

Funkcionális anatómia – a három idegrendszeri tétel --> 9-11.

9. tétel

Az idegi szabályozás I. Az idegsejtek elektromos folyamatai A receptorok felépítése és m ködése A fényreceptorok A mechanikai és h receptorok A kémiai receptorok
BIV. 712-721.

Vázlat:

- Idegsejt elektromos folyamatai
nyugalmi potenciál – depolarizáció – csúcspotenciál – repolarizáció
- Ingerület terjedése
szinapszis – axon mentén szaltatorikus terjedés
- Reflexek
reflexív – feltételes reflex – feltétlen reflex
- Receptorok felépítése és m ködése
adekvát inger, homeosztázis
- Fényreceptorok
szem felépítése – retina – csapok/pálcikák – fénytör közegek
- Mechanikai receptorok
izomreceptorok
helyzetérz (labirintszerv, ívjáratok, töml cske-zsákocskák, sz rsejtek)
hallóreceptorok (hang útja, csiga/Corti-féle szerv, sz rsejtek)
tapintás, nyomás, fájdalomreceptorok
h receptorok
- Kémiai receptorok
ízlel receptorok (ízlel bimbók, ízek)
szaglóreceptorok

- Az idegsejtek elektromos folyamatai

A többsejt szervezetekre jellemző, hogy nyugalmi helyzetben is rendelkezik potenciállal (van polaritása – elektromos töltése). Ennek az oka, hogy az aktív Na-pumpa az a sejtfalon (membrán) át Na ionokat (kation) küld ki a sejt körüli térbe (ebből következik, hogy a sejt belsejében a negatív ionok lesznek túlsúlyban). Ha a sejtet inger éri, a sejtfal áteresztővé válik, pozitív ionok (Na, K) áramlanak befelé, és megszüntetik az elektronegativitást -> ez a depolarizáció. Amikor a sejt már nem képes több pozitív ionot felvenni (telítődik), azt csúcspotenciálnak nevezzük. Ezután a pozitív ionok „lassan” kezdenek kiáramlani újra a sejtfalon, a sejt így repolarizálódik. A repolarizáció ideje alatt a sejt nem ingerelhető (ez a refrakter stádium).
(Ábra a TK 712-713 o.)

Az inger érzékeléséhez szükséges minimális inger a küszöbinger. Ha ennél kisebb inger éri a receptort, az nem vált ki reakciót.

- Az ingerület terjedése

Tudni kell hozzá az 1. tételt! Neuron felépítésének ábrája TK 469. o.

Szinapszis: két neuron kapcsolódási pontja, ahol az ingerület átadása történik.

Az átdadó sejt a preszinaptikus, az átvevő a posztoszínaptikus sejt, közöttük van a szinaptikus rés.

A szinapszisban az ingerület átvivő anyagok (transzmitterek) receptorokhoz kötődnek (pl. a * alakú csak * alakúval lép reakcióba, / alakúra nem reagál), ezek nyitják vagy zárják az ioncsatornákat. Ez a nyitás/zárás a fogadó (posztoszínaptikus) sejtből potenciálhullámot hoz létre. A létrejött hullám a küszöbértéket növelheti, ekkor gátló, vagy csökkentheti, ekkor serkentő szinapszistról van szó.

Az ingerület továbbítása az idegsejt axonja mentén történik. Az idegrostot a hüvely szigetelként veszi körül (vagyis nem hagyja, hogy depolarizálódjon), de a lefutás mentén befűződések vannak (Ranvier-féle befűződések), ahol megtörténik a depolarizáció -> az ingerület ugrálva halad tovább (szaltatorikusan).

- Reflexek

Az idegrendszer reflexekkel szabályozza a szervezet működését. A szervezetben bárhol fellépő inger a testben választ vált ki.

Keletkezéséhez szükséges receptor szerv (felvevő), végrehajtó szerv és reflexközpont.

Az ingerfelvétel helyétől a válaszreakció helyéig terjedő idegpálya a reflexív (laza példa: tüskébe lépek -> talp fájdalomreceptorai érzékelik -> továbbítják a fájdalomingert [afferens/érző pálya] -> megfelelő központi területre jut -> onnan indul vissza az inger [efferens/mozgató pálya] -> mozgató parancs az izmoknak -> felkapom a lábam).

Reflexív: receptor (érzékelő sejtcsoport) --> érző neuron (közvetlen kapcsolatban van a receptorral) --> afferens pályán juttatja az információt a központba [eddig érző m. kódolás] --> a központ feldolgozza az ingert --> az efferens pályán halad az ingerválasz a mozgatóneuronokon --> a célszervhez --> eközben a központ folyamatosan érzékeli a szervben bekövetkezett változásokat és a receptorokat is ellenőrzése alatt tartja.

Feltétlen reflex: központja a gerincvel.

Lényege, hogy az ingerre a központi idegrendszer útján mindig bekövetkezik az ingerválasz. Velünk született --> nem kell tanulni és nem felejtődik el.

Tanulással néhány feltétlen reflex szabályozható, ilyen a vizelet- és széklet-inger, amit a szobatisztaságra szoktatás során a gyermek megtanul kontroll alatt tartani.

Gerincvelő reflexív: az ingerület a hátsó gyökéren keresztül (lásd majd gerincvelő), gerincvelő hátsó (érző) szarvához érkezik onnan az oldalsó (vegetatív) szarvba, majd az elülső (mozgató) szarvba kerül, és az elülső gyökéren keresztül halad a célszerv felé, ahol megtörténik a mozgás.

A gerincvelő reflexek b. r. vagy izomeredetűek lehetnek, adekvát ingerük a b. r. nyomás/fájdalom ingere, ill. az izmok megnyúlása. Feladatuk a szervezet védelme, a testhelyzet fenntartása.

(A bonyolultabb mozgások [írás, kézimunka, összetett mozgások] végrehajtásához szükség van az agyvelő vezérlő m. kódolására is, ezért következik be bénulás csigolyasérülés esetén (megszakad a pályáösszeköttetés a gerincvelő és az agy között)).

Feltételes reflex: központja az agykéreg. Lényege, hogy tanulás során alakul ki, az agykéreg sérülése esetén eltűnik.

