

Laulajan muisti

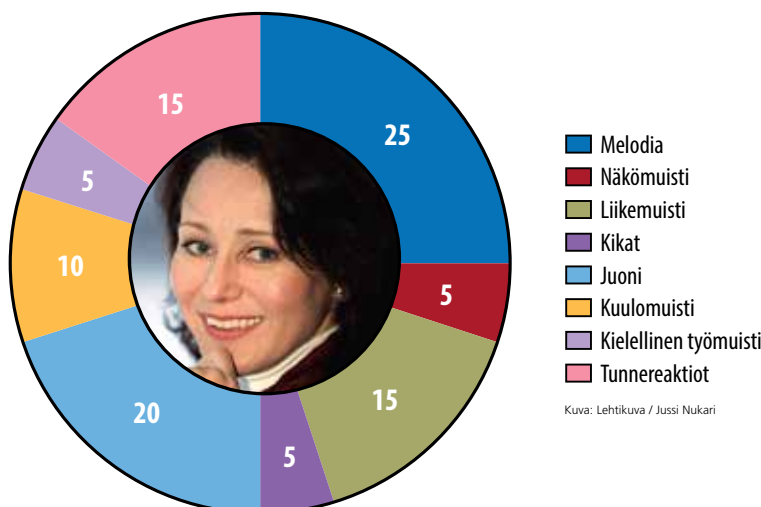
Muistijälkien mystinen lukitus

Leslie Lemken elämä alkoi karusti. Hän syntyi CP-vammaisena, silmät amputoitiin glaukooman takia ja äidin hylättyä hänet edessä oli adoptio. Alkuun kehitystäkään ei tapahtunut: Leslie ei äänellyt, liikkunut spontaanisti tai osoittanut mitään tunteita 7-vuotiaaksi asti. Hän oppi seisomaan vasta 12-vuotiaana ja kävelemään 15-vuotiaana. 16-vuotiaana hän eräänä yönä ällistyi kasvatusvanhempansa perin juurin soittamalla Tšaikovskin piano-konsertton numero 1, jonka hän oli kuullut televisiosta vain kertaalleen edellisellä viikolla. Hän ei ollut saanut minkäänlaista musiikin-opetusta. Osaamatta puhua edes kasvatusvanhemmilleen hän oppi laulamaan nuotilleen. Leslie on autistinen savant: ihminen, jolla on ylivertainen kyky omaksua hetkessä valtavia informaatiomääriä – ja myös palauttaa ne so-

vellettavaksi (http://en.wikipedia.org/wiki/Leslie_Lemke).

Absoluuttinen sävelkorvakin edustaa erikoistunutta muistitoimintoa, jollainen Leslien tavoin on arvioitu olevan yhdellä 20:stä autistista ja joka kolmannella savantilla (1). Jonkin tyyppinen aiovamma ja älyllinen kehitysvammaisuus on usein tyyppillistä harvinaislaatuista musikaalista kykyä omaaville savant-ihmisille. He poikkeavat tässä suhteessa musiikin ihmelapsista (prodigy).

Jos Leslie Lemken ja eräitten vastaavien eriskummallisten savantien esimerkki kuvastaa sitä herkkyyttä, jolla melodia ja lyriikka ihmisaivojen muistirakenteisiin passiivisesti talentuvat, niin miksi kummassa se vaatii muilta niin paljon ponnisteluja? Oopperalaulajan kyky muistaa mittavia librettoja ja sanoituksia



KUVA. Laulajan muistin rakentuminen (%). Laulajan muisti rakentuu osatekijöistä, joita on sijoitettu kaavioon merkityksensä mukaan. Osatekijät punoutuvat toisiinsa kudokseksi, jossa kukin osa-alue tukee toistaan ja antaa vihjeitä kappaleen muistamiseen ja tulkintaan. Osatekijöiden merkitys on kullekin laulajalle ominainen, ja tämä arvio edustaa Monica Groopin muistia.

vierailla kielillä herättää ihmetystä, mutta kokeneelle laulajalle se on esiintymisessä miltei ”automaattisin” osa-alue. Harjaantuminen muistin toimintavarmuuteen esitystilanteessa vaatii kuitenkin pitkäkestoisia harjoittelua, toistoja, virittämistä ja erilaisia strategioita. Voimmeko oppia jotakin aivojemme muistikapasiteetista ja sen käytöstä pohdiskelemalla näitä esimerkkejä?

