрона). Аксони III нейронів направляються в нижню ділянку зацентральної закрутки й парагіпокампальну закрутку, де локалізується кірковий кінець смакового аналізатора (мал. 26).

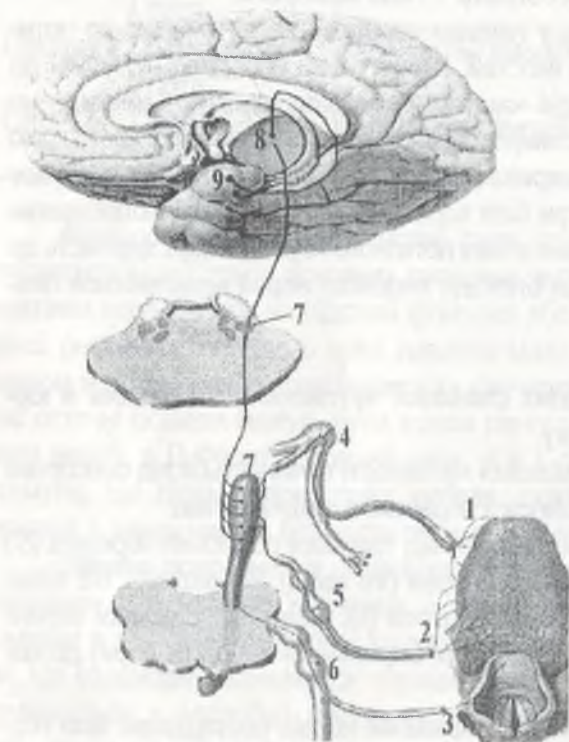


Рис. 26.

Провідний шлях  
смакової чутливості.

- 1 - Волокна в складі барабанної струни;
- 2 - Волокна в складі язикоглоткового нерва;
- 3 - Волокна в складі блукаючого нерва;
- 4 - вузол колінця;
- 5 - нижній вузол язикоглоткового нерва;
- 6 - нижній вузол блукаючого нерва;
- 7 - ядро одинокого шляху;
- 8 - таламус;
- 9 - гачок парагіпокампальної закрутки.

## Розділ 6 ОРГАН НЮХУ

Функція нюху відіграє велику роль у житті людини й тварин. По гостроті нюху тваринний світ розділяється на три групи: аносматиків (дельфіни), мікросматиків (людина) і макросматиків (хижаки, копитні, гризуни). У тварин орган нюху служить для добування їжі, вистежування ворогів і для захисту від них. Запах тіла тварин служить фактором сексуального потягу (мускусні залози бобрів) або захисту (запах тхора).

Не менш істотну роль орган нюху відіграє й у житті людини. Хоча людина по гостроті нюху й відноситься до групи мікросматиків, проте, завдяки аналітико-синтетичній функції кіркового представництва нюховий аналізатор у людини є органом високої диференціації, необхідної для більш досконалого пізнання навколишнього світу.

За допомогою нюху людина робить аналіз доброякісності їжі, визначає наявність шкідливих домішок у повітрі (отруйні гази), а при дії тих або інших заходів зазнає естетичної насолоди або, навпаки, у нього з'являється неприємне відчуття; по запаху людина може орієнтуватися в навколишнім оточенні й навіть робити ті або інші висновки. У стародавності лікарі по запаху діагностували деякі захворювання; наприклад, вони вважали, що при тифі від хворого пахне кислотою, при парші - мишами.

### 6.1. Периферичний відділ органа нюху.

Орган нюху, у своїм периферичним відділом, в людини розташовується у верхньому відділі носової порожнини. Нюхова ділянка слизової оболонки носа, включає слизову оболонку, що покриває верхню носову раковину й верхню частину перегородки носа.

Рецепторний шар слизової оболонки представлений нюховими нейросенсорними клітинами, що сприймають присутність пахучих речовин. Під нюховими клітинами лежать підтримуючі клітини. У слизовій оболонці знаходяться нюхові (боуменові) залози, *glandulae olfactoriae*, секрет яких зволожує поверхню рецепторного шару. Периферичні відростки нюхових клітин несуть на собі нюхові волоски (війки), а центральні формують 15-20 нюхових нервів, пп. *olfactorii* (мал. 27).

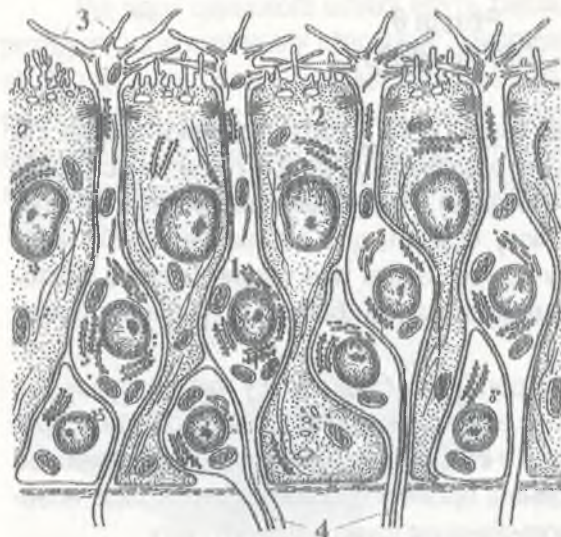


Рис. 27.

