

RODERIK MRENA

LT, korva-, nenä- ja kurkkutautien erikoislääkäri
Suomen Terveystalo, Jyväskylä
roderik.mrena@terveystalo.com
roderik.mrena@ksshp.fi

JUKKA YLIKOSKI

LKT, korva-, nenä- ja kurkkutautien erikoislääkäri, professori (emeritus)
Helsinki Ear Institute

ANTTI MÄKITIE

professori, osastonylilääkäri
HYKS, operatiivinen tulosityksikkö, pään ja kaulan kirurgia
Helsingin yliopisto, korva-, nenä- ja kurkkutautien klinikka

Aivotutkimuksesta avain tinnituksen hoitoon

- Tinnitusta esiintyy lyhytaikaisesti lähes kaikilla, mutta pitkäkestoisena sitä on noin 10–15 %:lla aikuisväestöstä. Muutamalla prosentilla tinnitus on häiritsevää.
- Oire voi liittyä useisiin eri tiloihin ja sairauksiin, mutta sisäkorvavaurioon ja kuulonheikkenemään liittyvä tinnitus on yleisin muoto.
- Useimmiten tinnituksen syy sijainnee sisäkorvassa, mutta simpukan vaurio on todennäköisesti vain yksi osa monimutkaisessa prosessissa, joka lopulta johtaa tinnitusaistimukseen. Sen syntyy ja ylläpitoon osallistuu myös keskushermosto monimutkaisten hermoyhteyksien ja aktiivisten prosessien kautta.
- Viime aikoina tutkimus on keskittynyt enemmän sentraalisiin mekanismeihin kuin perifeerisiin syihin ja luonut uusia mahdollisuuksia tinnituksen hoidon kehittämiseksi.

Tinnituksella tarkoitetaan ääniaistimusta ilman ulkopuolista äänilähdettä. Tinnitus voidaan jaotella objektiiviseen ja subjektiiviseen tinnitukseen. Subjektiivisen tinnituksen kuulee vain asianomainen itse, mutta objektiivisen tinnituksen voi kuulla myös ulkopuolinen havainnoitsija, esimerkiksi stetoskoopilla korvan läheltä. Tässä katsauksessa keskitytään subjektiiviseen tinnitukseen.

Aineistosta, ikäryhmästä ja määritelmästä riippuen tinnitusta on raportoitu esiintyvän keskimäärin noin 10–15 %:lla aikuisväestöstä. Iäkkäämmistä henkilöistä jopa yli 20 %:lla esiintyy tinnitusta (1). On arvioitu, että Suomessa yli 500 000 henkilöllä esiintyy tinnitusta, ja muutama prosentti heistä kokee sen häiritsevänä.

Kirjallisuudessa on raportoitu tinnituksen liittyvän useisiin eri tiloihin ja sairauksiin (taulukko 1). Käytännön työssä voidaan todeta, että sisäkorvavaurioon ja kuulonheikkenemään liittyvä tinnitus lienee yleisin tinnituksen muoto. Tavallinen syy on akuutti meluvamma, johon lähes aina liittyy tinnitus, ainakin aluksi. Tinnitus voi myös olla meluvamman ainoa oire. Tinnitusääni on usein korkeataajuisia, ja potilaat luonnehtivat sitä tyypillisesti vinkuvaksi tai soivaksi. Ääniaistimus voi vaihdella hyvinkin paljon, ja se saattaa koostua useasta erilaisesta äänestä. Tinnitus voi olla jatkuvaa tai ajoittaista.

Kuuloaistimuksen syntyminen

Kuuloaistimus syntyy siten, että ääniaallot kantautuvat korvakäytävän kautta tärykalvolle, jonka värähtelyliikkeet siirtyvät kolmen kuuloluun

välityksellä sisäkorvaan. Ääniaaltojen mekaaninen energia siirtyy simpukan Cortin elimen karvasoluihin. Niiden depolarisaation aiheuttamat muutokset kuulohieron jännitteessä siirtävät hermosäikeitä pitkin aivorungon kuulotumakkeisiin ja kuuloradan eri tasojen välittämänä lopulta kuuloaivokuorelle, jossa tapahtuu varsinainen äänen aistiminen.

Kuulorata ei ole pelkästään suoraviivainen ja passiivinen mekaanisen energian muunto- ja siirtokoneisto korvasta kuuloaivokuorelle, vaan sillä on yhteyksiä muualle keskushermostoon. Tinnituksen yhteydessä on todettu aktivoitumista useissa kohdissa prefrontaalisilla alueilla, assosiativisilla alueilla sekä limbisellä alueella (manteliumake). Tämä viittaa ääniaistimusten prosessointiin tunteiden, muistin ja valpastumisreaktion kautta (2).