Laulajan aivot

Laulajilla on monissa tutkimuksissa havaittu olevan poikkeuksellisen hyvin kehittynyt kielellinen työmuisti (2). Oopperalaulajien aivo-toiminnasta tehdyissä tutkimuksissa aivojen valkea aine on kompleksisempi, mikä johtuu todennäköisesti ääntämisen motoriikan harjoittelusta (3). Klassisen koulutuksen saaneilla laulajilla on todettu lisääntyneitä aktiivisuutta bilateraalisesti primaarisella tuntoalueella (4). Harjoittelun on havaittu aktivoivan päälaenlohkon inferiorisia osia ja bilateraalisesti dorsolateraalista prefrontaalialuetta. Edistyneillä laulajilla aivokuoren alaisista rakenteista aktivoituivat tyvitumakkeet, talamus ja pikkuaivot. Lauluharjoittelu näyttää myös kehittäneen niitä aivojen kuorikerroksen alueita, jotka vastaavat liikkumiseen liittyvistä toiminnoista ja niiden sensorimotorisesta ohjauksesta, sekä motorista muistia ylläpitäviä isoavojen syviä rakenteita ja pikkuaivojen rakenteita (implicit motor memory areas) (4). Laulajien ja puhtaitten instrumentalistien aivojen kuorikerroksen aktiivisuusprofiilit poikkeavat toisistaan muun muassa siltä osin, että jälkimmäisillä lisääntynyt aktiivisuus sijoittuu esityksen aikaisia liiketoimintoja ohjaaville primaarisen motorisen kuorikerroksen alueille (5). Moderni toiminnallinen magneettikuvaus on mullistanut mahdollisuutemme tutkia sekä performanssin aikaista aivojen aktiivisuutta että harjoittelun tuloksena tapahtuneita, hermokudoksen muovautuvuuden synnyttämiä anatomisia aivomuutoksia. Musikaalinen harjoittelu muuttaa ihmisten tapaa käyttää aivojaan (6).

Melodia avaa muistin lukkoja

Laulaja muistaa melodian pääsääntöisesti helpommin kuin tekstin, ellei sävellys ole tonaalisesti tai rytmillisesti kovin monimutkainen kuten klassisessa nykymusiikissa. Vastakohtina voisivat olla Puccinin oopperamusiikki ja Kaija Saariahon vokaaliteokset. Ensin mainittua jää hyräilemään kotimatalla, kun jälkimmäisistä harvoin tulee ”korvamatoa”.

Kalevala välittyi sukupolvelta toiselle runonlaulajien avulla (kaksipolvinen trokee sekä allitteraatio eli alkusointu), ja poljennollista runomittaa on vastaavasti hyödynnetty muidenkin kansalliseeposten kuten Iliaan ja Odysseian juurruttamisessa muinaiskreikka-laisten muistiin (daktyylinen heksametri). Moni ei muista Beatlesin kappaleiden sanoja kuulematta sävelmää. Musiikin tiedetäänkin aktivoivan muistitirakenteita suoraan, eritoten mediaalista prefrontaalista kuorikerrosta, jonka on koelolosuhteissa havaittu syttyvän

Musikaalinen harjoittelu muuttaa ihmisten tapaa käyttää aivojaan

soitettaessa varhaisen henkilöhistorian kannalta merkityksellisiä kappaleita (7). Alueen aktiivisuus sävelkorkeuden seurannassa (tonality tracking) on kytkeytynyt lateraaliseen prefrontaaliseen sekä posteriorisempiin aivokuoren alueisiin. Samantyyppiset vasteet melodioihin voivat välittää myös laulajalle lyriikkaan liittyviä mielikuvia. Musiikki, rytmi ja runon riimi ovat kuin avain lukkoon, jolla otsalohkon kuorikerrokseen elämän ajan varastoituneet loputtomat muistikuvat voidaan valikoiden päästää tietoisuuteen ja toisaalta pitää kaikki muu piilossa. Savanteilta tämä lukko kenties puuttuu.