Pavlov végzett kísérleteket ezzel kapcsolatban: kutya- étel- lámpa- nyáleválasztás.

Ideiglenesen összekapcsolta a különböző agykérgi központokat (látás, szaglás + nyáleválasztás központját) egy külső ingerrel. Később az inger megjelenése már automatikusan kiváltotta a nyáleválasztást.

● Receptorok felépítése és működése

A b. r. b. n. az izmokban, köt. szövetekben testszerte találhatók olyan speciális sejtek, amelyek a külvilág és a szervezet belső ingereit érzékelik, ezek a receptorok.

Minden receptor csak egyfajta inger érzékelésére képes, ezt nevezzük adekvát ingernek. Az adekvát ingerrel szemben a küszöbérték nagyon alacsony (pl. a szem pár fotonnyi fényt már képes érzékelni), de más ingerre nem reagál, akkor sem, ha az jóval meghaladja a küszöbértéket (pl. a szemünkkel nem halljuk a nagyon hangos zenét sem).

Homeosztázis: a belső változásokat érzékelő receptorok biztosítják a szervezet dinamikus belső egyensúlyát (csak igen kis határok között változó értékek, pl. vércukor, testhőmérséklet).

A receptorok adekvát ingerük szerint fény-, mechanikai-, hő-, és kémiai receptorok lehetnek.

FÉNYRECEPTOROK

A fényreceptorok a szem retinájában találhatók, adekvát ingerük a fény.

A szem részei: (lásd TK 715. o.) a szemgolyó és a járulékos szervek (szemhéj - feladata a védelem és a nedvesítés; bels felszínén van a köt hártya; szemmozgató izmok – 3 pár, feladatuk a szemgolyó mozgatása, közel,- távollátás; könnymirigyek – könnyet termelnek, melyben védelmet nyújtó immunglobulinok vannak)

A szemgolyó az egyedfejlés során a köztiagy részeként jelenik meg, később serleghártya begyűrődik. Belső falát fényérzékeny ideghártya borítja, ez a retina.

A szemgolyó 3 burokból áll: a külső burok biztosítja a szem védelmét, a középső táplálja (érhártya), a belső pedig az inegrál receptorok vannak.

Külső burok:

itt tapad a 3 pár szemmozgató izom

elülső része a szaruhártya (cornea)

- érző idegvégződésekben gazdag --> cornea reflex (ha a szemhez közelít valami, akkor a szemhéjak lecsukódnak)
- rajta keresztül jut a fény a szem belsejében
- az egyik fő fénytörő közeg

hátsó része az ínhártya (sclera – szemfehérje)

Középső burok:

az érhártya a szem tápanyag ellátását biztosítja

sugártest gyűrű alakú megvastagodott része

- csarnokvizet termel (fenntartja ezzel a szemnyomás állandóságát)
- izmai a szemlencsét mozgatják (lásd szemlencsénél), ennek következménye, hogy a szem képes a fénytörő képességét változtatni

elülső része a szivárványhártya (iris)

- a szaruhártya mögött helyezkedik el
- meghatározza a szem színét
- középső kerek nyílása a pupilla, mely fényrekeszként működik (a fényviszonyoktól függően tágul/szűkül), vegetatív izmok mozgatják

A szemgolyó belsejében található a

- belső burok (lásd bővebben később)
- szemlencse

a pupilla mögött helyezkedik el, alakja kétszer domború

a szem fő fénytörő közege

lencsefüggesztő rostok rögzítik a sugártesthez

közelre nézéskor az izmok összehúzódnak, a lencsefüggesztő rostok

ellazulnak --> a lencse domborúbb lesznek

távolra nézéskor az izmok ellazulnak, a rostok megfeszülnek --> a lencse

laposabb lesz. Ez a változás biztosítja az éleslátást.

- üvegtest

gömb alakú, kocsonyás test

feladata a szem alakjának fenntartása, fénytörő képessége csekély

Belső burok:

– ideghártya

a szem optikai tengelyében hátul van a sárgafolt, az éleslátás helye. Itt található a legtöbb receptorsejt, DE CSAK csapok

a sárgafolt mellett lép ki a látóideg (ez a látóideg), itt nincsenek receptorok --> ez a vakfolt.

- többreteg, a szemgolyó belseje felé tekint a pigmentált réteg, szomszédságában vannak a csapok (a színlátást szolgálják) és pálcikák (a fény intenzitását érzékelik)

– a receptorsejtek (csapok és pálcikák)

két részből állnak: sejttest+fényérzékeny rész (membránrendszer alkotja, és látóbírbort tartalmaz)

az ingerület továbbítását bipoláris neuronok végzik

ingerküszöb: csapoknál 5-7 foton, a pálcikáknak akár 1 foton is elég

csapok fajtái: fényelnyelés szerint csoportosítva a kékeslila, a zöld és a sárga vagy vörös színt elnyelő receptorok. Ha valamelyik hiányzik, az a színtévesztés vagy színvaktság.

Látás mechanizmusa

Éleslátás: A szembe érkező fénysugár a levegő és a szaruhártya határán megtörik, a szemcsarnokon és a pupillán át a szemlencsére kerül, ahol ismét megtörik. A lencse a különböző szög alatt (attól függ, hová nézünk) érkező sugarakat egy pontba gyűjti össze (retina sárgafolt). A keletkező kép fordított állású, kicsinyített, valódi kép. Az egyenes állású képet tapasztalataink alapján látjuk.

Fénytörési hibák:

Rövidlátáskor az éles kép a retina előtt keletkezik, mert a szaruhártya domborúbb a kelleténél vagy a szemtengely a normálnál hosszabb. Homorú szemüveglencsével kezelhet.

Távollátáskor az éles kép a retina mögött keletkezik, mert a szemlencse homorúbb a kelleténél vagy a szemtengely a normálnál rövidebb. Domború szemüveglencsével kezelhet.

Öregkori távollátás azért következik be, mert a szemlencse rugalmassága a kor elhaladtával csökken.