Kaikki äänet, joille altistumme, eivät siis kantaudu sellaisenaan kuuloaivokuorelle ja tietoisuuteemme asti. Kuuloaistimuksen syntymisen voidaankin ymmärtää siten, että Cortin elimen tehtävänä on mekaanisen energian vastaanotto ja muuntaminen, mutta kuuloradan subkortikaalisen tason yhteyksillä mm. limbiseen järjestelmään ja assosiativisille alueille on myös merkitystä kuuloaistimuksen synnyssä. Nämä alueet osallistuvat kuuloaistimukseen siten, että kuultu informaatio prosessoidaan ja analysoidaan, eli siitä haetaan tunnistettavia komponentteja.

Äänten tunnistus perustuu assosiaatioihin ja aiemmin opittuun. Keskushermosto siis käsittelee korvan kautta tullutta informaatiota, ja informaation joukosta etsitään ärsykeitä, joille



KIRJALLISUUTTA

- 1 Hoffman HJ, Reed GW. Epidemiology of tinnitus. Kirjassa: Snow JB, toim. Tinnitus: theory and management. London: Hamilton 2004;17-41.
- 2 Mirz F, Gjedde A, Ishizu K, Pedersen CB. Cortical networks subserving the perception of tinnitus—a PET study. *Acta Otolaryngol Suppl* 2000;543:241-3.
- 3 Jastreboff PJ. Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neurosci Res* 1990;8:221-54.
- 4 Baguley DM. Mechanisms of tinnitus. *Br Med Bull* 2002;63:195-212.
- 5 Bartels H, Staal MJ, Albers FW. Tinnitus and neural plasticity of the brain. *Otol Neurotol* 2007;28:178-84.
- 6 Roberts LE, Eggermont JJ, Caspary DM, Shore SE, Melcher JR, Kaltenbach JA. Ringing ears: the neuroscience of tinnitus. *J Neurosci* 2010;30:14972-9.
- 7 Rauschecker JP, Leaver AM, Muhlau M. Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus. *Neuron* 2010;66:819-26.
- 8 Engineer ND, Riley JR, Seale JD ym. Reversing pathological neural activity using targeted plasticity. *Nature* 2011;470:101-4.
- 9 Lozano AM. Harnessing plasticity to reset dysfunctional neurons. *N Engl J Med* 2011;364:1367-8.
- 10 De Ridder D, Elgoyhen AB, Romo R, Langguth B. Phantom percepts: tinnitus and pain as persisting aversive memory networks. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011;108:8075-80.
- 11 TRI. Tinnitus Research Initiative. www.tinnitusresearch.org. 2009.
- 12 Langguth B, Goodey R, Azevedo A ym. Consensus for tinnitus patient assessment and treatment outcome measurement: Tinnitus Research Initiative meeting, Regensburg, July 2006. *Prog Brain Res* 2007;166:525-36.
- 13 Stephens S. Historical aspects of tinnitus. Kirjassa: Hazell J, toim. Tinnitus. London: Churchill Livingstone 1987;1-19.
- 14 Vernon J. Attempts to relieve tinnitus. *J Amer Aud Soc* 1977;2:124-31.
- 15 Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *J Am Acad Audiol* 2000;11:162-77.
- 16 Jastreboff PJ, Gray WC, Gold SL. Neurophysiological approach to tinnitus patients. *Am J Otol* 1996;17:236-40.
- 17 Henry JA, Schechter MA, Zaugg TL ym. Clinical trial to compare tinnitus masking and tinnitus retraining therapy. *Acta Otolaryngol Suppl* 2006(556):64-9.
- 18 Phillips JS, McFerran D. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) for tinnitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;3:CD007330.
- 19 Hanley PJ, Davis PB. Treatment of tinnitus with a customized, dynamic acoustic neural stimulus: underlying principles and clinical efficacy. *Trends Amplif* 2008;12:210-22.

TAULUKKO 1

Tinnitusta esiintyy mm. seuraavissa tiloissa ja sairauksissa.