Mielenkiintoista kyllä, edellä mainitut aivoalueet säilyvät Alzheimerin taudissa pisimpään toimintakykyisinä, mikä sopiikin edennyttä muistisairautta potevien hämmästyttävään kykyyn nauttia musiikista ja laulaa eläytyen vanhoja tuttuja värssyjä. Tämä askarruttava ilmiö tunnetaan afaattisilla aivohalvauspotilaillakin.

Oppimisen strategiat

Jotta muisti toimisi luotettavasti myös julkisen esittämisen paineessa, musiikkia täytyy harjoitella tuhansin toistoin, jotta se automatisoituu. Samalla esityksen tulisi olla tuore ja spontaani, jotta se vetoaa yleisöön. Aivan niin kuin muutkin muistin ammattilaiset, kokeneet muusikot käyttävät tiettyä muistin hierarkiaa. Uuden kappaleen oppiminen seuraa tiettyä kaavaa. Ensinnä kiinnitetään huomiota **1) perusasioihin**, kuten melodiaan, rytmiin, äänen laatuun, hengitykseen ja artikulaatioon. Laulun perustekniikan harjoittelu ei lopu oikeastaan koskaan, ja se kulkee jatkuvasti muun oppimisen rinnalla. Tämän jälkeen siirrytään seuraavalle tasolle, jolla keskitytään **2) tulkinnallisiin seikkoihin**, esimerkiksi tempoon, dynaamisiin nyansseihin, tekstin käsittelyyn ja vasta tämän jälkeen ollaan valmiita siirtymään **3) ekspressiiviselle tasolle**, jolla ”heittäydytään” ja keskitytään välittämään yleisölle tunteita ja kertomaan tarinaa (8).

Muistin strategiat

Liikemuisti. Laulu- ja puheäänien tuottamiseen tarvitaan yli sadan lihaksen tarkka koordinaatio. Ääntä tuotetaan ja vahvistetaan kokonaan vartalon sisällä ilman suoranaista visuaalista kontrollia lihaksiin. Laulajat joutuvat harjoittelemaan intensiivisesti useita vuosia ennen kuin heidän ääntämiselimistönsä mukautuu klassisen laulutaidon haasteisiin (4). Teknisiä haasteita ovat pitkät hengitysfraasit, vaikeat sävelkulut, isot intervallihyppyt, erityisen korkeat tai matalat äänet ja niissä esiintyvät vaikeat konsonantti- ja vokaaliyhdistelmät sekä nopeat juoksutukset. Toistojen avulla laulajaan juurtuu voimakas kinesteettinen eli liikemuistikuva melodian ja rytmin vaihteluista.

Lihasten koordinaation hallitseminen kulkee auditiivisen ja kinesteettisen toiminnan välisten takaisinkytkentäyhteyksien kautta, kuunnellen ja korjaten. Tuhansilla toistoilla opitaan, miten tuotetaan optimaalista äänenlaatua ja -voimakkuutta rasittamatta ääntä liikaa. Laulajan täytyy pystyä kilpailemaan äänenvoimakkuudessa kokonaisen sinfoniaorkesterin kanssa ilman sähköistä vahvistusta.

Erityisesti oopperoissa näyttämöliikehdintä tukee vahvasti muistia, koska laulettu fraasi voidaan yhdistää tiettyyn liikkeeseen ja asemaan näyttämöllä. Oopperan ohjaaja antaa solistille tarkat suunnat ja toimintaohjeet, jotka paitsi palvelevat kokonaisuutta, myös helpottavat tekstin muistamista. Jotkut laulajat kokevatkin erityisen haastaviksi konserttitilanteet, joissa on muistettava säkeistölauluja ilman näyttämöllistä tukea, kuten liedkonsertissa, jossa lauletaan flyygelin vieressä seisten.

Myös hengitysrytmi auttaa muistamaan sanoja. Sisäänhengitys riittää vain määrätyn ajan, joten tekstiä jäsennellään siten, että hengitys ajoittuu sopiviin kohtiin, esimerkiksi pilkun kohdalle. Kuvallisesti voi syntyä urheilu-suoritusta kuten mäkihyppyä vastaava tilanne, jossa laulajan keho muistaa automaattisesti, mitä asentoja, liikkeitä ja ponnistuksia äänen tuottamiseksi tulee tietyn hengityssyklin aikana tehdä.

