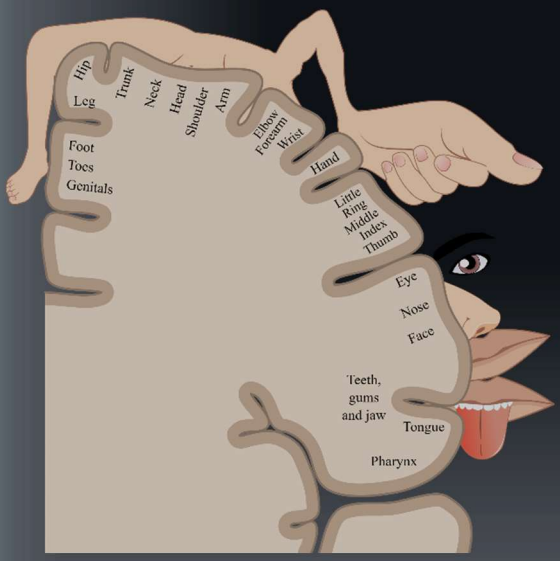
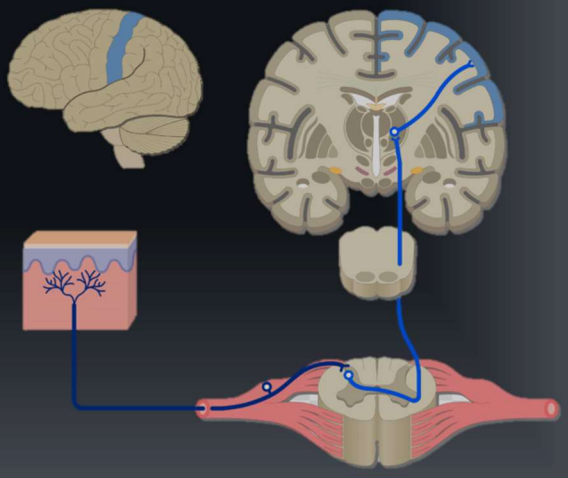
# 4.8.1.7. TESTÉRZŐ RENDSZEREK
# 4.8.1.8. ÉRZÉKELÉS

*Készítette Vizkievicz András*



## 4.8. A szabályozás

### 4.8.1.7. Testérző rendszerek

**Kulcsfogalmak**

- Receptortípusok: fájdalom-, hő-, kemo- és mechanoreceptorok
- érző pályák, mechanoreceptorok (tapintás, nyomás, ínorsó, izomorsó, szőrsejt).

**Gondolkodási művelet**

- Ismertesse a testérző rendszer alapvető funkcióit (a bőrfelületet, a belső szervek nyálkahártyáját ért ingerekről, a testrészek helyzetéről szállít információkat).
- Indokolja, hogy az elsődleges érzőkéreg sérülése a tudatosuló érzékelés kiesését jelenti.
- Ismertesse a bőr és a belső szervek receptorait (mechanikai, fájdalom, hő, kemoreceptorok).
- Elemezze ábra alapján az érzőpályák lefutásának funkcionális következményeit.
- Igazolja, hogy az érzőpályák kéreg alatti központjaiban már előzetes feldolgozás is történik.

### 4.8.1.8. Érzékelés

**Kulcsfogalmak**

- Receptormolekula, receptorsejt, érzékelés, észlelés, érzékcsalódás.

**Gondolkodási művelet**

- Ismertesse az érzékszervek működésének általános elveit: (adekvát) inger, ingerület, érzet.
- Különböztesse meg az érzékelést és az észlelést.
- Ismertesse az érzékcsalódás (illúzió, hallucináció) fogalmát, és hogy kiváltásukban pszichés tényezők és drogok is szerepet játszhatnak.
- Sorolja fel, hogy egyes érzékszerveinkben milyen típusú adekvát ingerre érzékeny receptorsejtek találhatók.
- *Értelmezzen az adekvát ingerrel, az ingerküszöb megállapításával kapcsolatos elektrofiziológiai kísérleteket.*