Рецепторний шар  
слизової оболонки  
порожнини носа.

- 1 - нейросекреторні клітини;
- 2 - підтримуючі клітини;
- 3 - нюхові волоски;
- 4 - нюхові нерви

**Сучасні уявлення про механізм розпізнавання запахів.** У функціональному відношенні нюховий аналізатор відноситься до органів хімічного почуття. Адекватним подразником для нюхового аналізатора служать молекули пахучих речовин, названі Хейнінksom (Heuninх) одорівекторами (одорангами).

Одорівектори мають особливі фізико-хімічні властивості:

- 1) молекулярна вага їх коливається в межах між 17 (аміак) і 300 (алкалоїди);
- 2) у молекулі не всі атомні зв'язки представляються насиченими;
- 3) одорівектори включають особливі атомні групи, називані одоріферами, що визначають якість запахів, — гідроксильну групу, карбоксильну, альдегідну, естерну, нітрогрупу й ін.;
- 4) при температурі 18-20 вони летючі;
- 5) одорівекторам властива помірна швидкість дифузії;
- 6) вони мають здатність легко адсорбуватися навколишніми предметами;
- 7) розчинні у воді й особливо добре в маслі;
- 8) мають здатність знижувати поверхневий натяг води;
- 9) у повітрі одорівектори поширюються у вигляді газів;



- 10) більшість із них руйнується ультрафіолетовими променями;
- 11) одорівектори несуть у собі позитивний електричний заряд.

Молекули пахучої речовини (одорівектори) у газоподібному стані як матеріальні частки при приношуванні й при звичайному подиху досягають шару рідини, що покриває волоски нюхових клітин. Одорівектор порушує поверхневий натяг цієї рідини, завдяки чому легкою адсорбується.

Адсорбовані молекули перебувають у прямому контакті з війками нюхових клітин, а тому що ліпоїдна субстанція війок є кращим розчинником одорівекторів, ніж покриваюча волоски рідини, то останні (одорівектори) у ній і розчиняються. Однак для того, щоб виникло подразнення нюхової клітини, необхідно додаткове з'єднання одорівектора зі складовими частками протоплазми, що цілком можливо при наявності в одорівекторі ненасиченого атомного зв'язку. Реакція, що наступила, породжує збудження, що поширюється по ланцюзі нейронів до кіркового ядра нюхового аналізатора.

У недалекому минулому вважалося, що є біля семи видів нюхових рецепторів, кожний з яких здатний виявляти тільки один тип молекул. Ці основні запахи наступні: камфорний (запах камфори), мускусний (запах мускусу), квітковий, м'ятний, ефірний (запах ефіру), їдкий і гнильний (запах гнилі). Але це не давало відповіді на багато питань: приміром, як людина запам'ятовує й потім розпізнає нові запахи, що не існують в природі?

Новітні дослідження, проведені Ліндою Бак і Річардом Акселом (автори визнані гідними Нобелівської премії в області медицини в 2004 році) спростували наявність у людини й ссавців «спеціалізованих» нейронів, кожний з яких розпізнає свій, особливий запах.

Бак і Аксел установили, що кожний рецептор нюхової системи впізнає «свою» ділянку на молекулі запаху й посилає в мозок відповідний сигнал. І лише мозок поєднує частини послання в єдине повідомлення. У розпізнаванні одного запаху може брати участь до тисячі нейронів. Учені також ідентифікували сімейство генів, які відповідають за роботу нюхових рецепторів.

**6.2. Провідний шлях нюхового аналізатора. Підкіркові й кіркові центри органа нюху.**

Центральні відростки нюхових клітин (I нейрон) утворюють нюхові нерви числом 15-20, які проходять через дірчасті отвори пластинки решітчастої кістки в порожнину черепа й контактують із відростками нервових клітин нюхової цибулини (II нейрон). Аксони мітральних нервових клітин утворюють нюховий шлях, у складі якого направляються до нюхового трикутника. У нюховому трикутнику знаходяться тіла III нейронів, аксони яких направляються в прозору перегородку, гіпоталамус, або безпосередньо в кору. Кірковий центр органа нюху розташований у гачку парагіпокампальної закрутки (мал. 28).

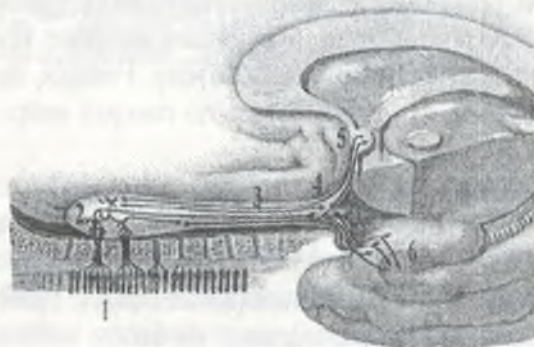


Рис. 28.

Провідний шлях

нюхового аналізатора

1 - нюхові клітини;

2 - мітральні клітини  
нюхових цибулин;

3 - нюховий шлях;

4 - передня пронизана  
речовина;

5 - пластинка прозорої  
перегородки;

6 - кірковий центр ню-  
хового аналізатора.

