



OPPIMISEN BIOLOGIAA JA KEMIAA

Professori Synnöve Carlson, Biolääketieteen laitos

Esityksessäni kerron, miten aivotutkimus on kartuttanut tietoa siitä, mitä aivoissa tapahtuu oppimisen seurauksena. Kantava ajatus esityksessä on aivojen muovautumiskyky – kyky sopeutua muutokseen ja tuottaa olemassa olevasta tilanteesta paras mahdollinen tulos. Harjoitus ja oppiminen muovaavat niin aivojen rakennetta kuin toimintaakin.

1. **Aivojen tutkimusmenetelmistä.** Positroniemissiotomografia (PET) antaa tietoa aivojen toiminnasta ja mm. välittäjäainejärjestelmistä. Aivojen magneettiresonanssi-kuvauksella saadaan tietoa aivojen rakenteesta, hermoradoista ja toiminnasta.
2. **Aivot ovat muovautumiskykyiset.** Aivoilla on ominaisuuksia, jotka tekevät meistä optimaalisen oppijan. Lapsen kehittyvät aivot käyvät läpi valtavan muovautumisprosessin. Aivojen voimakas muovautumiskyky luo pohjan lapsen oppimiskyvylle.
3. **Vanhenevatkin aivot ovat muutoksen kourissa.** Hermosolut vähenevät ja aivojen harmaa aine ohenee. Myös valkea aine, jossa hermoradat kulkevat, vähenee. Vaikka tietyt muutokset ovat samansuuntaisia kuin kehittyvillä aivoilla, niiden taustalla olevat mekanismit lapsilla ja ikääntyvillä ovat osittain erilaiset.
4. **Aivot muovautuvat olosuhteiden mukaan.** Esimerkkinä varhainen sokeus, joka muovaava aivoja voimakkaasti. Ne aivoalueet, jotka näkevällä käsittelevät näkö tietoa, alkavat sokealla käsitellä tunto- ja kuulotietoa.
5. Tällä vuosituhannella on todettu usein: **Oppia ikä kaikki!** Onko näin? Tutkimukset osoittavat, että harjoitus parantaa niin nuorten kuin iäkkäiden suoriutumista. Mitä aivoissa tapahtuu harjoittelun seurauksena?
6. **Harjoitus muovaava aivojen rakennetta.** Monet tutkimukset ovat viime vuosina osoittaneet, että harjoitus ja sen seurauksena tapahtuva oppiminen muovaavat aivojen rakennetta. Aivojen kuvantamismenetelmiä käyttäen on osoitettu, että harjoittelun seurauksena aivokuori (aivojen harmaa aine) paksuuntuu ja myös hermoradoissa (aivojen valkeassa aineessa) tapahtuu vahvistumista. Hiirikokeilla on osoitettu, että hermosoluihin syntyy harjoituksen seurauksena uusia ulokkeita, jotka voivat muodostaa uusia hermosolujen välisiä yhteyksiä.

7. **Muovaako harjoitus myös ikääntyvien aivojen rakennetta?** Ikääntyvissä aivoissa ei tapahdu yhtä voimakkaita muutoksia kuin nuoremmassa aivoissa, mutta harjoitus saattaa vähentää ikääntymisen vaikutuksia aivoissa. Harjoittelun vaikutuksista ikääntyneisiin aivoihin on kuitenkin vielä vähän tietoa.
8. **Harjoitus tehostaa myös aivojen toimintaa (aktivaatiota) ja kemiallista välitystä.** Aivan uusimmat tutkimukset osoittavat, että esimerkiksi työmuistin harjoittaminen lisää aivojen välittäjäaineiden (dopamiinia, joka yksi aivojen välittäjäaineista) vapautumista.
9. **Yhteenveto:** Aivot ovat muovautumiskykyiset ja alati muuttuvalaiset. Oppiminen muovaa aivojen rakenteita ja toimintaa niin nuorilla kuin iäkkäillä. Laiskuus ei kannata – harjoittelulla saavutettu etu ei välttämättä ole pysyvä.

Muutamia viitteitä:

Carlson S, Martinkauppi S, Rämä P, Salli E, Korvenoja A, Aronen HJ. [Distribution of cortical activation during visuospatial n-back tasks as revealed by functional magnetic resonance imaging](#). Cerebral Cortex. 8:743-752, 1998.