Joillakin laulajilla on tapana kirjoittaa teksti paperille, jolloin se piirtyy sekä liike- että näkömuistiin.

Imitointi ja kuulomuisti. Jotkut laulajat nauhoittavat harjoituksiaan kuunnellakseen lauluaan vaikkapa juoksulenkin aikana. Tämä on eräänlaista itsensä imitointia, joka edesauttaa muistamista. Erityisesti vieraskielisten tekstien omaksumisessa imitoinnilla on tärkeä rooli, koska pyritään kielen ääntämisen autenttisuuteen. Vieraskielisen vokaalitekstin nopeasti ulkoa oppiminen on mahdollista esimerkiksi kuuntelemalla levyä. Kuitenkaan pelkällä imitoinnilla ei synny aitoa taiteellista tulkintaa. Musikaalisuuden on kuitenkin todettu olevan yllättävänkin tiiviisti sidoksissa kykyyn imitoida ja omaksua vierasta kieltä (2). Vauvaikäisen kehittyvät aivot ovat viritetyneet äänneiden ja ”äidinkielen” oppimiseen, mikä tapahtuu paljolti tunnereaktioiden ja imitoinnin yhteydessä.

Laulajan tulee pyrkiä siihen, että hän ymmärtäisi vieraalla kielelläkin joka sanan voidakseen kytkeä sanat tunnereaktioihin. Kotimaisten kielten lisäksi englanti ja saksa ovat tärkeitä, mutta ei ole kovin epätavallista, että laulaja tulee toimeen jopa 6–7 kielellä. Italia, ranska ja venäjä ovat saksan lisäksi suuria oop-

perakieliä, mutta myös espanja ja tšekki ovat tärkeitä laulukieliä. Laulaja oppii kieliä muita helpommin (2).

Tunnereaktiot. Tekstin sisällön tarkka analysointi ja ymmärtäminen auttavat muistia, koska näin syntyy kytkös tunnereaktioihin ja omakohtaisiin elämyksiin. Nämä ovat laulajan tärkeimpiä työkaluja. Säveltäjähän on tehnyt sävellyksensä tekstin pohjalta. Laulaja voi pyrkiä kulkemaan eläytymällä tämän polun takaisin tekstiin päin. Laulaja voi myös hyödyntää omia tai roolihenkilön tunteita. Näistä elementeistä syntyy myös tulkinta. Vahvan tunnereaktion sisältävää tekstiä on helpompi kantaa mukanaan kuin abstraktia tai vaikkapa luonnon kuvausta.

Laulun tempoa (nopea tai hidas) ja voimakkuuden nyanseja (forte tai piano) voidaan käyttää ekspressiivisesti tulkitsemaan tekstin tunnesisältöä. Nämä niin sanotut agogiset vaihtelut tukevat myös muistia.

Oma tarina. Tekstiä on helpompi muistaa, jos sen mieltää tarinan kautta. Muistin tueksi on mahdollista kehittää omia mielikuvia tekstin sisällön pohjalta. Moni laulaja kertoo näkevänsä mielessään kuvia tai värejä, jotka liittyvät sisältöön. Muistitoiminnoissa piilee tietty hierarkia, jossa sisältöä pilkkotaan pienempiin osiin ja muodostetaan osista eräänlainen ”ajatuskartta” (mental map) hahmottamaan ennalta kappaleen seuraavia osia (8).

Toiset esiintyjät. Oopperoissa ja näytelmällisissä lauluissa juoni toki kantaa lyriikkaa, mutta näyttelijöiden tavoin laulajat voivat lukea paljon muiden esiintyjien eleistä ja kasvoilta (9). Varsinkin pitkät resitatiiviosuudet ovat haastavia muistin toiminnalle. Ne kuljettavat juonta eteenpäin puhemaisella laulutyyllillä varsinaisen melodian puuttuessa. Aivan kuten näyttelijöidenkin työskentelyssä tietyt kollegojen iskurepliikit eli vuorosanojen loppuosat auttavat muistamaan seuraavaksi laulettavan fraasin.