MECHANIKAI RECEPTOROK

az adekvát inger valamilyen mechanikai behatás

Izomreceptorok

az izmokban és inakban találhatók

ingere: az izmok állapotváltozása (a spirális felépítésű izomorsó az izmok passzív megnyúlására jön ingerületbe, az inakban pedig az izmok megnyúlása v. összehúzódása okoz ingert)

Helyzetérző receptorok

a belső fülben (labirintuszszerv) található 3 félkörös ívjárat és a tömlőcske és

zsákocskák belsejében találhatók (ábra TK 718. o.)
ingere: a nehézségi erő (a fej mozgása)

A labirintusszerv része a 3 félkörös ívjárat, mely a tér 3 síkjának megfelelően, egymással derékszöget bezárva helyezkedik el. Vékony falú, hártyával bélelt, folyadékkal telt csövecskék. Bennük helyezkednek el a receptorsejtek: hosszú érzékszálcskával rendelkező szőrsejtek, melyeket kocsonyás nyákburok borít. A folyadék mozgásának változása mozgatja a nyákkúpot, ezt érzékelik a receptorok.

A tömlőcske és zsákocskák a fej térbeli helyzetét érzékeli. Az érzékelő szőrsejtek az alapállományba vannak ágyazódva, ezen kívül még apró mészkristályok is találhatók itt, melyek nyomásának változását (ahogy a fej mozog, és más erővel nyomódnak az alapállományba) érzékelik a receptorok.

Hallóreceptorok

a hallás szerve a fül (külső, középső, belső fül)

külső fül – feladata a hang terelése a belső fül felé

külső része a fülkagyló (rostos porc), középsőben indul a külső hallójárat, mely a dobhártyáig tart

középfül – feladata, hogy továbbadja a dobhártya rezgését a belső fül felé

részei: hallócsontocskák (kalapács, üllő, kengyel), dobüreg (felerősíti a hangrezgést)

mechanizmusa: a kalapács közvetlenül a dobhártyán fekszik, és a rezgést átvéve adja

tovább a kengyelnek, az pedig az üllőnek. Az üllő megrezegteti az ovális ablak

hártyáját, így a rezgés a belső fülbe jut

belső fül – itt található a hallás szerve, a csiga ennek része a Corti-féle szerv, ahol a receptorok találhatók

mechanizmusa: a csigát kitöltő folyadék veszi át az ovális ablak hártyájának

rezgését, és rezgésbe hozza a csiga laphártyáját. Az alaphártyán ülnek a szőrsejtek,

felettük fedőlemez található. A rezgés hatására a receptorok a fedőlemezhez

súrlódnak, ez okozza az ingerületet. A szőrsejtek alapi részéből indulnak ki a

hallóidegek rostjai, melyek a központi idegrendszerhez szállítják az ingert.

Érzékelés szempontjából fontos a hangok rezgésszáma, az erősség és a hangszín is. Az emberi fül a 16-20 000 Hz-s hangokat érzékeli.

Térfhallás: mindkét fül együttes működése szükséges hozzá.

Nagyothallás: zavar következik be a hangvezetésben vagy a belső fül receptorainak működésében.

Tapintás-, nyomás-, és fájdalomreceptorok

Mindhárom érzet érzékelésére különböző receptorok alakultak ki.

Férfiaknál a bőrben találhatók, saját axonjuk nincs.

A tapintás receptorai a Meissner-testecskék, melyek a bőr írhájában találhatók, egyszerre több axon idegzi be.

Nyomásérzékel receptorok a Merkel-korongok, melyek egyetlen lapos dendritvégződésből állnak. Felelsek pl. a vérnyomás állandóságáért, de a tüdő hólyagocskák falában is találhatók.

Fájdalomreceptorok: a szabad idegvégződések reagálnak a fájdalomra. A zsigerekben is találhatók.

H receptorok

A hőmérséklet-változást érzékelik, az éter körülvevő szövetek hőmérséklete alapján. Receptorai a bőrben és a belső szervekben találhatók (főleg a bélcsatornában).

KÉMIAI RECEPTOROK

A külső és belső környezet folyékony és gáz halmazállapotú anyagainak vegyi összetételét érzékelik.

Ízlel receptorok: a szájüregben elszórtan helyezkednek el az ízlel bimbók. Főleg a nyelv háti felszínén, de a szájpadon, a garatíven és a gégefedőn is találhatók.

A 4 alapíz megkülönböztetésére képesek.

Savanyú: a savakkal függ össze - a H⁺ ion koncentrációt érzékeli, a nyelv oldalán hátul

Sós: főleg a Na⁺ iont érzékeli, kétoldalt elöl

Édes: szerves vegyületek (cukrok, alkohol, kloroform), a nyelv hegyén érzékelik

Keser : kationok, sok szerves vegyület okozzák, a nyelv tövén érzékeljük

Szaglóreceptorok:

az orrüreg felső részén található a szaglómező. A szaglósejteket szaglópórus borítja. A dendritek a szaglópórus felé néznek, axonjaik pedig a szaglóidegeknek adják tovább az ingert.

Az ember szaglása az állatokéhoz képest gyenge, de 4000 féle szagot tudunk megkülönböztetni.

10. tétel

Az idegi szabályozás II. Az idegrendszer felépítése és működése A központi és környéki idegrendszer

B IV. 722-730.

Vázlat

- idegrendszer feladata
- idegrendszer felépítése (szomatikus és vegetatív; idegsejtek)
- szomatikus idegrendszer
 - környéki
 - központi (gerincvel , agyvel)

Az emberi életm kódések **összehangolását, vezérlését az idegrendszer a hormonális rendszerrel szorosan együttműködve** végzi (neuro-endokrin rendszer). Az idegi szabályozás gyorsabb, mert elektromos impulzusokkal történik.

Feladata: inger felvétele a külvilág ill. a szervezet felől, a felvett ingert ingerület formájában továbbítja és feldolgozza, a szervekhez impulzusokat küld. Lényegében összehangolja a szervezet működését.

Felépítése: m kódése alapján az idegrendszert akaratunktól függő (szomatikus) és akaratunktól független (vegetatív) idegrendszerre tagolhatjuk.

Az idegrendszer **szöveti felépítése:** neuronokból épül fel (lásd 1. tétel, BIII. 468.). Módosult nyúlványos sejt egy hosszú (axon) és számos rövid (dendrit) plazmanyúlvánnyal.

