



# KANDIAKATEMIA

KANDIKLINIKKA

KANDIT VASTAAVAT

HERMOSTON SENSORISET, AUTONOMISET

JA MOTORISET TOIMINNOT

## SENSORISET TOIMINNOT

### Aistiradat

Reseptoreista keskushermostoon kulkevia hermoratoja kutsutaan aistiradoiksi (sensoriset hermoradat). Neuroniketjuun kuuluu primaarinen sensorinen neuronit, johon liittyy synapsien välityksellä seuraavat neuronit. Aistiradat kuljettavat erilaisten aistiärsykkeiden reseptoreihin johtamaa informaatiota keskushermostoon. Tämä on afferentti eli tuova hermorata. Sensoriset syyt tulevat takajuuren kautta takasarveen kuten ihosta, lihaksista, jänteistä ja sisäelimestä. Aistiradat risteytyvät vasemmalta oikealle ja päinvastoin, niin että vasen aivopuolisko saa tietoa elimistön oikean puolen reseptoreista ja päinvastoin. Pieni osa kuulorataa, puolet näköradasta ja suurin osa hajurataa ei risteä.

Aistien välittämä tieto muuttuu paljon matkalla reseptoreista keskushermostoon. Impulssivirran kulkiessa siihen vaikuttavat myös muidenkin hermosolujen välittämät impulssit. Matkan varrella alkaneet impulssit voivat aiheuttaa aistimuksia esim. amputoidun jalan haamukivut. Talamukseen ja isoaiukuorelle menevien sensoristen ratojen toiminta johtaa tietoisien aistimusten syntyyn. Suuri osa impulsseista jää aistimatta kuten ihon tottuminen vaatteiden kostetukseen päivän mittaan.

Erikoistuneet eli spesifiset aistiradat kulkevat mahdollisimman lyhyttä (vähän synapseja) reittiä keskushermostoon. Ne kuljettavat vain tiettyjä aistimuksia esim. haju, näkö ja tunto ja päätyvät tietyille aivokuorialueille. Muut paitsi hajurata kulkevat väliaivoissa sijaitsevan talamuksen kautta. Talamus sisältää suuren määrän aisti- ja liikeratajärjestelmiä muokkaavia hermosolukertymiä. Rungas synaptiset radat ovat epäspesifisiä ratoja, joista informaatio leviää laajalle alueelle aivoissa.

Talamuksesta spesifiset aistiradat johtavat kunkin aistin primaariseen aivokuorialueeseen. Projektioalueiden laajuus kuorialueessa kuvastaa aistimusten tarkkuutta. Niinpä esim. kasvoissa, huulissa tai kämmenissä, joissa on paljon reseptoreita ovat laajat alueet isoavokuorella. Sekundaariset sensoriset aivokuorialueet ovat lähellä primaarisia alueita ja osallistuvat tiedon yhdistämiseen.

Sensorisiin toimintoihin kuuluvat esim. näkö, kuulo, tunto ja haju. Potilaan sensorisia toimintoja testataan kukin erikseen. Kipu ja lämpöradat risteävät heti tultuaan perifeeristä hermoa selkäyttimeen, jonka vuoksi toispuolinen selkäydinvaurio aiheuttaa vaurion puoleisiin raajoihin motorisen halvauksen ja kosketus-, värinä ja asentotunnon puutoksen mutta vastakkaiseen raajaan kipu ja lämpötunnon puutoksen. Lämpötuntoa voi kokeilla koskettamalla potilaan ihoa vuoronperään kylmällä ja kuumalla lasiputkella ja kysymällä, tuntuuko kylmä tai kuuma. Kiputuntoa voidaan testata pistelemällä terävällä esineellä ja kysymällä, tunteeke potilas kipua. Kivun tai lämpötunnon puute esimerkiksi vasemmassa jalassa tarkoittaa kertoo siis oikeanpuoleisesta selkäydinvauriosta Värinä- ja asentotuntoradat risteää vastakkaiselle puolelle vasta aivorungossa ja siksi toispuoleisessa selkäydinvauriossa värinätunto häviää samanpuoleisesta raajasta toisin kuin kipu- ja lämpöratojen vaurioissa! Värinätunto tutkitaan ääniraudan avulla aloittaen alaraajoista isovarpaan päästä. Jos potilas ei aisti rautaa, siirretään se nilkkaan ja vielä ylemmäs kunnes potilas aistii sen. Kosketustuntoa testataan vanutupon avulla liikuttamalla sitä pitkin potilaan ihoa. Kuuloa testataan esim. rinnerin ja weberin kokeella. Rinnerin kokeessa äänirauta laitetaan soimaan ja asetetaan korvan eteen, jonka jälkeen se painetaan korvan taakse olevaan luuhun kiinni. Potilaalta kysytään, kummasta korvasta ääni kuuluu paremmin. Kokeen päätteeksi rauta laitetaan

soimaan keskelle otsaa tai päälakea ja potilaalta kysytään kuuluuko ääni keskeltä päätä vai toisesta korvasta (Weberin koe).