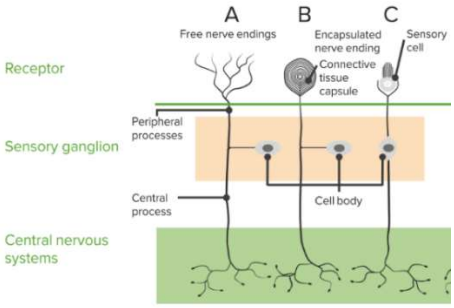
# 4.8.1.7. Testérző rendszerek, 4.8.1.8. Érzékelés

## Receptorokról

A **receptor** olyan **sejt** vagy **idegvégződés**, mely különféle ingereket képes felfogni azáltal, hogy a **környezeti hatások ingerületi folyamatokat**, potenciálváltozást **eredményeznek** működésében. A receptorok energiaátalakítóként működnek, az adott energiafajtát elektromos jellé alakítják.

A receptorokat csoportosíthatjuk:

a) szerkezet alapján,
b) elhelyezkedésük szerint,
c) adekvát inger szerint.




**a)** Szerkezetileg a receptorok lehetnek:

1. **szabad idegvégződések** (primer receptorok) **(A)**,
   **a)** pl. a **fájdalomérző (bőrben, nyálkahártyákban, agyburkokban),**
   **b)** ill. a **hőmérsékletváltozást érzékelő receptorok (bőrben, belső szervekben)**,
   **c)** **kémiai ingereket** felfogó végződések (szaglóhámban),
   **d)** **mechanikai hatásokra aktiválódó** axonok (izomorsók).
2. **Kötőszövetes tokkal körülvett idegvégződések,** pl. a **bőr nyomásreceptorai (B)**,
3. továbbá **érzékhámsejtek** (szekunder receptorok), pl. a **belső fül szőrsejtjei (C)**.

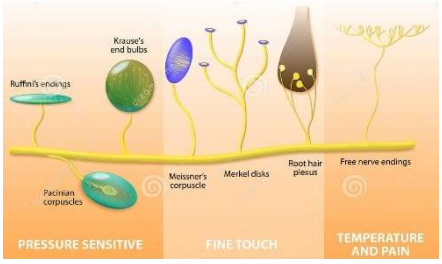
**b)** A receptorok lehetnek:

a) **bőrben**,
b) **belső szervekben** (érfalakban, májban, tüdőben),
c) **nyálkahártyákban**,
d) **központi idegrendszerben**
   **a.** a **vér ozmotikus koncentrációját** érzékelő idegsejtek a **hipotalamuszban** (szomjúság érzet kialakítása, vízfelvétel motivációja),
   **b.** a **vér szén-dioxid tartalmát** érzékelő neuronok a **nyúltvelőben** (keringés, légzés szabályozása),
   **c.** A **vér glükóz koncentrációját** érzékelő idegmagvak a **hipotalamuszban** (éhségérzet generálása, táplálékfelvétel motivációja).

**c)** Az **egyes receptor típusokat osztályozhatjuk** adekvát inger **szerint**. **Adekvát inger** az az **inger**, **mellyel szemben** a **receptornak legkisebb az ingerküszöbe**, ennek megfelelően megkülönböztetünk

**a)** **mechano-** **(nyomás-, tapintás-, fájdalom-, testérzés, egyensúlyérzés, hallás),**
**b)** **foto-,**
**c)** **termo-,**
**d)** **kemoreceptorokat** **(szaglás, ízérzés).**
**e)** **A polimodális receptorok többféle ingerrel is ingerelhetőek,** ilyenek a **fájdalomérzékelő receptorok,** melyek kémiai ingerekre, ill. extrém hőmérsékleti tartományokban is aktiválhatók.

## Mechanoreceptorok




**A bőr** irharétegében nyomást, tapintást, áramlást érzékelő, kötőszövetes tokkal körülvett idegvégződések. A testszőrök szőrtüszőit körülvevő idegvégződések a legkifinomultabb tapintásra is érzékenyek.