SZOMATIKUS IDEGRENDSZER

Környéki és központi részre tagolható.

A **környéki idegrendszert** a gerincvelő és az agyból kilépő **idegek** (afferens és efferens pályák) valamint a központi idegrendszeren kívül elhelyezkedő **magok (dúcok)** alkotják.

A **központi idegrendszert** az agyvelő és a gerincvelő alkotja, szürke és fehérállományból áll.

A **szürkeállományt** neuronok sejttestjei alkotják, kapcsoló, szabályozó szerepe van.

A **fehérállomány** kötegekbe rendeződött velőshüvelyes axonokból épül fel. Köztük elszórtan körülírt szürke idegsejtcsoportok vannak, ezek az **idegmagok**.

A központi idegrendszerben **háromféle neuron** található:

1. érző neuron: 2 ágú axonja segítségével az inger felvételét és továbbítását végzik a központi irányába (sejttestük a csigolyaközi dúcokban van)
2. interneuron (asszociációs): más neuronokkal teremt kapcsolatot
3. mozgató (motoros) neuron: a központból érkező ingerválaszt továbbítja a központi felé

Működése **hierarchikus**, szintek szerint rendezett.

Részei: a gerincvelő és az agyvelő. A két rész összefügg: a koponya öreglyukán keresztül kapcsolódik össze a gerincvelő a nyúlattal.

A külvilágtól 3 hártya védi: a hártyák közötti teret agyfolyadék tölti ki. (kívülről befelé)

1. kemény agyhártya
2. pókhálórés
3. lágy agyhártya

GERINCVEL

A gerincvelőben **helyezkedik el**, a nyúlattal a II. ágyéki csigolyáig tart.

A gerincvelő idegek kilépési helyei alapján osztjuk **szakaszokra**: nyaki (7 csigolya), háti (12 csigolya), ágyéki (5 csigolya), és keresztcsonti (5 csigolya) szakasz.

Keresztmetszeti képen látható, hogy kívül található a fehérállomány, belül a szürkeállomány.

A **szürkeállomány** pillangó alakú. Vaskosabb része az **elülső sarv** (mozgatóneuronok vannak

itt), keskenyebb a **hátsó szarv** (érz neuronok). A háti szakaszon az elüls és hátsó szarv között található az **oldalsó szarv** (vegetatív neuronok).

A kétoldali a szürkeállományt a középvonalban a központi szürkeállomány kapcsolja össze, és egyben közrefogja a gerinccsatornát (melyet szintén agyfolyadék tölt ki).

A mells szarvban a mozgató, a hátsó szarvban interneuronok vannak, az oldalsó szarvat pedig vegetatív központi sejtek alkotják.

A szarvak a **fehérállományt** 4 kötegre osztják: a hátsó és oldalsó kötegek egy része a felszálló pályákat, míg az oldalsó kötegek másik csoportja és a mells köteg a leszálló pályákat alkotja.

Gerincvel i reflex

A b rben és izmokban lév receptorokból érkező inger a hátsó gyökéren át jut a hátsó szarvba. Néhány si (gerincvel i) reflex nem halad tovább az agyvel be, hanem a gerincvel központi sejtjei hajtják végre (pl. térdreflex). Más esetben az inger az interneuronok közvetítésével a felszálló (afferens) pályákon a hátsó vagy oldalsó kötegen az agyvel felé halad tovább. A központból érkező ingerválasz a leszálló (efferens) pályákon érkezik a gerincvel be, ahol az interneuronok segítségével átkerül a mozgatóneuronokra, és ezek axonjai az elüls gyökérrel képezve az elüls szarvon keresztül hagyják el a gerincvel t. (lásd b vebben 9. tétel).

A két gyökérben (elüls és hátsó) futó pályák gerincvel i idegekké egyesülnek, a szelvényezettségnek megfelelően 31 pár van belük.

SZOMATIKUS REFLEXEK

B reredetek és izomeredetek lehetnek. Lásd el z tételben.

VEGETATÍV REFLEXEK

A szígeri szervek m ködését szabályozzák. A felszálló pályák az interneuronokon átkapcsolnak és magasabb idegi központok felé haladnak. A leszálló pályák az ingerválasszal az elüls szarvon lépnek ki a gerincvel b l, **ÉS** a gerincvel mentén vagy a szígeri szervek falában újra átkapcsolnak vagyis közbeiktatódik egy szinapszis, még a célszerv el tt.

A szinapszisban részt vevő sejtek sejttestjei alkotják a **vegetatív dúcokat**.

A vegetatív érz és mozgató rostok a gerincvel i idegekben futnak.

AGYVEL

A koponyacsontban helyezkedik el, tömege (testtömeggel arányosan) 1250-1450 g. Rugalmas védelmét az agyhártyák és az agyfolyadék biztosítja.

Filogenetikailag leg szibb (az embrionális életben legel ször alakul ki) az utóagy (nyúltvel + híd+ kisagy), majd a középagy, legfiatalabb pedig az el agy (köztiagy, nagyagy).

Agykamrák

az agyvel en bels kamrarendszer alakult ki. A gerinccsatorna felfelé kiszélesedik, és a IV. agykamrába megy át (kisagy és agytörzs között helyezkedik el). A III. agykamra a köztiagyban, az I-II. pedig a nagyagy két féltekéjében helyezkedik el. A kamrákat agyfolyadék tölti ki, és egymással közlekednek.

Agytörzs

idegmagvakat tartalmaz, közöttük található az **agytörzsi hálózatos állomány**, mely laza szerkezet neuroncsoport, végighúzódik az egész agytörzsön.

feladata: **koordináló** - megszervezi a vegetatív működéseket, a receptorokból érkező ingereknek megfelelően szabályozza a magasabb szintű központok aktivitását, és az ébrenléti állapotot biztosítja. 10 agyideg az agytörzsből ered.

részei:

1. nyúltagy (nyúltagvelnek is hívják)
az agytörzs gerincevel felé eső szakasza. A gerincevel belépő szürkeállomány már idegmagvakra tagolódik, melyeknek egy része **vegetatív központ**. Itt van a keringési, légzési reflexek, és a nyálkahártya reflexek (köhögés, nyelés, hányás, tüsszentés). Itt erednek az V-XII. agyidegek.
2. híd
az agyvel között helyezkedik el. Alsó felszínén van a nagyagy és kisagy közötti **átkapcsolás** helye.
Mozgató és felsőbb légzési központok vannak itt.
3. középagy
felszálló és leszálló pályarendszerébe ágyazódva több **fontos idegmag** található: a látási reflexeket, szemmozgásokat irányító, és a hallással kapcsolatos magvak, és a rágóizmokat irányító központ. Szintén itt van a **vörösmag**, az efferens pályák átkapcsolási helye.

