**ČUTILA**

Pri večceličnih živalih opravljajo zvezo z zunanjim okoljem, specializirane čutne ali receptorske celice, ki so občutljive na visok razpon fizikalnih in kemijskih dražljajev in nanje reagirajo z vzburjenjem.

Po nastanku ločimo 2 skupini čutilnih celic:

* Primarne,
* Sekundarne.

1. **Primarni** so preobraženi nevroni (čutilni nevroni), ki s preobraženim dendritom sprejemajo dražljaje in vzburjenje po lastnem nevritu do drugih živčnih celic.

2. **Sekundarni** nimajo lastnih nevritov, so pa zelo občutljive na dražljajev in so razvite le pri vretenčarjih.

Čutne celice so lahko posamične, večinoma pa so združene skupaj z organi in pomožnimi celicami v čutila.

Po obliki energije, ki vzdraži čutne celice, ločimo:

1. Mehanoreceptorji
2. Fotoreceptorji
3. Elektroreceptorji
4. Termoreceptorji
5. Kemoreceptorji

Ločimo čutila za tip, ravnotežje, sluh, vid, voh okus in toploto (ribe-zaznavanje električnih in magnetnih dražljajev). Pri vseh čutnih celicah dražljaj vedno povzroči spremembo napetosti na membrani – ta sprememba se kot vzburjenje širi naprej na druge celice živčnega sistema.

Čutila delimo tudi na:

* Tista, ki zaznavajo spremembe v zunanjem okolju,
* Tiste, ki zaznavajo spremembe v notranjem okolju.

**FOTORECEPTORJI**

Vsi organizmi so občutljivi na svetlobo. Najpreprostejši lahko ugotovijo le če je svetloba ali ne. Razvitejši lahko že vidijo jakost svetlobe. Najvišje razviti pa zaznavajo tudi oblike in barve predmetov. V razvoju videa so se pojavile vidne čutnice, ki imajo v membrane vgrajen vidni pigment, ki se pod vplivom svetlobe spreminja. Njegov bistveni sestavni del je **ritenal** – aldehid vitamina A. ta se lahko spremeni, da v čutnicah sproži električne spremembe, ki se kot vzburjenje širi naprej. V večini oči je v pigmentnih celic še zaščitni pigment, ki zasloni čutnice, da jih svetloba doseže le iz določene smeri in ščiti pred premočno svetlobo.

Ločimo več vrst oči:

* Čašaste – v obliki čaše z vidnim pigmentom (vrtinčarji – več očes). Z njimi zaznavajo smer in jakost svetlobe.
* Očesne pege – preproste oči pri nevretenčarjih; jamičaste, mehurčaste oči.

Pri najrazvitejših pa se pojavljata 2 tipa oči:

* Sestavljena očesa – žuželke in raki.
* Lečna očesa – glavonožci in vretenčarji.

**1. Sestavljeno ali mrežasto ali fascetno oko:**

Zgrajeno je iz velikega števila očes ali **omatidijev**. Vsako oko je zgrajeno iz šesterokotne leče in iz struktur za zbiranje in usmerjanje svetlobe ter zaščitnih pigmentov. V sredini je 8 čutnic, ki razporejene v krogu. Z enim očescem vidi le del slike. Slike iz velikega števila omatidijev se med seboj zlijejo in v živčevju nastane celotna slika vidnega polja. Te oči so sposobne zaznavati oblike in barve predmetov, so zmogljivejše od človeških, ker zaznavajo ravnino nihanja polarizirane svetlobe in UV.

**2. Lečno oko:**

Zgrajeno je iz enotne leče, ki usmerja svetlobo na notranji sloj čutnic na očesnem zrklu. Najvišjo stopnjo je doseglo pri glavonožcih in vretenčarjih, ki je zelo podobno zgrajeno, vendar ni nastalo na isti način.

**Konvergentni** **razvoj** – različen izvor in podobna zgradba

**Divergentni razvoj** – podoben razvoj in različna zgradba.

Oko pri glavonožcih je nastalo tako, da se je v ontogenetskem razvoju ugreznil ektoderm in je nastala mehurčasta tvorba s čutnicami, leča pa je nastala delno iz tega epitela, delno pa iz zunanjega kožnega epitela. Pri vretenčarjih pa nastane iz kožnega ektoderma le leča in pomožne strukture. Očesna kamrica z čutnimi in pigmentnimi celicami nastane iz čašasto uvihanega dela možganov. Zato so pri glavonožcih obrnjene čutnice proti svetlobi, pri vretenčarjih pa stran od svetlobe.

**ČLOVEŠKO OKO**

**Akomodacija** je prilagajanje očesa na gledanje različno oddaljenih predmetov. Pravilno zgrajeno oko je naravnano na neskončno razdaljo. Z akomodacijo nastaja ostra slika le do bližišča. Način akomodacije je pri organizmih je možen na 2 načina:

* Spreminjanje žariščne razdalje med lečo in mrežnico s premikanjem leče. Značilen za ribe in dvoživke.
* Spreminjanje oblike leče – plazilci, ptiči in sesalci.