## Розділ 7. ЕФЕРЕНТНІ ЗВ'ЯЗКИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ (НИЗХІДНІ ПРОЕКЦІЙНІ ПРОВІДНІ ШЛЯХИ)

Життєдіяльність людини проявляється в численних фізіологічних відправленнях, одні із яких мають відношення до зовнішнього, а інші — до внутрішнього середовища організму. Ці реакції відбуваються в строгій відповідності з тією інформацією, що одержує нервова система по аферентних шляхах і здійснюються за допомогою особливих біологічних інструментів дії, що отримали назву ефекторів.

В основі всього різноманіття фізіологічних відправлень людського організму знаходиться всього лише чотири види ефекторів. Це — секреторні клітини, гладкі м'язові клітини, серцеві м'язові клітини й позмуговані м'язові волокна (мал. 29). Робота цих ефекторів підпорядкована певним ефекторним центрам нервової системи.

Відділ нервової системи, пов'язаний з іннервацією тих органів, функціональна діяльність яких визначена роботою секреторних клітин, гладких і серцевих міоцитів, одержав назву автономної або вегетативної нервової системи. Дана сфера регуляторних нервових механізмів є мимовільною, тому що безпосередньо не підпорядкована впливу кори великих півкуль.

Крім того в нервовій системі є відділ, що здійснює регуляцію скорочувальної функції кістякової мускулатури, що складається, як відомо, з позмугованих м'язових волокон. Наявність цих ефекторів властива тільки тваринним організмам, завдяки чому вони здобувають здатність (на відміну від рослинних організмів) активно переміщатися в просторі. Тому дана сфера регуляторних механізмів одержала назву анімальної (*animalis* — тваринний) нервової системи. На відміну від автономної (вегетативної) нервової системи дана система здійснює довільні рухові реакції, тому що перебуває в тісній супідрядності з корою великих півкуль.

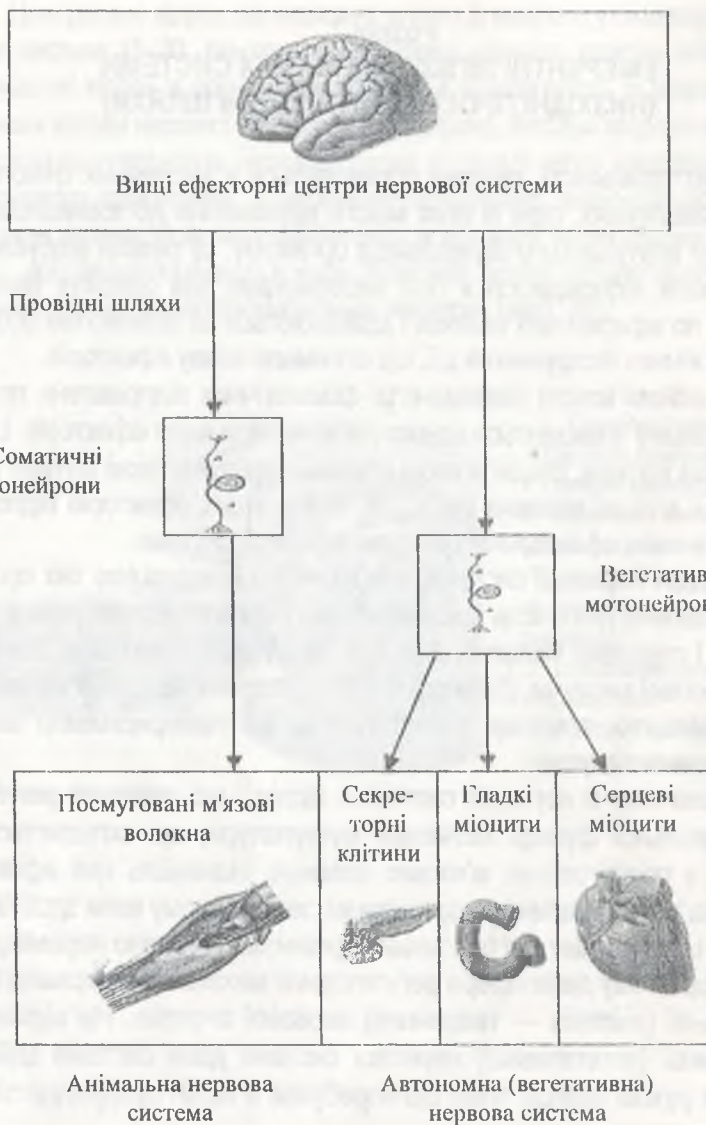


Рис. 29.  
Принципова схема організації еферентного відділу нервової системи.

У системі провідних шляхів, по яких здійснюється передача нервових імпульсів від вищих ефektorних центрів до посмугованої мускулатури виділяється в основному два колектори провідників. Один з них утворює так звану пірамідну систему провідних шляхів, а інший — екстрапірамідну.

Пірамідна система філогенетично більш молода, представлена окремими центрами кори, що відають свідомими рухами людини, у яких можуть брати участь певні групи м'язів.