Köziagy

közvetlenül az agytörzs felett helyezkedik el.

Központi része a talamusz, mozgatóválaszok nagy részének átkapcsolási helye. Itt dönt el az ingerrel, hogy kellemes vagy kellemetlen az egyén számára. Két fontos magcsoportja a külső és belső térdestest.
Alsó része a hipotalamusz, mely elkeskenyedve belenyúlik a hipofízis (agyalapi mirigy) állományába. Vegetatív központok vannak itt: az **éhség és jóllakottság, a hűtés és fűtőközpont**, valamint az **ozmoregulációs központ**. A hipotalamusz a szervezet legmagasabb szintű integrátora. Hormonokat is termel, melyek lecsorogva a hipofízisben tárolódnak. (oxitocin, vazopresszin, ld. 8 tétel).

Kisagy

a nyúltagy és a híd mögött helyezkedik el. Felülete barázdált, ezért a kéreg felülete hatalmas. Kéreg és velum állományból áll, a fehérállományban található a magvak, melyek közvetítésével jut a feldolgozott információ újra a nagyagyba.

Feladata: a **mozgás koordinálása**, a **finommozgások** vezérlése.

Nagyagy

felszínét tekervények tagolják, ezért felülete igen nagy. Két féltékéből áll, melyeket a kérgestest kapcsol egymáshoz. A féltékeket 2 mély barázda 4 lebenyre osztja. A lebenyeket a koponyacsontoknak megfelelően homlok, halánték, fali és nyakszirti lebenynek nevezzük.

Külső felszíne az agykéreg (szürkeállomány), mely 4-6 mm vastag, és a neuronok sejtestestjei

alkotják.

Mködés alapján érz kéregre, mozgatókéregre és asszociációs rostokra (ez biztosítja az összeköttetést a különböző kérgi területek között) tagolható. Az érz kéregben els sorban szemcses sejtek, a mozgatókéregben piramissejtek (efferens pályák kiindulási helye) vannak.

Az agykéreg m ködési egysége a sejtoszlop, mely 6 réteg , és jellemz je, hogy a benne található idegsejtek egyszerre kerülnek ingerületi állapotba vagy kerülnek gátlás alá.

Belül található a **fehérállomány**

a kéregbe futó érz és mozgató pályák alkotják, elszórtan magcsoportok találhatóak benne, ezek a törzsmagvak.

A féltekék kiindulásának helyét körülvev terület a **limbikus terület**, mely kapcsolatban áll a kéreg alatti magvakkal és a köztiaggal is, ez a limbikus rendszer.

Feladata a vegetatív m ködések szabályozása és az érzelmi reakció kialakítása. Bels területei szerepet játszanak az emlékezésben, innen indul ki az utasítás az emléknymok rögzítésére más kérgi központok felé.

11. tétel

Az idegrendszer érz - és mozgatóm ködése. Az alvás. A vegetatív szervek szabályozási folyamatai. A magasabb rend idegm kódések. B IV. 730-740.

Vázlat

ÉRZ M KÖDÉS

- látás
- hallás, egyensúlyérzékelés
- szaglás
- ízérzékelés

MOZGATÓM KÖDÉS

- piramispálya
- extrapiramidális pályarendszer

ALVÁS

VEGETATÍV SZERVEK SZABÁLYOZÁSA

homeosztázis, vegetatív reflexív, szimpatikus – paraszimpatikus

- táplálkozás
- légzés
- keringés
- kiválasztás
- h szabályozás

MAGASABBREND IDEGM KÖDÉSEK

- tanulás, memória
- beszéd és tudat

● Érzésmódosítás

A külvilág ingerei a receptorokban potenciálokat gerjesztenek, ezek a központi idegrendszer felé vezet afferens rostokon akciós potenciál-sorozatokat eredményeznek, és elektromos jellé kódolva (ingerület) jutnak az agykéreg érzéközpontjába. Először az alacsonyabb szintű kéreg alatti központba kerülnek, majd onnan a kérgi régiókba (eddig a folyamat tudattalanul zajlik).

A folyamat akkor tudatosul, ha közben az asszociációs neuroncsoportok ingerületbe kerülnek, és a nagyagykéreg speciális neuronköreinek is átadják az ingerületet.

LÁTÁS

A retinából a látóidegek (II. agyideg) vezetik el a potenciálváltozást. A két szemből induló látóideg az agy alján a hipofízis előtt kereszteződik, majd a talamusz két idegcsoportjába fut (ezek a térdestestek). A szem külső (hálszárny) retinaszíntjéből érkező idegrostok nem kereszteződnek, hanem a saját oldali térdestest felé futnak.

A látási információk első csoportosítása és elemzése a talamuszban történik. Az innen induló neuronok képezik a látópályát, melynek végállomása a nyakszirti lebeny kérgi központjaiban van (látókéreg).

Látókéreg: a komplett látásban mindhárom kérgi terület részt vesz.

- elsőleges látókéreg: fogadja a talamuszból érkező ingerületet
- másodlagos és harmadlagos kéreg: más érzékszervek működését is integrálja, a beszédközponttal is kapcsolatban van

Pupillareflex: a talamusz és az agykéreg közreműködése nélkül alakul ki, fényrekeszként működik, a fényerősség változását érzékeli

HALLÁS ÉS EGYENSÚLYÉRZÉKELÉS

A receptorsejtektől a bipoláris neuronok veszik át a potenciált változást. Ez a VIII. agyidegen terjed a nyúltagyba, majd többszöri átkapcsolás után a középagyba (hallásérzékelés első szintje), onnan a talamusz magcsoportjaiba a térdestestbe kerül (ez a 2. szint), innen pedig a legfelső szintre a hálszárnylebenszerű hallóközpontokba (hallókéreg) fut be.