Enää yksi yö esitykseen

Pitkän intensiivisen harjoitusjakson aikana uni saattaa olla katkonaista. Mielikuvat ja sanonitukset vilistävät silloin herkeämättä mie-

lessä. Tämä kuuluu olennaisesti oppimiseen. Ennen isoa roolia harjoittelu ja sen tuhannet toistot huipentuvat edeltävään yöhön. On vaikea sanoa, nukkuvatko aivot tällöin ylipäätään lainkaan.

Uskotaan, että unella on tärkeä sija hippokampuksen väliaikaisessa muistivarastossa olevien muistijalkien siirtymisessä aivokuorelle. Orto- eli hidasaaltouudessa sähköisen toiminnan hitaat värähtelyt ja unispindelit eli -sukkulat koordinoivat hippokampuksen muistijalkien uudelleenaktivoitua ja -jakautumista neokorteksille. Vilkeuden aikana tapahtuu aivojen plastisia muutoksia välittävien geenien paikallista aktivoitumista, joka välittää uusien hermoyhteyksien (synapsit) muodostumisen kautta muistikuvien pysyvän piirtymisen (konsolidaatio) aivokuorelle (10).

Uskotaan, että vain pieni osa välivarastoiduista muistisisällöistä siirtyy pitkäaikaisvarastointiin, vaikka savantien muistikapasiteetti panee epäilemään tätäkin. Paitsi esitykseen valmistautuvan laulajan, myös tenttiin valmistautuvan on hyödyllistä tietää, että unen on havaittu olevan erityisen tärkeää niiden muistikuvien konsolidaatiossa, joita odotetaan tarvittavan lähitulevaisuudessa. Hidasaaltouuni osallistunee näiden muistikuvien jatkojalostukseen (11).

Kun muisti pettää

Kun pätkä tekstiä katoaakin työmuistista kesken esityksen, pystyy kokenut laulaja laulu kielen ollessa tuttu yleensä taikomaan korvaavia samantyyppisiä sanoja. Voi myös toistaa väärää säkeistöä, vaikka tietääkin, ettei se ole oikea. Kuiskaamisapua saattaa saada kapellimestarilta tai pianistilta. Oopperalavalla kollegakin auttaa, jos muisti hetkellisesti notkahtaa. Oopperaesityksiin on usein palkattu virallinen kuiskaaja ainakin esityskauden alkuvaiheessa. Kuiskaaja auttaa myös vaikeissa musiikillisissa sisääntuloissa. Kerrotaan, että entisaikaan Bulevardin oopperatalossa jotkut laulajat eivät opetelleetkaan huolellisesti tekstejä, kun tottuivat kuulemaan hieman etuajassa kuiskaajalta repliikkien alut. Tiukan paikan tullen on naurettava itselleen ja laulettava kuuluisilla sanoilla ”la-la-la”.



“Figaron hautajaiset”

Aivojen muistirakenteiden kuten hippokampuksen koon suureneminen on tunnettu ilmiö ammatikseen runsaasti muistinvaraista tietoa tarvitsevilla ihmisillä, esimerkiksi Lontoon taksinkuljettajilla. Mutta paitsi hippokampuksen solujen uudismuodostus (neurogeneesi) tai uusien hermoyhteyksien muodostuminen, myös kohdennettu ohjelmoitu solukuolema eli apoptoosi on välttämätöntä uuden oppimiseksi (12). Koiraspuolisilla kanarialinnuilla laulutoimintoja säätelevissä korkeammassa aivokeskuksissa neurogeneesi syntyykin satuvasti vasta neuronien apoptoosin käynnistämänä (13). Nykykäsityksen mukaan vanhojen hermosolujen säännöllisesti toistuva ohjelmoitu kuolema ja korvautuminen uusilla mahdollistaa aiemman laulurepertuaarin unohtamisen ja uuden opettelemisen joka vuosi (14). Vaikka muistisolujen jatkuvaa uusiutumista tapahtuu myös nisäkkäillä (15), eivät oopperalaulajat koskaan kokonaan unohda isoja roolejaan, jotka päivittäin voidaan pienellä harjoittelulla palauttaa vaikka vuosikymmenen takaa. Kappale, joka on opittu hitaasti ja

huolellisesti ja esitetty useamman kerran, palautuu nopeasti mieleen, mutta kiireellä yhtä konserttia varten opetellun kappaleen mieleen palauttaminen vaatii enemmän työtä.