Екстрапірамідна система бере участь у координації, регуляції й автоматизації скорочення кістякових м'язів.

### 7.1. Пірамідні шляхи.

До пірамідних шляхів відноситься система волокон, по яких рухові імпульси з кори великого мозку, із передцентральної закрутки, від гігантських пірамідних клітин (клітин Беца) направляються до рухових ядер черепних нервів і передніх рогів спинного мозку.

З огляду на напрямок і топографію ходу волокон, пірамідні шляхи підрозділяють на три групи: 1 — кірково-ядерний шлях — до ядер черепних нервів; 2 — бічний кірково-спинномозковий шлях — до ядер передніх рогів спинного мозку; 3 — передній кірково-спинномозковий шлях — також до передніх рогів спинного мозку.

**Кірково-ядерний шлях.** Кірково-ядерний шлях починається від великих пірамідних клітин Беца (герілі нейрони) нижньої частини передцентральної закрутки. Потім він проходить через променистий вінець, коліно внутрішньої капсули у внутрішню частину ніжки мозку.

Починаючи із середнього мозку й далі, у мосту, у довгастому мозку частина волокон підійшовши до відповідних ядер черепних нервів перехрещується, утворюючи над'ядрове перехрестя, інша закінчується в ядрах своєї сторони, таким чином, рухові ядра черепних нервів одержують волокна від рухових зон кори обох півкуль, за винятком нижньої частини рухового ядра лицьового й частини подвійного ядра, що дають початок волокнам, що йдуть у складі лицьового й під'язичного нервів, які здійснюють іннервацію м'язів обличчя, розташованих нижче очної щілини й м'язів язика. До цих ядер підходять волокна тільки від протилежної півкулі й, отже, зазначені м'язи мають однобічну центральну іннервацію.

**Бічний та передній кірково-спинномозкові (пірамідні) шляхи.** Починаються від гігантських пірамідних клітин передцентральної закрутки, її верхніх 2/3. Аксони цих клітин направляються до внутрішньої капсули, проходять через передню частину її задньої ніжки (відразу за волокнами кірково-ядерного шляху), спускаються в основу ніжки мозку, де займають місце латеральніше від кірково-ядерного шляху. Далі кірково-спинномозкові волокна спускаються в передню частину основи мосту й виходять у довгастих мозок, де на передній (нижній) його поверхні утворюють виступаючі вперед валики — піраміди.

У нижній частині довгастого мозку більша частина (приблизно 70%) волокон кірково-спинномозкового шляху переходять на протилежну сторону, утворюючи перехрестя пірамід, і лягають у бічний канатик спинного мозку, поступово закінчуючись у передніх рогах спинного мозку синапсами на рухових клітинах його ядер.

Ця частина пірамідних шляхів, що приймає участь в утворенні перехрестя пірамід (моторний перехрест) одержала назву латерального кірково-спинномозкового (пірамідного) шляху.

Волокна кірково-спинномозкового шляху, які не беруть участь в утворенні перехрестя пірамід, продовжують свій шлях донизу у складі переднього канатика спинного мозку. Ці волокна складають передній кірково-спинномозковий (пірамідний) шлях. Вони також переходять на протилежну сторону, але через білу спайку спинного мозку й закінчуються на рухових клітинах переднього рогу протилежної сторони спинного мозку.

Другим нейроном низхідного довільного рухового шляху (кірково-спинномозкового) є клітини передніх рогів спинного мозку, довгі відростки яких виходять зі спинного мозку в складі передніх корінців і направляються в складі спинномозкових нервів для іннервації кістякових м'язів (мал. 30).

## **7.2. Екстрапірамідні провідні шляхи.**

Дану назву одержала сукупність еферентних провідників, що топографічно й функціонально представляє собою окрему від описаних раніше пірамідних шляхів провідну систему. Як уже було сказано вище, по цій системі здійснюється автоматична регуляція рухових

вості довільної (посмугованої) мускулатури з боку центрів екстрапірамідної системи.

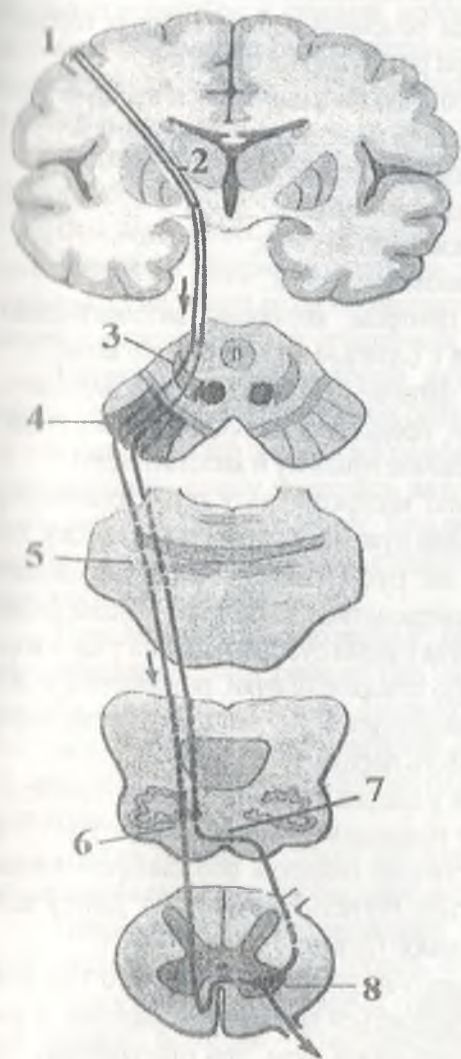


Рис. 30.