**Az aortaív falában magasnyomású mechanoreceptorok** találhatók, melyek adekvát ingere a vér nyomásának emelkedése, a **vérnyomás szabályozásában** vesznek részt.

**A gyomor** falában levő **mechanoreceptorok** a **gyomor telítettségét vagy ürességét jelzik**, jóllakottság érzetét vagy éhség érzetét generálva.

A **tüdő falában** lévő **mechanoreceptorok** jelzik a **tüdő feszítettségi állapotát**, a feszülést érző receptorok a kilégzést, az elernyedést jelző receptorok a belégzést segítik.

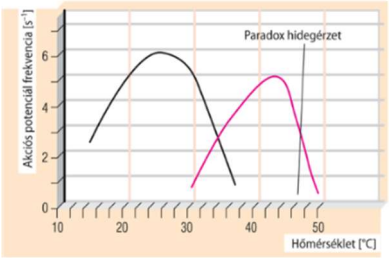
**A belső fülben,** a zsákocskában, a tömlőcskében, a félkörösívjáratokban elhelyezkedő **szőrsejtek** a **fej térbeli helyzetéről, ill. mozgásáról** tájékoztatják a központi idegrendszert, a **csigában** levő szőrsejtek a **hallás folyamatában** működnek közre.

## Termoreceptorok

A hőmérsékletváltozás érzékelésben, ún. **termoreceptorok** vesznek részt. Termoreceptorok lehetnek:

- **központi termoreceptorok,** mint pl. a hőszabályozásért felelős **hipotalamikus magvak** neuronjai, melyek érzékelik az átáramló vér hőmérsékletét,
- **mély termoreceptorok,** melyek a gerincvelőben és a **belső szervekben**, így a májban találhatók és mérik a **maghőmérsékletet**, ingerületük a hipotalamuszba fut,
- **perifériás termoreceptorok,** melyek csupasz idegvégződések, a **bőrben**, a szájüregben és a garatban helyezkednek el.

A bőrben kétféle termoreceptor típus különböztethető meg.




- A **hidegérzékelő receptorok** Aδ típusú rostok végződései. 10 °C alatti hőmérsékleten a receptorok ingerület leadása megszűnik, így a hideg hatásos helyi érzéstelenítő. A hidegérzékelő receptorok sajátossága, hogy 45 °C feletti hőmérséklettel ingerelve a receptorok ingerületet adnak le – paradox hideg érzet -, ekkor azonban már fájdalomérzet is fellép.
- A **melegérzékelő receptorok,** amelyek C típusú rostok végződései.

## A fájdalom érzékelése

A fájdalom **szubjektív** szenzoros és pszichés tapasztalat, mely tényleges vagy potenciális **szöveti károsodáshoz kapcsolódik.**

A **szövetek épségét mechanikai, hő és kémiai tényezők károsíthatják**, amelyek hatására a **sérült szövetekből felszabaduló vegyületek**, nem adaptálódó szabad idegvégződéseket ingerelnek.

Fájdalomérző receptorok találhatók a bőrben, a csonthártyában, ízületekben, izomzatban, fogbélben, savós hártyákban és az agyburkokban. Ugyanakkor az agy teljesen érzéketlen a mechanikai ingerekkel szemben, ezért végezhetők agyműtétek helyi érzéstelenítésben.

**Kétféle receptort** különböztetünk meg:

- **velőhüvelyes rostok** (Aδ rostok), amelyek végződéseit intenzív mechanikai behatás, vagy fájdalmat keltően forró hőmérséklet aktiválja**, éles fájdalomérzetet** kiváltva, ill.
- **csupasz axonok** (C rostok), lassan vezető rostok, melyek **elmosódottabb, sajgó, égető, tompa fájdalom** érzetét keltik.