## **AUTONOMISET TOIMINNOT**

Autonomisen hermoston toimintoja ei voida normaalisti säädellä. Se osallistuu esim. verenpaineen ja kehon lämpötilan säätelyyn. Autonominen hermosto jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Sympatikus toimii yhtäkkisissä kriisitilanteissa, esimerkiksi pelästyttäessä tai suututtaessa. Tällöin muun muassa sydämen syke nopeutuu vilkastuttaen verenkiertoa, hengitystiet avautuvat ja hien erityis lisääntyy. Sympatikus osallistuu myös moniin ”normaalitoimintoihin” kuten kehon lämpötilan säätelyyn. Parasympaattinen hermosto vaikuttaa usein päinvastoin kuin sympaattinen hermosto muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Se toimii vilkkaasti nukkuessa, levätessä ja ruokaa sulattaessa, muun muassa hidastamalla sykettä ja nopeuttamalla ruoansulatuskanavan toimintaa.

Motorisissa toiminnoissa ihmisellä on poikkijuovaisia lihaksia, joita hän ei ole koskaan oppinut käyttämään tahdonalaisesti kuten välikorvan pikkulihakset. Ihmisellä on myös lihaksia, jota säätelemme vain harvoin kuten hengityslihakset. Tahdonalaisuus ei koske liikkeiden yksityiskohtia. Emme voi esim. säädellä kaikkia lihaksia, jotka osallistuvat tahdonalaiseen toimintaan kuten käden nostoon. Myös monet alun perin keskittymistä vaativat toiminnot muuttuvat automaattisiksi kuten pyörällä ajo.

Potilaan autonomisia toimintoja voidaan tarkastella tutkimalla esim. mustuaisen supistumista, ihon väriä, pulssin ja verenpaineen muutoksia ylös noustessa ja syki- ja kyyneleritystä. Näitä kliinisiä kokeita käsitellään tarkemmin kurssilla.

## **MOTORISET TOIMINNOT**

Ihmisen lihaksia hermottavat alfamotoneuronit. Motoriset syyt lähtevät etusarvesta etujuureen tai harmaan aineen kautta (efferentti hermorata). Motorisia syitä kulkee mm. luustolihasiin, sileään lihaskudokseen sekä rauhasiin. Aivoissa voidaan erottaa kolme toisiinsa vaikuttavaa säätelyjärjestelmää: kortikospinaalirata ja kortikobulbaarirata, muut motoriset radat ja pikkuaivot.

### **Lihasheijasteet:**

Lihasheijaste on yksinkertainen lihastoiminta, joka toistuu aina samanlaisena. Se on nopea ja automaattinen. Tavalliset refleksit vaikuttavat poikkijuovaiseen lihaksistoon. Ne ovat lihastoiminnan muutoksia, jotka aiheutuvat tietyistä ärsykkeistä, jotka alfamotoneuronina pitkin kulkevat lihakseen ja saavat sen supistumaan. Impulssien kulkureitti on heijastekaari. Mosynaptiseen heijastekaareen kuuluu sensorinen neuroni, synapsi ja alfamotoneuroni (kyseessä on siis heijaste kahden solun välillä!). Polysynaptisessa heijastekaareessa välissä on välineuroneita. Lihasheijasteet voidaan jakaa venytys-, suoja-, iho-, asentoheijasteisiin sekä imeväisiän heijasteisiin.

**Heijastekaaren toiminta:**

1. aistinelimet: ärsytys, joka laukaisee heijasteen
2. sensoriset hermosyyt
3. refleksikeskus selkäytimessä tai aivoissa
4. motoneuronit
5. lihas- tai rauhassolut

Venytysheijaste on monosynaptinen heijaste, jossa välittäjäaine on glutamaatti. Se on suojaheijaste. Lihaksen venyessä lihaskäämi lähettää impulssin selkäyttimeen. Siellä sensoristen neuronien aksoneilla on synapsit motoristen neuronien kanssa, jotka lähettävät supistumiskäskyjä lihakseen. Venytysheijasteisiin kuuluu mm. akillesheijaste ja polviheijaste.

Asentoheijasteet osallistuvat asennon ja tasapainon ylläpitämiseen. Ne perustuvat mm. silmistä, proprioseptoreista ja asentoreseptoreista tuleviin viesteihin.