Кірково-спинномозкові шляхи.

- 1 - кора передцентральної закрутки;
- 2 - внутрішня капсула;
- 3 - середній мозок;
- 4 - ніжка середнього мозку;
- 5 - міст;
- 6 - довгастиий мозок;
- 7 - перехрестя пірамід;
- 8 - передні роги спинного мозку.

У наш час доведено, що до центрів екстрапірамідної системи відносяться наступні утворення: 1- підкіркові (базальні) ядра кінцево-

го мозку (бліда куля, лушпина, хвостате ядро); що складають в сукупності так звану стріопалідарну систему; 2- підкіркові ядра мозочка (зубчасте ядро); 3 - деякі ядра стовбура головного мозку: червоне ядро, чорна субстанція, ядро Льюїса, сіра речовина верхніх і нижніх горбків чотиригорб'я, присінкові ядра і ядра ретикулярної формації.

До основних провідних шляхів, що несуть імпульси від ядер екстрапірамідної системи до посмугованої мускулатури, відносяться:

- 1) червоноядерно-спинномозковий шлях;
- 2) ретикуло-спинномозковий шлях;
- 3) покрівельно-спинномозковий шлях;
- 4) присінково-спинномозковий шлях.

Найважливішим руховим центром, керуючим автоматичними рухами й регулюючий тонус м'язів є базальні ядра кінцевого мозку.

У складі базальних ядер з філогенетичної точки зору виділяють старе смугасте тіло, *paleostriatum*, представлене блідою кулею, і нове смугасте тіло, *neostriatum*, що включає лушпину й хвостате ядро.

Старе й нове смугасте тіло неоднозначні у функціональному відношенні. Бліда куля є первинним руховим ядром старого мозку. Він генерує масу дрібних, допоміжних рухів, необхідних для основного рухового акту. Ці рухи можуть створюватися за рахунок зв'язків блідої кулі з таламусом і середнім мозком (чорна субстанція), без участі кори великих півкуль. Над центром, що створює ці рухи, розміщений інший центр у вигляді лушпини сочевицеподібного ядра й хвостатого ядра, які гальмують, стримують активність першого.

При руйнуванні блідої кулі у хворих з'являється сповільненість і бідність рухів, при одночасному підвищенні тону мускулатури - розвивається гіпокінетично-гіпертонічний синдром або синдром паркінсонізму. При цьому відзначається скутість, підвищення тону мускулатури, спостерігається тремор пальців.

Коли ж порушується гальмуюча діяльність смугастого тіла (хвостатого ядра й лушпини), спостерігається протилежна картина. У хворих при цьому з'являються насильницькі рухи, при одночасному зниженні тону мускулатури, розвивається гіперкінетично-гіпотонічний синдром. Прояви цього стану позначають як хорея й агеоз.

**Червоноядерно-спинномозковий шлях.** Першим нейроном



цього шляху є клітини червоного ядра *nucleus ruber*. По виходу з ядра, волокна перехрещуються між собою утворюючи вентральне перехресття *decussatio tegmenti ventralis* (перехрест Фореля). Після перехресття волокна спускаються в спинний мозок, де розташовуються в бічних клітинах, спереду від бічного кірково-спинномозкового шляху й посегментно закінчуються на клітинах передніх рогів сірої речовини спинного мозку.

Аксони других нейронів у складі спинномозкових нервів досягають робочого органу (м'язу).

Описаний шлях бере участь у реалізації автоматичних рухів, спрямованих на підтримку рівноваги тіла, різних мимовільних рухів, механічних і виразних рухів несвідомого порядку, також бере участь у регуляції м'язового тону, співдружних рухів тіла.

**Ретикуло-спинномозковий шлях.** Даний шлях служить для виконання складно-рефлекторних реакцій організму, у яких одночасно беруть участь багато груп позмугованих м'язів. По волокнах ретикуло-спинномозкового шляху проходять імпульси, що активізують або гальмують нейрони спинного мозку. Тіла перших нейронів закладені в ретикулярній формації мозкового стовбура, другі нейрони знаходяться у передніх рогах спинного мозку.

**Присінково-спинномозковий шлях.** Цей низхідний руховий шлях забезпечує стійку реакцію тіла на зміну його положення. Перший нейрон - клітини латеральних і нижнього присінкових ядер мосту. Аксони направляються через довгастих мозок у спинний мозок (у передній канатик) і посегментно закінчуються на рухових клітинах передніх рогів спинного мозку.

Другий нейрон – рухові клітини передніх рогів, відростки їх у складі спинномозкових нервів досягають кістякових м'язів.

**Покрівельно-спинномозковий шлях.** Цей шлях здійснює неусвідомлені рухові реакції у відповідь на слухові й зорові подразнення.