Renier LA, Anurova I, De Volder AG, Carlson S, VanMeter J, Rauschecker JP. [Pre-served functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind](#). Neuron 68:138-48, 2010.

Zatorre RJ, Fields RD, Johansen-Berg H: Plasticity in gray and white: neuroimaging changes in brain structure during learning. Nature Neuroscience 15:528, 2012.

Studia Generalia -tilaisuudet videoidaan. Niitä voi seurata internetissä sekä suorina lähetyksinä että tallenteina osoitteessa www.helsinki.fi/videot.

Yleisökeskusteluun voi osallistua myös Twitterissä (#studiageneralia) ja tekstiviestitse (p. 050-415 4892). Viestit luetaan tilaisuudessa mahdollisuuksien mukaan. Tilaisuuden jälkeen keskustelua voi jatkaa Studia Generalia -blogissa osoitteessa: <http://blogs.helsinki.fi/studiageneralia>

Luentosarjan on suunnitellut Helsingin yliopiston Studia Generalia -toiminnan tieteellinen ohjausryhmä ja sen toteuttaa Helsingin yliopiston Avoin yliopisto yhteistyössä Unigrafian ja Helsingin yliopiston Tietotekniikkakeskuksen kanssa.

Lisätietoa: www.helsinki.fi/avoin/studiageneralia

MUSIIKKI MUOKKAA JA HOITAA AIVOJA

Tutkijatohtori Teppo Särkämö, PsT

Kognitiivisen aivotutkimuksen yksikkö, Käyttäytymistieteiden laitos, Helsingin yliopisto ja Monitieteisen musiikintutkimuksen huippuyksikkö, Jyväskylän yliopisto

Kuten puhekielikin, on musiikki ollut kautta aikain osa jokaista tunnettua ihmiskulttuuria ja sen juuret ovat syvällä meissä ja aivoissamme. Musiikista on muodostunut suosittu ajanviete ja harrastus, jonka avulla säädellään omaa tunne- ja viireystilaa, koetaan luovuutta ja esteettistä nautintoa sekä ollaan vuorovaikutuksessa muiden kanssa. Samalla kiinnostus musiikin alkuperään, aivoperustaan sekä käyttöön hyvinvoinnin, oppimisen ja kuntoutuksen edistämisessä on lisääntynyt. Aivokuvantamismenetelmien, kuten elektro- ja magnetoenkefalografian (EEG, MEG), toiminnallisen magneettikuvauksen (fMRI) ja positroniemissiotomografian (PET), kehittymisen sekä kliinisten tutkimusten lisääntymisen myötä alamme nyt ymmärtää tarkemmin, miten musiikki vaikuttaa aivoihimme ja miten sitä voidaan hyödyntää neurologisessa kuntoutuksessa.

Neurologiassa on tiedetty jo 1800-luvun lopulta, että vaurio aivoissa voi saada aikaan pysyvän ja vakavan häiriön musiikin havaitsemisessa tai tuottamisessa eli *amusian*. Useimmiten amusian taustalla on vaurio etenkin oikean aivopuoliskon ohimolohkolla tai otsalohkon alaosassa. Terveissä aivoissa musiikin käsittelyyn osallistuu hyvin laaja, molemmille aivopuoliskoille levittyvä ja useista ohimo-, otsa- ja päälakilohkojen alueista sekä syvistä limbisistä aivoalueista koostuva hermoverkosto. Musiikin akustisten piirteiden ja rakenteen käsittelyn ohella tämä verkosto säätelee useita kognitiivisia toimintoja, kuten tarkkaavaisuutta ja muistia, sekä motoriikkaa ja emotioita. Musiikki on siis aivoille hyvin kompleksinen ja monipuolinen virike.