A labirintuszszervből érkező potenciálváltozások a gerincvel be- és a kisagyba is eljutnak, ezek a területek fontosak a testhelyzet-érzékelésben és az egyensúly szabályozásában.

SZAGLÁS

Az ingerületet a receptorok saját axonjai adják át az agy aljánál található idegsejtcsoportnak. Ezek axonjai képezik a szaglóideget (I. agyideg), mely az ingert a szaglókéregbe juttatja.

Ez az egyetlen olyan idegpálya, mely a talamusz megkerülésével vezet a nagyagykérgi központba. Ennek az az oka, hogy az I. pár agyideg a nagyagy nyúlványaként fogható fel, nem valódi agyideg.

ÍZÉRZÉKELÉS

A receptorsejtek között lévő csupasz idegrostok juttatják el az ingerületet a nyelv ízlelőbimbói közé behatoló velőshüvelyes rostok felé. Ezek a VII., IX., X. agyideg érző rostjaként vezetnek tovább a nyúltagyon keresztül a talamuszba, onnan a fali lebeny érzéközpontjába.

BELBEN LÉVŐ RECEPTOROK

A belső receptorokból induló információ is több szinten kerül feldolgozásra. Az elektromos impulzust a gerincvelő ideg hátulsó gyökerén lévő dúccok neuronjai veszik fel (a perifériás nyúlványuk), és vezetnek

a gerincvel be (centrális nyúlvány): ez az ingerfeldolgozás 1. szintje. A felszálló idegpályákon kerül az ingerület az agytörzsbe (2. szint) majd a talamuszba, onnan pedig az agykéreg fali lebenyébe. A talamuszban és az ér kéregben minden receptornak külön képviselt területe van, mely feltérképezhető a kéreg potenciálváltozásainak vizsgálatával. A fali lebenyben található érz központ-együtttest els dleges szomatikus érz mez nek nevezzük.

● Mozgatóm kódés

Az ingerválaszokat a környéki idegrendszeren keresztül kapják meg a célszervek.

Az ingerválasz: izommozgás (gerincvel i és agytörzsi szomatikus reflexek) vagy mirigym kódés (els sorban vegetatív szabályozás, lásd kés bb) lehet.

IZOMMOZGÁS

Eredménye a vázizmok m kódésének változása. A gerincvel i és agytörzsi központok az agykéregt l lefelé induló mozgatópályák befolyása alatt állnak. Az agykéreg motoros mez i (mozgatómez) a homloklebeny hátulsó területén található. A mozgatómez n a vázizmok kifinomultságuk arányában vannak képviselve.

A motoros mez b l indul ki a két mozgatópályára

- piramisrendszer
- extrapiramidális (piramispályán kívüli rendszer)

PIRAMISPÁLYA

axonjai az agykéreg számos területér l indulnak, csak egy részük ered a mozgatómez n. Rostjaik többsége átkapcsolás nélkül fut le a gerincvel ig. A rostok a nyúltnel ben vagy az adott gerincvel i szelvénybe lépve átkereszteződnek. A mells szarvi mozgatóneuronról az ingerválaszt a gerincvel t elhagyó idegek viszik tovább. Mivel ezek a test középvonalát nem lépik át, a megfelelő agyféltevével ellentétes oldali mozgásokat irányítják.

EXTRAPIRAMIDÁLIS rendszer

a mozgásszabályozás sabb rendszere. A gerincvel, a nyúltnel, a középagy és az agykéreg megfelelő területeit foglalja magába. Leszálló rostjai a kéreg alatti magvakban többször átkapcsolnak: elször a lencsemagokban, majd a farkos idegmagban van szinapszis, majd a középagy vörösmagjában is. Az innen induló rostok többsége átkereszteződik, majd vagy az agytörzs vagy a gerincvel mozgatóneuronjaira érkezik (a kereszteződés miatt a jobb oldali rostok a bal oldali elüls szarvba és fordítva), innen kapcsol a mozgató idegrostokra, és hagyja el a gerincvel t az efferens száron. F leg a durvább mozgásokban van szerepe (lépés, törzs hajlítása), és a mozgások egyéni vonásait is alakítja.

KISAGY

fontos szerepe van az agyvel mozgató m kódésében. Az afferens ingerületet az agykérgi és a kéreg alatti központokból, a végtagokból és a bels fülb l kapja, és az efferens rostokat is ide küldi vissza. Ezzel harmonikussá teszi a bonyolult mozgásokat, befolyásolja az agytörzs izomtónus szabályozását és a testhelyzet megtartásának ellenrzését. Az izomtónus szabályozásában az agytörzs hálózatos állományának rostjai koordináló szerepet játszanak.

A mozgatóközpont felépítése is hierarchikus:

- els dleges központ a homloklebenyben van
- másodlagos központ

egyes mozgásautomatizmusokért felel

bal agyféltekében található az íráskészség és a beszéd-készség központja

(EEG: elektroencefalográfia – az agy elektromos tevékenységének vizsgálata, segítségével feltérképezhet az agykéreg, és az agyi működési zavarok is megállapíthatók)

● Alvás

Az ébrenlét az agy tudatos, az alvás pedig az agy öntudatlan állapota.

Jellemzői

- az ingerküszöbök megemelkednek, csökken a szervezet külvilággal való kapcsolata
- vázizmok pihennek (energiafelhasználás csökken)
- az agyműködés nem csökken: tanulási, információ feldolgozási folyamatok, és a hosszú távú memória rögzítése történik

Szakaszai: (a két alvásfajta kb. 1,5 óránként váltakozik)

- lassú alvás: EEG görbén lassú, nagy hullámok látszanak, a szem nyugalomban van
- paradox alvás: EEG hullámok gyorsak, alacsony feszültségűek, szabálytalanok; ilyenkor álmodunk ez a szervezet valódi életszükséglete

● A vegetatív szervek szabályozási folyamatai

A zsigeri szervek összehangolt működését és a belső környezet egyensúlyát (homeosztázist tudni!) a központi idegrendszer vegetatív szabályozása biztosítja.