При участі верхніх і нижніх горбків четверогорб'я виникає захисний рефлекс остороги – старт-рефлекс, що виражається в повороті голови й тіла убік звуку, що лунає або світлового подразника, що раптово з'явився. Одночасно підсилюється тonus м'язів-згиначів, що сприяє швидкій зміні положення. Перші нейрони розташовуються в

сірій речовині верхніх і нижніх горбків покрівлі середнього мозку. Їхні аксони утворюють дорсальне перехрестя покриву decussatio tegmenti dorsalis і йдуть донизу через довгастий мозок у спинний, де проходять у передніх канатиках впритул прилягаючи до передньої серединної щілини й закінчуються посегментно на рухових клітинах передніх рогів спинного мозку (мал. 31).

Другі нейрони – рухові клітини передніх рогів, їхні аксони направляються через спинномозкові нерви до м'язів тулуба, кінцівок і, частково, шії. Менша частина волокон іде до рухових ядер черепних нервів (V, VII, XI, XII) і складають покрівельно-цибулинний шлях tractus tectobulbaris. Другий нейрон від ядер черепних нервів у складі черепних нервів направляються до м'язів голови й шії.

**Оливо-спинномозковий шлях.** Оливо-спинномозковий шлях проводить координаційні імпульси від проміжного центра рівноваги (ядра нижньої оливи) до рухових нейронів передніх рогів спинного мозку.

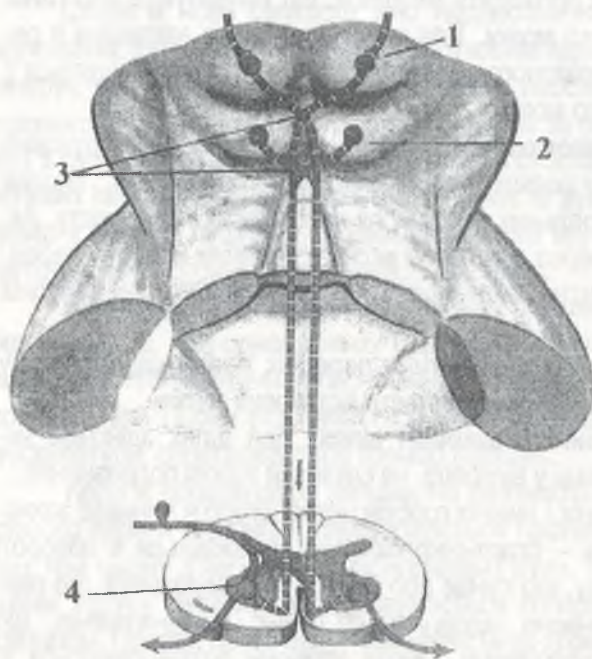


Рис. 31.  
Покрівельно-спинномозковий шлях.

- 1 - верхні горбки середнього мозку;
- 2 - нижні горбки середнього мозку;
- 3 - перехрестя покрівлі;
- 4 - передні роги спинного мозку.

Перший нейрон — клітини ядра нижньої оливи *oliva inferior* довгастого мозку. Аксони йдуть у бічному канатику спинного мозку, посегментно кінчаються на рухових клітинах передніх рогів спинного мозку.

Другий нейрон — рухові клітини передніх рогів, аксони їх через спинномозкові нерви досягають кістякової мускулатури.

### **7.3. Низхідні рухові шляхи мозочка.**

Мозочок, будучи центром рефлекторної координації рухів і рівноваги при кожному переміщенні тіла або зміні положення його частин, одержує пропріоцептивні імпульси від м'язів, сухожилків, суглобів, зв'язок по передньому й задньому спино-мозочкових шляхах (Говерса й Флексіга). Сюди ж приходять імпульси від присінкового апарата внутрішнього вуха.

Для відповідних реакцій безпосередніх зв'язків мозочка зі спинним мозком немає. Вони встановлюються завдяки зв'язку мозочка із червоним ядром по мозочко-спинномозковому шляху.

Перший нейрон цього шляху знаходиться в зубчастому ядрі мозочка, аксони перших нейронів через верхні ніжки мозочка досягають середнього мозку й закінчуються на клітинах червоного ядра протилежної сторони.

У червоних ядрах розташований другий нейрон, аксони якого після перехрестя по червоноядерно-спинномозковому шляху досягають передніх рогів спинного мозку, де перебуває третій нейрон, аксони якого закінчуються в м'язах тулуба й кінцівок.

Таким чином, цей складнорефлекторний шлях передає імпульси від мозочка на будь-який відділ кістякової мускулатури, несвідомо координуючи рухи.

Отже, координація складних рухів здійснюється за допомогою складнорефлекторного шляху, у якому беруть участь передній і задній спино-мозочкові шляхи Говерса й Флексіга, вставні нейрони зубчастого й іншого ядер мозочка й червоноядерно-спинномозковий шлях.

### **7.4. Зв'язок кори головного мозку з мозочком.**

Керування функціями мозочка, що приймає участь в координації рухів голови, тулуба й кінцівок і пов'язаного у свою чергу із черво-

ними ядрами й присінковим апаратом, здійснюється від кори великого мозку через міст по кірково-мозочковому шляху.