**ZAZNAVANJE SVETLOBE PRI RASTLINAH**

Rastline imajo posebno barvilo **fitokrom**, s katerim zaznavajo svetlobo – občutljiv je na rdeči del spektra. Kratkovalovna rdeča svetloba (660 nm) sproži pretvorbo barvila v aktivno obliko, ki izzove spremembe v rastlini. Dolgovalovna rdeča svetloba (730 nm) pa sproži pretvorbo aktivno obliko barvila v neaktivno. S količino nastalega aktivnega fitokroma na svetlobi rastlina meri dolžino dneva, ki je odvisna od letnega časa. Občutljivost na količino aktivnega fitokroma je dedno pogojena. Svetlobo zaznava rastlina z listi, nato pa gre kemični signal k vršičkom, kjer sproži razvoj cvetnih poganjkov.

**MEHANORECEPTORJI**

Zgrajeni so iz čutnic, ki se vzdražijo mehanično tako, da se njihove membrane deformirajo.

Poznamo več vrst:

* Za dotik
* Nateg
* Vibracije
* Ravnotežje
* Sluh

**1. Čutila za dotik:**

So primarne čutnice s pomožnimi strukturami v povrhnjici živali. Vretenčarji imajo več vrst čutil za dotik. V koži sesalcev so primarne čutnice, pri katerih obdaja živčni končič več plasti veznega tkiva. Med temi plastmi je tekočina, ki se ob dotiku stisne in pritisne na živčni končič. Membrana živčnega končiča se deformira – povzroči akcijski potencial. Pogosto služijo kot čutilo za dotik **čutilne dlake**. So različnih oblik in gibljive, pri korenu pa se nanje pritrjuje 1 ali več čutilnih celic, s svojim dendritom. Če se dlaka odkloni iz mirovne lege se dendrit deformira – sprememba mirovnega potenciala v čutni celici. Podobne lastnosti kot čutne dlake imajo **pobočnice**. Po izvoru in zgradbi so pobočnice drugačne. Vodni vretenčarji sprejemajo predvsem nizko frekvenčno nihanje vodnih delcev. Ti dražljaji se hitro prenašajo. Poteka po glavi, vzdolž boka, do repa. To so čutnice sekundarnih in opornih celic, ki imajo migetalkam podobne skupke, ki zaznavajo vodne tokove. Imajo želatinaste kope, ki jih ščitijo in povečajo površino za delovanje dražljaja. Te čutnice nimajo lastnih nevritov, ležijo pa v zaprtem kanalu, ki ga prekrivajo preluknjane luske. Zaznajo smer vodnega toka in vibracije, ki se širijo in odbijajo od predmetov v vodi.

**2. Ravnotežni in slušni organi:**

Po izvoru so njihove čutnice sorodne čutnicam bočne linije. Nahajajo se v notranjem ušesu vodnih in kopnih vretenčarjev. Tam služijo, kot statični in dinamični, ravnotežni in slušni organ. Čutnice teh organov so pri vretenčarjih v labirintu. To je sistem kožnih kanalov notranjega ušesa. Uho vodnih vretenčarjev je slabo razvito. Ribe imajo le notranje uho. Statični ravnotežni organi so pri vretenčarjih razviti v obliki dveh skupin čutnih celic, ki so v vrečki (**sakulusu**) in mešičku (**trikulusu**). Na čutilnih je želatinasta masa z mineralnimi vključki, ki so lahko kristali Ca – soli ali pa je enoten kamenček (**statolit**). Ker kamenčku lahko zanihajo tresljaji vode ali zraka, lahko tak organizem zazna tudi zvok. Pri višjih vretenčarjih se poleg statičnih organov razvije tudi čutilo za dinamično ravnotežje. To čutilo ima obliko polkrožnih kanalov, ki ležijo v treh med seboj pravokotnih ravninah. Na določenem delu kanalov so odebelitve in v njih so čutne celice z želatinasto kapo, ki se odklanja v eno ali drugo smer. Če se tekočina v kanalu pretaka, iz čutnih celic izhajajo dlačice, ki se upognejo in povzročijo spremembo na membranskem potencialu. Različni ravnotežni organi so tudi pri nevretenčarjih. Največkrat so **statociste** – mehurčasti organi, s čutnimi celicami, ki zaznavajo gibanje statolita. Podobno vlogo kot statolit imajo lahko težji deli telesa (zadek žuželke).