## Kemoreceptorok

### a) Szaglás és ízlelés receptorai

Közös jellemzők:

- **környezet kémiai anyagai hatnak a receptorokra,**
- **ősiek,**
- informálják a szervezetet a **táplálékról**, annak potenciális **kedvező és kedvezőtlen hatásairól (mérgezés),**
- olyan fiziológiás változásokat is kiváltanak a szervezetben, melyek az **emésztéshez kellenek, pl. megindul az emésztőnedvek elválasztása, fokozódik a perisztaltika,**
- **magatartásbeli, hangulatbeli változást is okoznak (undor),**
- **nagy a felbontóképességük** (több ezer szag megkülönböztetése),
- **alacsony az ingerküszöbük,**
- **könnyen adaptálódnak.**

### b) Szívhez közeli nagyerek falában található kemoreceptorok

- A vérnyomás és a szívműködés szabályozásában vesznek részt.
- Adekvát ingerük a vér oxigéntartalmának csökkenése, ill. a szén-dioxid tartalmának növekedése.

### c) Központi idegrendszeri neurális kemoreceptorok

- A **keringés szabályozásában közreműködő nyúltvelői presszor központ**, ami a vér szén-dioxid tartalmának, ill. a liquor $H^+$ koncentrációjának a növekedésekor aktiválódik.
- A **szomjúságérzet kialakításában, a vízkereső magatartás megindításában** szerepet játszó, a vér ozmotikus koncentrációját érzékelő **idegsejtek a hipotalamuszban**.
- Az **éhségérzet generálásában, a táplálékfelvétel motivációjának kialakításában** résztvevő, **a vér glükóz koncentrációját érzékelő idegmagvak a hipotalamuszban**.

## A testérző rendszerek szerveződése és működése

Érzékelés során a szervezetet ért külső vagy belső **ingerek a receptorokban ingerületi folyamatokat váltanak ki,** melyek érzőneuronok közvetítésével a központi idegrendszerbe jutnak és ott adekvát **érzet** – fény, hang, nyomás stb. – **élményét eredményezik**. A különböző receptorokban a különféle ingerek - akár mechanikai, kémiai, hő- vagy fényinger - azonos jellegű elektromos változásokat – **akciós potenciálokat**, ún. **receptorpotenciálokat** – generálnak, majd a központi idegrendszer kérgi neuronhálózati dekódolják a beérkező digitális jeleket, melynek eredményeképpen kialakul az eredeti ingernek megfelelő – **adekvát - érzet**.

Pl. a fény a szem **adekvát ingere**, az agykéreg **nyakszirti lebenyének** elsődleges látókéregében az adekvát inger hatására az adekvát érzet, a **fényérzet alakul ki**.

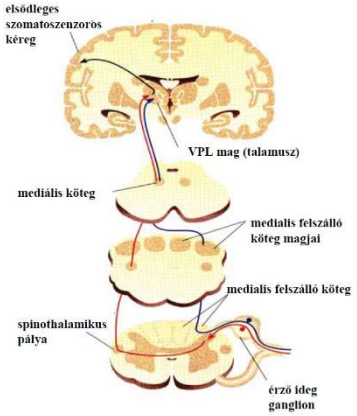
Amikor az érzékleti információk akciós potenciálok révén, többszöri átkapcsolással, felszálló érzőpályákon eljutnak az agykéreg megfelelő területeire, akkor ennek eredménye lehet az **észlelés**. Az **észlelés** (percepció) **során felismerjük, tudatunkba emeljük** és **jelentéssel ruházzuk fel** a **környezetből érkező elemi érzeteket (hang, fény stb.).**

Az észlelésünket jelentősen befolyásolják **előzetes tapasztalataink**, pillanatnyi hangulatunk, szükségleteink, érdeklődésünk, valamint az adott kultúra, amelyben élünk. Az észlelésben nagyon fontos szerepe van a **tanulásnak** is. Az **észlelés** minden esetben **szubjektív**, személyes jellegű. Két egyén ugyan arról a dologról mást észlel.

Az érzékelés, észlelés folyamatának elkülönítése jól szemléltethető a kétértelmű ábrákkal (ugyanazt a fizikai ingert kétféleképpen is észlelhetjük, azaz értelmezhetjük), vagy az egyik embernek például hangos a zene és meleg a szoba, míg a másik épp az ellenkezőjét észleli, pedig a fizikai inger ugyanaz.