Цей провідний шлях складається із двох нейронів. Тіла клітин першого нейрона лежать у корі лобової, скроневої тім'яної й потиличної частки, їхні відростки направляються до внутрішньої капсули й проходять через неї. Волокна з лобової частки, які можна назвати лобно-мостовими волокнами, проходять через передню ніжку внутрішньої капсули. Волокна, що беруть початок від скроневої, тім'яної й потиличної часток, проходять через задню ніжку.

Далі волокна кірково-мостових шляхів ідуть через основу ніжки мозку.

У передній частині мосту волокна кірково-мостових шляхів закінчуються синапсами на клітинах ядер мосту цієї ж сторони мозку. Клітини ядер мосту з їхніми відростками становлять другий нейрон кірково-мосто-мозочкового шляху. Аксони клітин ядер мосту складаються в пучки, які переходять на протилежну сторону, через середню мозочкову ніжку направляються в півкулю мозочка протилежної сторони.

### **7.5. Еферентні шляхи вегетативного відділу нервової системи.**

Перший нейрон даних провідних шляхів розташовується в корі лобової або скроневої частки півкуль головного мозку. Аксони їх утворюють лобно-гіпоталамічні волокна, що закінчуються в ядрах гіпоталамуса (супраоптичному, паравентрикулярному, на клітинах соскоподібних тіл). Аксони клітин скроневої частки в складі термінальної смужки й склепіння досягають також ядер гіпоталамуса, вентромедіального ядра і ядра лійки.

Другий нейрон розташовується в перерахованих вище ядрах гіпоталамуса. Аксони клітин цих ядер утворюють дорсальний поздовжній пучок, що йде донизу через стовбур мозку в спинний мозок.

Дорсальний поздовжній пучок по ходу посилає волокна до додаткового ядра III пари, до верхнього й нижньому слиновидільних ядер VII, IX пари й дорсального ядра X пари черепно-мозкових нервів.

Основна маса волокон дорсального поздовжнього пучка досягає латерального проміжного ядра сірої речовини спинного мозку од-

нойменної сторони, у якому розташовані III нейрони ефекторного вегетативного шляху.

Аксони III нейронів залишають спинний мозок у складі передніх корінців, через білі сполучні гілки направляються до вузлів симпатичного стовбура. Основна маса волокон закінчується на клітинах вузла, а менша частина волокон транзитно проходить через вузол і в складі великого й малого черевних нервів доходить до передхребтових вузлів.

У вузлах симпатичного стовбура й передхребтових вузлах розташовуються IV нейрони, ефекторні аксони яких досягають робочого органа.

Усередині спинного мозку від дорсального поздовжнього пучка відокремлюються волокна, які проходять поруч із центральним каналом і закінчуються на клітках парасимпатичного ядра крижової частини спинного мозку, що є III нейронами. Аксони їх направляються до тазового сплетення й закінчуються в термінальних вузлах органів тазу.

Еферентні шляхи вегетативної системи здійснюють наступні функції:

- безпосередньо змінюють функціональний стан органа;
- здійснюють регіонарне регулювання судинного тонусу, що впливає на доставку крові до органа
- здійснюють адаптаційно-трофічну дію, що забезпечує засвоєння поживних речовин з доставленої крові.

Таким чином, провідні шляхи головного й спинного мозку встановлюють зв'язки між аферентними й еферентними (ефекторними) центрами, беруть участь в утворенні складних рефлекторних дуг у тилі людини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анатомия человека. В 2-х томах./ Авт.: Борзяк Е.И., Бочаров В.Я., Волкова Л.И. и др./ Под ред. М.Р. Сапина. — М.: Медицина, 1986.
2. Андронеску А. Анатомия ребенка. — Бухарест: Меридиане, 1970. — 359 с.
3. Бадалян Л.О. Детская неврология. — М.: Медицина, 1984. — 576 с.
4. Бадалян Л.О. Невропатология. — М., Провещение, 1987. — 303 с.
5. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум и поведение: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 248 с.
6. Бобрик И.И., Минаков В.И. Атлас анатомии новорожденного. — К.: Здоров'я, 1990 — 168 с.
7. Болезни уха, горла и носа (руководство для врачей). Лундриц В.Ф. и др. — Л.: «Медицина», 1969. — 572 с.
8. Вартамян И.А. Звук — слух — мозг. — Л.: «Наука», 1981. — 176 с.
9. Гайворонский И.В. Нормальная анатомия человека. Уч. для мед. вузов. — СПб: Спец. Лит., 2000. — Т. 1. — 560 с.
10. Губенко Е.Г., Бобин В.В. Черепно-мозговые нервы. — Харьков, 1972. — 69 с.
11. Гусев Е.И. и др. Нервные болезни: Учебник/ Е.И. Гусев, В.Е. Гречко, Г.С. Бурд; под ред. Е.И. Гусева. — М.: Медицина, 1988. — 640 с.
12. Давиденкова Е.Ф., Берлинская Д.К., Тисячнюк С.Ф. Клинические синдромы при аномалиях половых хромосом. — Л.: Медицина, 1973. — 198 с.