Ugyanúgy reflexívekre épül, mint a szomatikus szabályozás.

A belső szervekben lévő receptorok (interoceptorok) által keltett potenciál a vegetatív érző rostok keresztül jutnak a vegetatív központokba. Vannak esetek, amikor receptorokra sincs szükség, mert a vegetatív központok egyes sejtjei a vér összetételét közvetlenül érzékelik. Ilyen a vér szén-dioxid szintje, melynek növekedése a nyúltsági légző központot közvetlenül ingerli.

VEGETATÍV REFLEXÍV

afferens szára azonos a szomatikus pályával felépítésével: a zsigerek falában elhelyezkedő interoceptorok ingerületét a gerincvelő hátulsi gyökerének érdűcaiban lévő érző sejtek perifériás nyúlványai szállítják, a centrális nyúlvány révén a hátulsi gyökérrel a gerincvelő hátulsi szarvába. Ott átkapcsolnak, és a központi vegetatív sejtekre érkeznek.

A különbség az efferens száron van: a gerincvelő mellési gyökerén kilépő vegetatív rostok nem egyenesen az ingerválasz helyére futnak, hanem előtte átkapcsolnak a gerinc mellett vagy a zsigerek falában. A szervbe a dúcsejtek axonjai jutnak el.

A vegetatív rostok a szomatikus rostokkal együtt futnak (afferens és efferens pályán is), ezért a gerincvelő idegek mind kevert idegek, és az agyidegek közül is szállít vegetatív rostokat a III., VII., IX., X. agyideg.

A vegetatív érző rostok más agyterületek felé is haladnak, az agytörzsi hálózatos állományba és a nagyagyba is juttatnak információt, ezért az ingerválaszok is összetettek.

A vegetatív központok felépítése is hierarchikus:

- legalacsonyabb szintje a gerincvelő központok vegetatív sejtjei (oldalsó szarv), egyszer reflexeket intergrál (húgyhólyag teltsége)
 - nyúltság: itt létfontosságú központok vannak – légzés, vérkeringés, szív központja, és a nyálkahártya reflexek központja: nyelés, köhögés, tüszűmentés, hányás, csuklás
 - hipotalamusz a legfelsőbb vegetatív központ – szoros kapcsolatban áll a limbikus kéreggel és az agykérgi területekkel
- itt van az éhség, jóllakottság, hűtés, fűtés, ozmoreguláció (a szervezet ozmotikus egyensúlyát)

biztosítja) központ

A vegetatív mozgató rostok hatásuk szerint két csoportra különíthetők el: szimpatikus és paraszimpatikus rostokra. Hatásuk ellentétes: a szimpatikus hatás mozgósítja a szervezetet, a paraszimpatikus hatás inkább atartálékolás irányába hat.

Minden zsigeri rendszerünk kétféle beidegzés, szimpatikus és paraszimpatikus rostokat egyaránt kap. A két hatás nyugalmi állapotban egyensúlyban van. Vészhelyzetben v. stresszhatásra a szimpatikus hatás kerül túlsúlyba, így a szervezet alkalmassá válik a vészhelyzet leküzdésére. Nyugodt körülmények között v. jóllakottan a paraszimpatikus hatás erősebb.

Az ellentétes hatású rostok a központi idegrendszert is különböző helyen hagyják el. A szimpatikus rostokat a gerincvelő háti és ágyéki szakaszán kilépő gerincvelői idegek tartalmazzák, míg a paraszimpatikus rostok részben az agyidegekben, részben a gerincagy szakaszán eredő gerincvelői idegekben lépnek ki.

Hatásuk:

- paraszimpatikus

átkapcs. helye: zsigeri szervek falában lévő idegdúcban
pupilla szűkül
szívritkítás
vázizmok, agy erei szűkülnek
hőrgcsövek szűkülnek
emésztés fokozódik, bélperisztaltika erősebb
vércukor csökken
nyálmiválasztás és verejtékezés fokozódik (ez a sz. és parasz. szabályozásban egyforma!)
transzmittere az acetilkolin

- szimpatikus

átkapcsolás helye: mindig szimpatikus dúcokban (a gerincvelő kétoldalán dúcokban helyezkednek el)
pupilla tágul
szívritkítás
vázizmok, agy erei tágulnak
hőrgcsövek tágulnak
emésztés, bélperisztaltika lassul
vércukor emelkedik
nyálmiválasztás és verejtékezés fokozódik (ez a sz. és parasz. szabályozásban egyforma!)
transzmittere: adrenalin, noradrenalin (mellékvesével hormonok)
a szimpatikus hatás és a mellékvesével hormonhatása megegyezik
fokozódik a transzmitter ürítés és a mellékvesével hormontermelése
ez a két hatás nem választható el egymástól, ezért egységesen szimpatiko-adrenális rendszernek nevezzük

Táplálkozás szabályozása

A táplálék felvételét, emésztését, felszívódását és a salakanyagok ürítését a vegetatív idegrendszeri központok és az emésztő rendszerben termelő szöveti hormonok szabályozzák.

Tápanyag felvétel: éhségérzet váltja ki. Oka a vércukorszint csökkenése, és a gyomor feszülési állapotát érzékelő receptorok működése (a mechanikai receptorok érzékelik a gyomorfalizmok

ernyedését, és jelzik ezt a hipotalamusz érz központja felé). A táplálék szájba kerülése fokozza a nyáleválasztást és a gyomornedv termelését. A nyáleválasztás feltételes inger hatására is megindulhat (pl. embernél elég ételre gondolni).

A nyelés összetett folyamat, központja a nyúltagy. Első fázisa akaratlagos beidegzés (a nyelv és a garatizmok a táplálékot a nyelvcsőbe tolják).

A gyomor továbbító (perisztaltikus) mozgását a X. agyideg paraszimpatikus rostjai serkentik. A táplálék gyomorba kerülésekor a gyomornedv-elválasztás tovább fokozódik, ezt részben hormonális (a gyomorfal sejtjei által termelt gasztrin hatására – serkenti az epetermelést és ürítést, a hasnyálmirigy enzimek termelését és a vékonybél perisztaltikát), részben a X. agyideg hatása.