Ikään liittyvä huonokuuloisuus
Kardiovaskulaariset syyt
Kilpirauhasen toimintahäiriöt
Korvavahan kertyminen
Lääkeaineet
Meluvamma
Ménièren tauti
MS-tauti
Otoskleroosi
Purentahäiriöt
Pään ja kaulan alueen vammat
Tärykalvoperforaatio
Akustikusneurinooma
Välikorvan tulehdus
Äkillinen kuulonmenetys

annetaan merkityssisältö. Uusi, ennestään tuntematon ärsyke tai aiemman kokemuksen perusteella merkityssisällöltään tärkeäksi koettu ääni saa aikaan valpastumisreaktion, ja kuulorata herkistetään kuuntelemaan tätä signaalia. Esimerkkinä tästä voi toimia lapsen itku ja sen aikaansaama valpastumisreaktio lapsen äidissä. Jossakin toisessa henkilössä sama itkuääni ei välttämättä saa aikaan mitään vahvaa reaktiota. Tällaiset tärkeiksi koetut äänet voivat vaikuttaa uneen ja keskittymiseen. Sen sijaan tutut ärsykkeet, kuten esim. jatkuva tasainen ilmastonin humina tai liikenteen melu, tunnustetaan merkityksettömäksi ärsykkeeksi, joka suodatetaan hiljalleen pois tietoisuudesta. Ääni voidaan haluttaessa kuulla, mutta siihen ei muuten kiinnitetä aktiivisesti huomiota.

Osa äänistä käsitellään uusina tai uhkaavina, ja kuulorata pyrkii vahvistamaan niiden havainnointia, kun taas osa äänistä luokitellaan merkityksettömiksi, eivätkä ne saa tärkeäksi koettua merkityssisältöä (3). Alkuun häiritsevätkin tuntuva ääni, kuten esim. kaappikellon raksutus tai liikenteen melu, voi hiljalleen muuttua merkityksettömäksi taustäänneksi, kun aivot oppivat sen kuuluvan turvallisten äänten joukkoon. Tässä tapahtuu siis ääniaistimuksen habituaatio. Ilmiö on ymmärrettävissä ihmisen kehitystaustaa vasten. Uudet ja poikkeavat ärsykkeet on ollut tärkeää tuoda tietoisuuteen jopa unen läpi uhkien havaitsemiseksi. Tällaiset merkityssisällöltään tärkeiksi koetut äänet voi-

vat aiheuttaa jännitystä, pelkoa ja negatiivisia tunnetiloja (3).

Tinnitusaistimuksen syntyminen

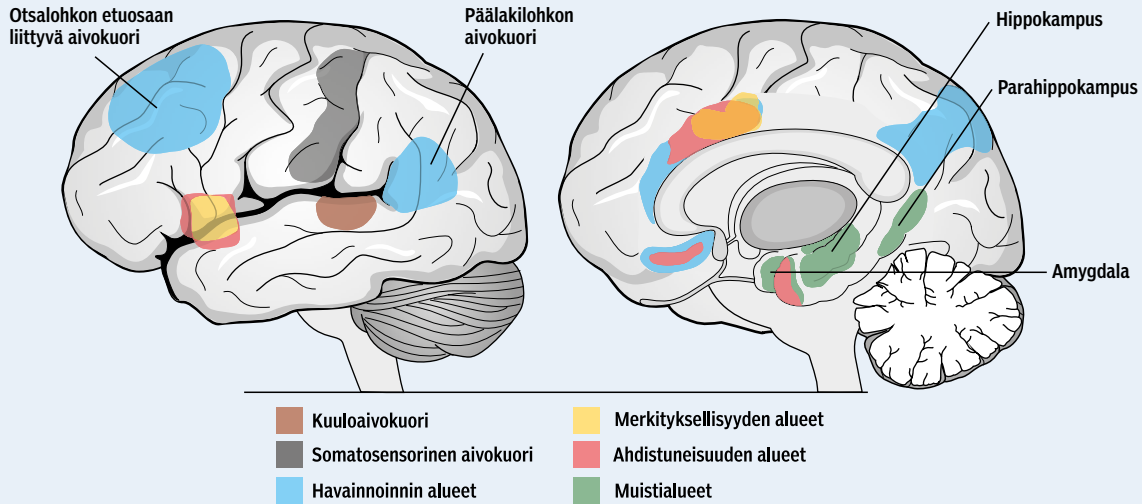
Tietoisuuden kynnyksen ylittävä tinnitus on seurausta kuuloradan toiminnan muutoksesta. Tinnituksen tarkasta synty paikasta tai -mekanismista ei vallitse yksimielisyyttä, ja kyseessä lienee useamman eri tekijän yhteisvaikutus. Luultavasti mikään yksittäinen teoria ei selitä kaikkia tinnituksen muotoja (4). Perifeerisistä syyistä, kuten kuulovauriosta, johtuvassa tinnituksessa tilanteen laukaiseva syy sijaitsee todennäköisesti simpukassa, mutta ilmeisesti se on vain yksi osa monimutkaisessa prosessissa, joka lopulta johtaa tinnitusaistimukseen (5).