13. Джаспер Г.Г., Проктор Л.Д., Найтов Р.С., Костелло Р.Т. Ретикулярная формация мозга. — М.: Медгиз, 1962. — 664 с.

14. Дубровский Д.И. Информация. Сознание. Мозг. М.: Наука, 1980. — 286 с.

15. Жабоедов Г.Д., Сергієчко М.М. Очні хвороби: Підручник для мед. вузів III-IV рівнів акредит. — К.: Здоров'я, 1999. — 310с.

16. Жданов Д.А. Лекции по функциональной анатомии человека. — М.: Медицина, 1979. — 316 с.

17. Костиленко Ю.П., Скрипников Н.С., Девяткин Е.А. Общие теоретические предпосылки к изучению органов чувств и проводящих путей нервной системы. Методические рекомендации. — Полтава, 1986. — 48 с.

18. Краев А.В. Анатомия человека. В 2-х томах. — М.: Медицина, 1978.

19. Кендел Е. Клеточные основы поведения. М: Мир, 1980. — 598 с.

20. Ливенцев Н.М. Курс физики: учебник для вузов. — 6-е изд., доп. — М.: Висш. школа, 1978. — 336 с.

21. Лупирь В.М., Терещенко А.А., Браславец А.Я., Лупирь А.В., Ольховский В.А. Анатомо-клинический атлас схем черепных нервов и органов чувств человека. — Харьков: Бизнес Информ, 1999. — 187с.

22. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии: уч. пособие для ст-ов фак-тов психологии гос. ун-тов. М., изд. Моск. ун-та, 1973. — 374с.

23. Матещук-Вацеба Л.Р. Нормальна анатомія (навчально-методичний посібник). — Львів: Поклик сумління, 1997. — 269с.

24. Нервові хвороби: підручник для студ. мед. вузів/ За ред. О.А. Яроша; Пер. з рос. — К.: Вища школа, 1993. — 487с.

25. Нервові хвороби: Підручник для студ. стомат. фак-тів вищих медичних навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації/ Н.М. Грицай, Н.В. Литвиненко, Ю.О. Фісун, А.Г. Кириченко. — Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2002. — 311с.

26. Общий курс физиологии человека и животных. В 2 кн. Кн. 1: Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем: Учеб. для биол. и медич. спец. вузов/ А.Д. Ноздрачев, Ю.И. Баженов, И.А. Баранникова и др.; Под ред. А.Д. Ноздрачева. — М.: Высш. шк., 1991. — 528 с.
27. Оганисян А.А. Электрофизиология проводящих путей спинного мозга. — М.: Наука, 1970. — 263 с.
28. Привес М.Г., Лисенко Н.К., Бушкевич В.И. Анатомия человека. — 11-е изд., искр. и доп. — СПб.: Гиппократ, 1998. — 704 с.
29. Псеунок А.А. Анатомия мозга. Спецкурс. — Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2002. — 112 с.
30. Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Хлопченко Е.И. Атлас топической диагностики заболеваний нервной системы. — Киев: Вища школа, 1979. — 216 с.
31. Росси Дж.Ф. Цанкетти А. Ретикулярная формация мозга. Анатомия и физиология: Пер. с англ. — М.: Изд. иностр. лит., 1960. — 263 с.
32. Савельев С.В., Негашева М.А. Практикум по анатомии мозга человека. — М., Изд. «Веди», 2001. — 192 с.
33. Сандригайло Л.И. Анатомо-клинический атлас по невропатологии./ Под ред. Мисюка Н.С., Гурлеки А.М. — Минск: Вишэйшая школа, 1978. — 272 с.
34. Свиридов А.И. Анатомия человека. — 2-е изд., испр. и доп. — Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. — 359 с.
35. Свиридов О.І. Анатомія людини: Підручник/ За ред. І.І. Бобрика. — К.: Вища шк., 2001. — 399 с.
36. Тонков В.Н. Учебник нормальной анатомии человека. — Ленинград: Медгиз, 1962. — 763 с.



37. Триумфов А.В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы: Уч. пос. — 12-е изд. — М.: Мед пресс-информ, 2001. — 304 с.

38. Хьюбел Д., Стивенс Ч. и др. Мозг: Пер. с англ./ Перевод Алексеев Н.Ю.; Под ред. и с предисл. Г.В. Симонова. — М.: Мир, 1984. — 280 с.

39. Черниговский В.Н. Интероцепция. — Л.: Наука, 1985. — 413 с.

40. Шостаков В.И. Природа наших ощущений. — М.: Просвещение, 1983. — 127 с.

Ю.П. Костиленко, І.І. Старченко,  
О.К. Прилуцький, В.О. Рогуля

## Функціональна морфологія сенсорних систем людини

*Навчальний посібник*

Відповідальний за випуск І. І. Старченко  
Редактор В. О. Рогуля  
Набір О. К. Прилуцький  
Верстка Н. В. Лебединець

Здано в набір 14.01.2008 р.  
Формат 84x108/32  
Друк офсетний.

Підписано до друку 03.03.2008 р.  
Папір офсетний.  
Гарнітура Arial Narrow.

Тираж 200 прим.  
ТОВ «Золочівська друкарня»,  
62203, смт Золочів, вул. Комсомольська, 44а