## A testérző rendszer

- a **bőrt** és **néhány belső szervet** érő ingerekről,
- a **testnyílások nyálkahártyáját** ért hatásokról,
- ill. a **végtagok helyzetéről** nyújt információt.




- A külső környezet hatásait közvetítik a **bőr- és a nyálkahártyák mechano-, termo-, kemo-, és fájdalomérző receptorai** (exteroceptorok).
- A szervezet belsejének állapotáról pedig interoceptorok - **izomorsók, ín- és ízületi mechanoreceptorok** - tájékoztatják a központi idegrendszert.

Az **érzőreceptorokból származó ingerületek** egy része **két nagy érzőpályarendszer** közvetítésével jut az **ellenoldali agykéregbe**, ahol kialakuló érzetek tudatosulnak.

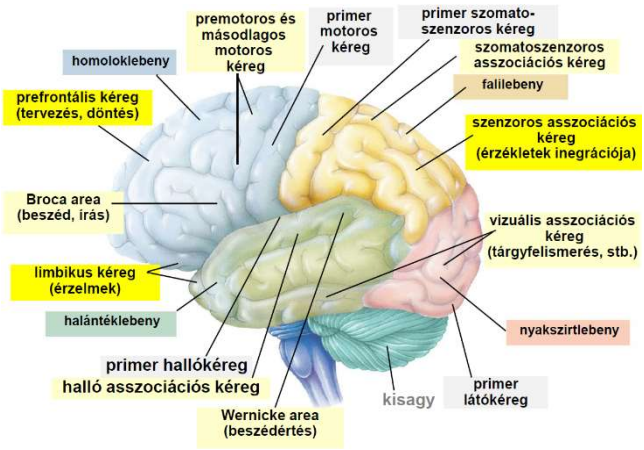
- A **bőrből származó érzéseket** - fájdalom, hő, durva tapintás - közvetítő pályarendszer (spinotalamikus rendszer) a gerincvelőben átkereszteződik, az oldalsó kötegben felfelé haladva a nyúltvelőn, hídon, középagyon át a **talamuszba**, onnan pedig a **nagyagykéreg fali lebenyébe jut.**
- A **mélyebbről** – pl. izmokból, ínakból, ízületekből - **jövő ingerületeket** vezető pálya (a hátsó kötegi mediális felszálló rendszer) a gerincvelő hátsó kötegét elhagyva a nyúltvelőben kereszteződik az ellenoldalra, majd a nyúltvelő-hídközépagy-**talamusz** útvonal után végződik a **fali lebeny elsődleges érzőkéreg** részében.

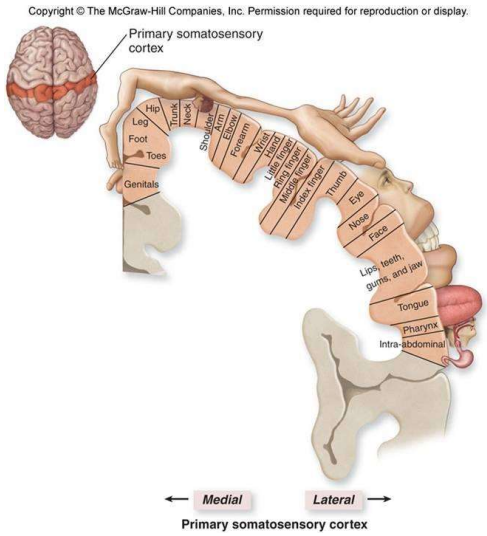
Az érzőpályák kéreg alatti központjaiban az információk előzetes feldolgozása történik.

**Testérzés elsődleges központja** a **nagyagy fali lebenyének** elülső részén található, itt alakulnak ki az egyes receptoroknak megfeleltethető adekvát érzetek.