Lopuksi

Tämän artikkelin kirjoittajat edustavat kumpaakin ääripäätä laulujen sanoitusten muistamisessa. Motiivi tai sen puuttuminen selittää aivojemme plastisen kehityksen eriytyksen, mutta kummallakin on eri tulokulmista pakottava syy ymmärtää ja opettaa, miten muistia ylläpidetään huippuvireessä. Laulaja muistaa parhaiten niitä kappaleita, joita on opetellut nuorena ja tunnollisesti ja jotka ovat olleet erityisen motivoivia. Näyttää siltä, että ihmisellä on hämmästyttävä, ”imupaperimainen” potentiaali tallentaa aivoihinsa musiikkiin liittyviä mielikuvia ja sanoituksia, joiden välitön noutaminen uinuvasta tilasta aktiiviseen käyttöön on kuitenkin työlästä ja vaatii monien lukkojen avaamista. Yleisölle keskeistä on, että myös laulutaiteen helmien kuunteleminen avaa mielen lukkoja (16), mutta se onkin sitten kokonaan toinen juttu. ■

PERTTU J. LINDSBERG, professori, osastonylilääkäri
HUS Neurologian klinikka
Molekyylineurologia, tutkimusohjelmayksikkö,
Biomedicum Helsinki
Neurotieteiden osasto, kliininen laitos, Helsingin yliopisto

MONICA GROOP, professori, oopperalaulaja

KIRJALLISUUTTA

1. Sacks O. Musical ability. *Science* 1995; 268:621–2.
2. Christiner M, Reiterer SM. Song and speech: examining the link between singing talent and speech imitation ability. *Front Psychol* 2013;4:874.
3. Halwani GF, Loui P, Rüber T, Schlaug G. Effects of practice and experience on the arcuate fasciculus: comparing singers, instrumentalists, and non-musicians. *Front Psychol* 2011;2:156.
4. Kleber B, Veit R, Birbaumer N, Gruzelier J, Lotze M. The brain of opera singers: experience-dependent changes in functional activation. *Cereb Cortex* 2010;20:1144–52.
5. Lotze M, Scheler G, Tan H-RM, Braun C, Birbaumer N. The musician's brain: functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. *Neuroimage* 2003;20:1817–29.
6. Gaab N, Gaser C, Schlaug G. Improvement-related functional plasticity following pitch memory training. *Neuroimage* 2006;31:255–63.
7. Janata P. The neural architecture of music-evoked autobiographical memories. *Cereb Cortex* 2009;19:2579–94.
8. Chaffin R, Logan T. Practising perfection: How concert soloists prepare for performance. *Adv Cogn Psychol* 2006; 2:113–30.
9. Sarkola T, Meretoja A. Näyttelijän ihmeellinen muisti. *Duodecim* 2011; 127:2513–8.
10. Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci* 2010; 11:114–26.
11. Wilhelm I, Diekelmann S, Molzow I, Ayoub A, Mölle M, Born J. Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *J Neurosci* 2011; 31:1563–9.
12. Dupret D, Fabre A, Döbrössy MD, ym. Spatial learning depends on both the addition and removal of new hippocampal neurons. *PLoS Biol* 2007;5:e214.
13. Scharff C, Kirn JR, Grossman M, Macklis JD, Nottebohm F. Targeted neuronal death affects neuronal replacement and vocal behavior in adult songbirds. *Neuron* 2000;25:481–92.
14. Nottebohm F. Why are some neurons replaced in adult brain? *J Neurosci* 2002;22:624–8.
15. Deng W, Aimone JB, Gage FH. New neurons and new memories: how does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory? *Nat Rev Neurosci* 2010;11:339–50.
16. Baltes FR, Avram J, Miclea M, Miu AC. Emotions induced by operatic music: psychophysiological effects of music, plot, and acting: a scientist's tribute to Maria Callas. *Brain Cogn* 2011;76:146–57.