A táplálék patkóbélbe kerülésekor az enterogasztrin termelése indul el, mely gátolja a gasztrin hatását. A vékonybél szabályozásának idegi útja a X. agyideg és a gerincvelő mellkasi tájának szimpatikus rostjain keresztül történik.

A vastagbél paraszimpatikus rostjai a gerincvelő ágyéki szakaszából indulnak. A székletürítés paraszimpatikus hatásra következik be, de kérgi befolyás alatt áll, ezért befolyásolni tudjuk. A táplálékfelvételt legfelsőbb szinten a hipotalamusz középső részén elhelyezkedő jóllakottság-központ befolyásolja, mellette helyezkedik el az éhségközpont. Mindkét központ az agykéreg befolyása alatt áll.

Légzés szabályozása

Reflexes folyamat, központjai a nyúltvelőben és a hídban találhatók. A belégzést a vér kémiai összetételének változása indítja meg (CO₂ szint emelkedik, O₂ szint csökken). A vér CO₂ szintjének emelkedése közvetlenül ingerli a nyúltvelő belégzés központját, az O₂ szint csökkenése pedig az aortaív falában lévő kémiai receptorokat.

Nyúltvelői kilégzés központ: a tüdő hólyagocskák falában lévő mechanikai receptortól kap folyamatos információt. Ha a hólyag falának feszülése egy bizonyos érték fölé emelkedik, akkor a kilégzés központ gátolja a belégzés központ működését, és megtörténik a kilégzés.

Híd: légzés központjai a be- és kilégzés rendezettségét, szabályos ritmusát biztosítják.

Keringés szabályozása

az idegrendszer és a hormonális rendszer együttesen szabályozza a szív és a keringési rendszer működését.

Szív: saját ingerületkeltő és vezető rendszere van, a működést befolyásoló hatások ezen keresztül érkeznek.

A reflexes szabályozás receptorai az aortaív és a nyaki verőér elágazásának területén vannak.

Mechanikai receptorai a vérnyomás változásáról küldenek információt, a kémiai receptorai pedig a vér oxigén tartalmát érzékelik.

Afferens rostjai a IX. és X. agyideg alkotói.

Nyúltvelői központban érszűkítő (vérnyomást emeli) és értágító (vérnyomást csökkenti) neuroncsoportok találhatók.

Efferens rostok részben a X. agyideg paraszimpatikus rostjai, részben a háti gerincvelői szimpatikus rostjai. A szimpatikus axonok közvetlen hatással vannak a szív saját ingerképző rendszerére: fokozzák az ingerelhetőséget, és a percenkénti összehúzódások számát. (ellentétben a X. agyideggel).

Kiválasztás szabályozása

A szervezetben található folyadékok koncentrációja állandó, ennek biztosítása els sorban a hormonrendszer feladata. Ha az ozmotikus koncentráció nő, a hipotalamusz nagysejtes idegmagjai által termelt vazopresszin (antidiuretikus hormon) szintje emelkedik a vérben, és a vesecsatornácskákba fokozódik a vízvisszaszívás. A Na ionok meg rzését az aldoszteron (mellékvesekéreg hormon) szintjének emelkedése biztosítja.

A vese idegi szabályozása kis jelent ség . A X. agyideg a vese kis artériáinak vérnyomás-változtatásával tudja befolyásolni a vizelet mennyiségét.

H szabályozás

a h felvételt, h termelést és h leadást szabályozza a bels állandóság érdekében. Az ember testh mérséklete 36,5-36,8 C fok között változik.

Központja a hipotalamusz, ahol a h mérséklet érzékel receptorok találhatók, melyek a test bels h mérsékletét érzékelik. Ide érkeznek a b r receptorainak információi is.

A h t központ a paraszimpatikus hatás legfels bb központja, a f t központ pedig a szimpatikus hatás legfels bb központja.

● Magasabbrend idegm ködések

TANULÁS

A viselkedés tartós megváltozása, mely az észlelésben, cselekedetekben, érzelmekben és gondolkodásban jelenik meg.

Az idegrendszerben megváltoznak a fentiekért felel s neuronkörös, és maradandó szinaptikus változás következik be.

MEMÓRIA (emlékezet)

az új szinaptikus kapcsolat által meg rzött változás, mely ismét el hívható.

Tanulás formái:

- klasszikus kondicionálás (semleges ingert követ egy feltétlen inger, mely feltétlen reakciót vált ki; többszörös ismétlés után a semleges inger feltételes ingerré válik, és önmagában is kiváltja a feltétlen reakciót) pl. Pavlov kutyája
- operáns kondicionálás (egy spontán mozgásminta meger sítést kap, a mozgásaktivitás egy elemét társítják meger sítéssel) pl. éhes kutya véletlenül megnyom egy pedált, és ételhez jut, akkor megismétli a számára hasznos mozgást
- észlelési tanulás (az érz asszociációs kérgen belül változnak meg a szinaptikus kapcsolatok, központja az agykéreg halantéklebenyének alsó része)
- kontextuális v. relációs tanulás (a tanulás legbonyolultabb formája: a tárgy felismerése számos észlelés kölcsönhatása útján történik) pl. egy ember alakját fel tudjuk idézni, ha halljuk a hangját

BESZÉD ÉS TUDAT

A beszédképesség egyedülállóan emberi tulajdonság.

Központja a nagyagy bal féltekéjében található

- Mozgatóközpont a homloklebeny elüls részében helyezkedik el, ha sérül, akkor az egyén a beszédképességét elveszti, de érti

- Beszédértés központja a bal agyféltekében, a mozgatóközponttól hátrább van.

A beszédcentrum nagy területe miatt a két agyfélteke között asszimetria figyelhető meg. Vizsgálatok szerint ez az asszimetria jelentős. A jobb agyfélteke nem rendelkezik a tudat képességével. Az emberi „én” felismerésének képességét csak a bal agyfélteke hordozza. Ebből következtetni lehet a beszéd és a tudat szoros kapcsolatára.

TK: Dr. Berend M. - Gömöry A. - Szerényi G.: Biológia III-IV.