- Ide vetítődnek a **bőrben, az izmokban, az ínakban, az ízületek** receptoraiban keletkező ingerületek.
- Itt van a **hő, a tapintás, a nyomás, fájdalom érzetének** központja.

- A receptorok az érzőkéregben **pontszerűen vetülnek**, azaz **az egyes receptormezőknek pontosan megfeleltethetők adott kérgi területek**, ill. sejtoszlopok. Az **érzékenyebb testrészekhez**, például az ujjakhoz és az ajkakhoz – ahol **nagyobb a receptorok sűrűsége - nagyobb agykérgi területek tartoznak**.
- Mivel a központi idegrendszerbe belépő rostok kereszteződnek, **a bal testfélbő származó érzékletek a jobb félteke fali lebenyébe vetítődnek és fordítva.**




Az elsődleges érzőkéreg területeket egyre bonyolultabb feldolgozást végző **másodlagos, harmadlagos érző területek** veszik körül. Azokat az érzeteket dolgozzák fel, amelyek az elsődleges érzőközpontokban keletkeznek. **Ezekhez a területekhez kapcsolhatók az észlelési folyamatok, itt tudatosulnak, itt kapnak jelentést a különféle ingerek**. Az érzékelés tudatosulásának, észlelésének feltétele, hogy az elsődleges érzőmezők (látókéreg, hallókéreg, testérző kéreg), épek legyenek, az elsődleges érzőkéreg sérülése a tudatosuló érzékelés kiesését jelenti. Az asszociációs kéregterületekben több típusú ingerület összevetése, együttes feldolgozása történik.

## Az illúzió és a hallucináció

Az **illúzió** **érzékcsalódás,** melynek során a **valóságból érkező ingereket helytelenül értelmezzük, tévesen észleljük**.

Az **optikai csalódások a látási folyamat téves észlelései**, amelyek általában azért jönnek létre, mert a **látvány az agyi központ számára egymásnak ellenkező módon értelmezhető jeleket tartalmaz**. Ilyenkor általában az "erősebb" jel hatása dominál, még akkor is, ha tudatunk jelzi ezt az ellentmondást.

Ilyen például az ún. Zöllner-illúzió. A hosszú, átlós vonalak valójában párhuzamosak, de a keresztvonalkák miatt összetartónak látszanak. Az illúzió oka az, hogy az elrendezés nagyon sok olyan elemet tartalmaz, amely a perspektíva érzékeltetésére szolgál, ezért a szemünk mindenképpen perspektivikusnak "akarja" érezni.

Az érzéki csalódások hátterében különböző agyi folyamatok állhatnak. **Az érzékcsalódások kialakulásának sokféle oka lehet, természetes jelenségeken túl kiválthatják különböző idegrendszeri megbetegedések, pszichoaktív szerek pl.: kábítószerek, gombamérgek, alkaloidok.**

A **hallucináció** során **olyan érzéki benyomások jönnek létre, melyeknek külső inger nem feleltethető meg**.

A **tudatmódosító szerek egy része ún. hallucinogén drog**, mint pl. az **LSD**, **cannabis** származékok – **marihuána, hasis -**, **meszkalin**. Elsődleges hatásuk az érzékelés, az észlelés, a gondolkodás szokásos folyamatainak megváltoztatása, módosult tudatállapotok létrehozása.

**Hatásukat a szinapszisok működésének megváltoztatásán keresztül fejtik ki**, pl. az LSD hatása egyes átvivőanyagokkal - a noradrenalinnal, dopaminnal, szerotoninnal - való kémiai hasonlósága alapján, a dopamin-, és a szerotonin-receptorok izgatásán alapul.

**Fokozott hallucinációk**, rémlátomások, hatására szorongás és pánik alakulhat ki. Tér- és időzavarok, öngyilkosság, öncsonkítás, mások elleni agresszió jöhet létre.

**Kényszerképzetek** alakulhatnak ki, mint pl.: a repülni tudás, esetleg rémképek. Túladagolásnál elmekárosodás, tartós használat során depresszió veszélye nagy.