Ihoheijasteet perustuvat ihon reseptoreiden ärsytykseen. Ihoheijasteita ovat mm. Cremaster, Babinski ja vatsaheijasteet. Cremaster heijasteessa kiveksen kohottajalihas supistuu kun esinettä vedetään pitkin vatsan alaosan tai reiden sisäisivunihoa. Babinskin heijastetta tutkittaessa tylpällä esineellä vedetään jalkapohjaa pitkin kantapäästä varpaita kohti. Babinskin heijaste on positiivinen kun isovarvas kääntyy ylöspäin. Positiivinen babinski on normaalia vain alle 1v. lapsella.

**Kortikospinaali ja kortikobulbaarirata:**

Kortikospinaaliradan aksonit alkavat isoaivokuoresta ja jatkuvat ilman välisynapseja selkäyttimeen ja aivorunkoon, jossa ne muodostavat synapseja alfamotoneuroneiden kanssa tai aivorunkoon. Niiden toiminta liittyy tarkkoihin tahdonalaisiin liikkeisiin. Kortikospinaalirataan liittyy kortikobulbaarirata, jonka aksonit päättyvät aivorungon aivohermojen tumakkeisiin. Se ohjaa aivohermojen eikä selkäytimen hermojen motorisia toimintoja.

Pyramidiradan eli kortikospinaalijärjestelmän vauriossa vika on jossain kohtaa tahdonalaisia liikkeitä aikaansaavaa hermorataa. Tutkimuksena esimerkiksi asennon testaus. Pyramidivaurio saa aikaan spastisen pareesin (halvauksen). Jalan pareesi tulee esiin kun tutkija työntää sivulta toisen kämmenen tutkittavan reiden ja toisen tutkittavan säären alle ja nostaa pareettista raajaan suorana 45 asteen kulmaan. Sitten tutkija päästää otteensa edelleen kannattaen reittä, jolloin sääri retkahtaa. Mikäli spastisuutta on, liike ei tapahdu yhtäjaksoisesti vaan nytkähdellen.

**Muut liikeradat:**

Motorisen kuorialueen, kortikospinaaliradan ja kortikobulbaariradan ohella liikkeiden säätelyyn liikkeiden säätelyyn osallistuvia ratoja voidaan sanoja ekstrapyramidaaliradoiksi. Aivorungon alueella motoriseen säätelyyn osallistuvat tasapainohermotumakkeet, aivoverkosto ja keskiaivojen punatumake ja mustatumake. Radat kulkevat aivorungon ja selkäytimen gammamotoneuroneihin ja välineuroneihin. Nämä radat osallistuvat tasapainoheijasteen ja muiden heijasteiden säätelyyn ja lihastonuksen ylläpitoon sekä myötäliikkeiden ja kokonaisten liikesarjojen aikaansaamiseen.

Estrapyramidaaliradan vaurioissa löydöksinä on jäykkyys, hypokinesia (lihasten heikkous/hidasliikkeisyys) ja hyperkinesia (hypokinesian vastakohta eli lihasvilkkkaus). Jäykkyyttä voidaan testata kokeella, jossa tutkija laittaa käden tutkittavan takaraivon alle ja kohottaa päätä. Päästäessään irti pään pitäisi laskeutua rennosti. Jos jäykkyyttä on, pään putoaminen alas on hidasta kuten Parkinsonin taudissa.

### **Pikkuaivot:**

Pikkuaivoihin tulee runsaasti hermoratoja esim. lihaskääreistä, sisäkorvan asento- ja liikereseptoreista, kuulo- ja näköreseptoreista ja kaikista aivojen motorisista alueista. Pikkuaivojen keskeinen tehtävä on koordinoita lihasliikkeitä ja liikesarjoja. Pikkuaivot sovittavat yhteen eri lihasten toimintaa siten, että liikkeistä tulee tarkkoja ja tilanteeseen sopivia.

Potilaan pikkuaivoja voidaan tutkia tarkkailemalla esiintyykö ataksiaa. Tutkittavaa pyydetään kävelemään suoraan niin, että kantapää osuu aina toisen jalan varpasiin. Horjahtelu ja sivuaskeleet ovat poikkeava löydös. Tutkittavan tehdessä vastakkaisia ruuvausliikkeitä käsillään voidaan tutkia pikkuaivojen mahdollista vauriota. Testi kertoo vauriosta mikäli agonistin ja antagonistin käyttö vuoron perään on vaikeata eli potilas ei siis kykene pyörittämään käsiä edestakaisin jouhevasti.