Musiikki voi myös muokata aivoja. Eläintutkimuksissa on saatu näyttöä, että virikkeellinen, stimuloiva ääniympäristö voi tehostaa oppimista ja muistia sekä saada aikaan useita rakenteellisia neuroplastisia muutoksia mm. kuuloaivokuorella ja hippokampusseissa. Musiikin pitkäaikainen harjoittelu lapsuudessa puolestaan muokkaa useiden aivoalueiden, kuten ohimolohkon yläosan, motorisen aivokuoren ja otsalohkon alaosan, rakennetta ja toimintaa sekä alueita yhdistäviä hermoratoja. Samalla musiikin harrastaminen on hyödyllistä useiden kognitiivisten toimintojen, kuten toiminnanohjauksen, päättelyn, muistin ja kielellisten kykyjen, kehitykselle. Vanhuusiällä musiikin harrastaminen voi puolestaan ylläpitää psyykkistä hyvinvointia ja kognitiivista toimintakykyä.

Musiikkia voidaan hyödyntää myös neurologisessa kuntoutuksessa. Aivohalvauspotilailla musiikkipohjaisia kuntoutusmenetelmiä, joissa hyödynnetään musiikin rytmiä, melodiaa ja tunnevaikutusta, on menestyksekkäästi käytetty motoriikan ja puheen

kuntoutuksessa sekä myös mielialan hoidossa. Dementiasairauksissa, kuten Alzheimerin taudissa, musiikin emotionaalinen ja kognitiivinen vaikutus säilyy usein pitkään taudin edetessä ja kognitiivisen oirekuvan vaikeutuessa. Musiikkiterapian avulla voidaan lieventää muistisairaiden neuropsykiatrisia oireita, kuten ahdistuneisuutta ja masentuneisuutta, mutta tietoa niiden kognitiivisista vaikutuksista muistisairaille on vähemmän.

Entä onko jokapäiväisistä, itse tehtävistä musiikkiaktiviteeteista tai -harrastuksista, kuten musiikin kuuntelusta tai laulamisesta, hyötyä neurologiselle kuntoutumiselle? Kysymys on tärkeä, sillä monet vanhenemiseen liittyvät neurologiset sairaudet, etenkin muistisairaudet, ovat yleistymässä voimakkaasti väestön ikääntymisen myötä. Omat tutkimuksemme ovat ensinnäkin osoittaneet, että päivittäinen oman mielimusii-kin kuuntelu voi parantaa muistin ja tarkkaavaisuuden kuntoutumista, ehkäistä masentuneisuutta ja sekavuutta sekä tehostaa aivojen toipumista ensimmäisten aivohalvauksen jälkeisten kuukausien aikana. Toisessa hankkeessa tutkittiin musiikki- valmennuksen, jossa muistisairaana omaista tai hoitajaa opastetaan käyttämään joko laulamista tai musiikin kuuntelua osana päivittäistä hoitoa, vaikutusta lievää tai keski- vaikeaa dementiaa sairastavien henkilöiden ja heidän omaistensa hyvinvointiin. Säännöllisellä laulamisella ja musiikin kuuntelulla havaittiin olevan positiivinen vaikutus muistisairaiden mielialaan sekä tarkkaavaisuuteen, toiminnanohjaukseen ja yleiseen kognitiiviseen toimintakykyyn. Laulaminen lisäksi kohensi muistisairaiden työ- muistia sekä omaisten psyykkistä hyvinvointia ja jaksamista. Yhdessä tutkimusten tulokset osoittavat, että itse tehtävät säännölliset musiikkiaktiviteetit voivat olla hyö- dyllinen lisä neurologiseen kuntoutukseen.

Studia Generalia -tilaisuudet videoidaan. Niitä voi seurata internetissä sekä suorina lähetyksinä että tallenteina osoitteessa www.helsinki.fi/videot.

Yleisökeskusteluun voi osallistua myös Twitterissä (#studiageneralia) ja tekstiviestitse (p. 050-415 4892). Viestit luetaan tilaisuudessa mahdollisuuksien mukaan. Tilai- suuden jälkeen keskustelua voi jatkaa Studia Generalia -blogissa osoitteessa: <http://blogs.helsinki.fi/studiageneralia>

Luentosarjan on suunnitellut Helsingin yliopiston Studia Generalia -toiminnan tieteel- linen ohjausryhmä ja sen toteuttaa Helsingin yliopiston Avoin yliopisto yhteistyössä Unigrafian ja Helsingin yliopiston Tietotekniikkakeskuksen kanssa.

Lisätietoa: www.helsinki.fi/avoin/studiageneralia

Tervetuloa!