**Slušni organi:**

Dobro so razviti pri vretenčarjih, pa tudi pri členonožcih. S slušnimi organi zaznavajo zvočne valove, ki nastanejo pri tresenju predmetov in se širijo po zraku, vodi ali trdnih snoveh. Žuželke imajo te organe na različnih delih telesa (nogah, oprsju, zadku). Živalske glasove je preučeval Ivan Regen. Prvi je dokazal pomen bobničastih (timpunalnih) organov, ki so najbolj razširjeni slušni organi nevretenčarjev. Pri kobilicah so sestavljeni iz palnih open ali bobničev. Na nekatere so pripete čutne celice z oporami. S takimi organi lahko zaznavajo jakost, višino in smer zvoka. Slišijo višje frekvence, tudi ultrazvok.

**Sluh pri človeku:**

Glej učbenik.

**Čutila za sluh:**

Zvok nastane tako, da se zvočilo trese in spravi zrak v podolžno valovanje. To valovanje se prenese po zunanjem sluhovodu do bobniča, ki posreduje tresljaje po slušnih koščicah srednjega ušesa v notranje uho. Tam zaniha **perilimfa**, ki strese **bazilarno** **membrano**, na kateri je **cortijev** **organ**. Slušnice udarjajo na krovno membrano in vzburjenje se prenaša po slušnem živcu v osrednje živčevje. Najnižji ton, ki ga še zaznavamo ima 16 nihajev na sekundo. Najvišji pa 10000 nihajev na sekundo. S starostjo sluh pojenja in visokih zvokov ne slišimo več. Zvok se prenaša v notranje uho tudi preko lobanjskih kosti, zato ne spoznamo lastnega glasu, če ga slišimo na posnetku.

**KEMORECEPTORJI**

**Čutila za voh in okus:**

Imajo posebne čutnice, občutljive na kemične dražljaje in so specifične, kar pomeni, da določene čutnice reagirajo le na določene snovi. So najbolj razširjena čutila. Delujejo tako, da se dražilne molekule na membrane čutnic prehodno vežejo in s tem spremenijo membranski potencial.

**3. Čutila za okus:**

Vzdražijo ga snovi, ki so v hrani in so v vodi topne. Nahajajo se v bližini ust, lahko pa so tudi po celem telesu (ribe). Na koncu stopal (metulj). Pri sesalcih so na jeziku in na steni ustne votline. Površina jezika je hrapava, ker se sluznica dviga v **bradavice** ali **papile**. Lahko so nitaste, listaste, jarkaste,… v povrhnjici so okušalne **brbončice**, ki jih sestavljajo vretenaste čutnice. To so sekundarne čutnice, s pomožnimi celicami, ki jih obdajajo vlakna okušalnih živcev. S konico jezika okušamo sladko, s korenom grenko, ob straneh pa kislo in slano. Pri okušanju hrane nam pomaga tudi voh, tip, toplota in vid.

**Čutilo za voh:**

To čutilo vzdražijo dišavne snovi, ki se širijo po zraku in vodi. Imajo ga tako vodne, kot kopne živali. Voh živalim služi pri iskanju hrane, partnerja, pri parjenju in pri živalih, ki živijo v skupinah za sporazumevanje. Dišavne snovi, ki so potrebne, da se najdeta samec in samica so spolni **feromoni**. Zaznajo jih lahko po več kilometrih. Čutnice za voh so primarne. Izredno občutljive, vzburi jih lahko že nekaj molekul dišavnih snovi. Pri vretenčarjih so vohalni organi največkrat v nosni votlini. Vodni vretenčarji imajo le zunanje nosnice katerih so vohalne jamice. Že pri ribah dvodihalnicah pa se pojavijo tudi notranje nosnice., ki jih imajo vsi kopni vretenčarji. Površina se pri kopnih vretenčarjih poveča s koščenimi izrastki **školjčnicami**. Čez te izrastke je napeta vohalna in dihalna sluznica. Plazilci imajo po eno školčnico v vsaki polovici nosne votline, sesalci pa tri. Pri tistih sesalcih, ki dobro vohajo so školjčnice močno razvite. Dvoživke, plazilci in ptiči slabo vohajo. Najbolje sesalci. Med sesalci na vohajo kiti. Središče čutila za voh je pri človeku v nosu, ki ga po dolžini **pretin** deli na 2 enaki polovici. V vsaki votlini so po 3 školjčnice.

Nosno votlino prekriva sluznica, ki je v spodnjem delu rdečkaste barve, v zgornjem pa rumenkaste. Spodnji del je poln žlez, ki izločajo sluz tako, da je nos vedno vlažen in poln krvnih žilic. Sedež čutila za voh je v zgornjem delu sluznice, kjer je sluznica 2x debelejša, rumene barve, v njej pa so vretenaste vohalne čutnice. Iz vsake čutnice štrli v nosno votlino več čutnih dlačic. Vohamo tako, da sunkovito vdihavamo zrak. Ta zrak pa z delci snovi udarja v vohalno sluznico in vzburi vohalne čutnice. Če dalj časa deluje na vohalne čutnice nek vonj, te otopijo, zato po nekem času ne delujejo več. Predvsem pri vodnih vretenčarjih govorimo o kemoreceptorju.