Viime aikoina tinnitustutkimuksen painotus on siirtynyt perifeerisistä syistä sentraalisempien mekanismien suuntaan. Taustalla on ajatus, että vaikka alkuperäinen tinnituksen syy voi olla perifeerinen (esim. korvan meluvamma), on sentraalisemmalla uudelleenorganisointimisella osuus tinnituksen ylläpidossa. Tinnitus ei siis ole passiivinen tapahtuma, vaan sen syntyy ja ylläpitoon osallistuu myös keskushermosto monimutkaisten hermoyhteyksien ja aktiivisten prosessien kautta (6).

On esitetty, että perifeerinen vaurio simpukassa aiheuttaa vajuusta vaurioalueen sentraalisessa taajuusalue-edustuksessa. Tätä vajuusta paikkaavat viereiset reunataajuudet, jotka tulevat yliedustetuiksi ja ylivahvistetuiksi muihin taajuuksiin nähden. Nämä reunataajuudet kuitenkin myös menettävät inhibitorisen signaalin alueelta, jolta hermoimpulssin kulku on estetty. Tämä johtaa lisääntyneeseen aktiivisuuteen. Normaalisti tällainen yliaktiivisuus, eli tinnitussignaalin aihio, suodatettaisiin pois, eikä se saavuttaisi tietoisuutta. Jos paralimbinen järjestelmä ei toimi, tinnitussignaalia ei suodateta, ja se saavuttaa tietoisuuden. Tällöin seuraa kuuloaivokuoren uudelleenorganisointumista ja krooninen tinnitus (7). Perifeerisen simpukkavaurion seurauksena vaurioituneet karvasolut eivät siis enää lähetä hermoimpulsseja normaalisti keskushermostoon päin ja ilman impulsseja jäävät kuuloradan alueet yrittävät kompensoida tätä vajetta spontaanin toiminnan lisääntymisellä. Puhutaan ns. maladaptiivisesta neuroonalisesta muovautuvuudesta (8), jota on esitetty mekanismiksi myös monissa neurologisissa ja psykiatrisissa tiloissa, kuten aavesäryssä, dystoniassa ja

KUVA 1.

Valeaistimukseen liittyvät aivoalueet.



Muokattu kuvasta, joka on ilmestynyt artikkelissa: De Ridder D, Elgoyhen AB, Romo R, Langguth B. Phantom percepts: tinnitus and pain as persisting aversive memory networks. Proc Natl Acad Sci USA 2011;108:8075–80.

20 Baldo P, Doree C, Lazzarini R, Molin P, McFerran DJ. Antidepressants for patients with tinnitus. Cochrane Database Syst Rev 2006;4:CD003853.

21 Langguth B, Eichhammer P, Wiegand R ym. Neuronavigated rTMS in a patient with chronic tinnitus. Effects of 4 weeks treatment. Neuroreport 2003;14:977–80.

22 Plewnia C, Bartels M, Gerloff C. Transient suppression of tinnitus by transcranial magnetic stimulation. Ann Neurol 2003;53:263–6.

23 Okamoto H, Stracke H, Stoll W, Pantev C. Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity. Proc Natl Acad Sci USA 2010;107:1207–10.

24 Kilgard MP, Vanneste S, De Ridder D ym. Directing cortical plasticity to understand and treat tinnitus. Abstracts 2011:21. Buffalo, NY: 5th International TRI Conference on Tinnitus 19–21.8.2011.

25 Kraus T, Hösl K, Kless O, Schanze A, Kornhuber J, Forster C. BOLD fMRI deactivation of limbic and temporal brain structures and mood enhancing effect by transcutaneous vagus nerve stimulation. J Neural Transm 2007;114:1485–93.

26 Polak T, Markulin F, Ehlis AC, Langer JB, Ringel TM, Fallgatter AJ. Far field potentials from brain stem after transcutaneous vagus nerve stimulation: optimization of stimulation and recording parameters. J Neural Transm 2009;116:1237–42.

epilepsiassa (9). Jos kuulojärjestelmässä tämän ”muovautuvuuslylyöntitoiminnan” suodatus ei onnistu, seuraa tinnitus.

Tinnitus ja muut valeaistimukset, kuten aave-särky amputoidussa raajassa, ovat mitä todennäköisimmin seurausta usean aivoalueen toiminnan muutoksesta (kuva 1), ja ilmeisesti valeaistimukset ovat eräällä tavalla oppimisen seurausta.

Kun sensoriset ärsykkeet puuttuvat kuulovaurion tai raajan amputoinnin jälkeen, valeaistimus vahvistuu, ja assosiaatio negatiivisiin tunteisiin ylläpitää tätä tilaa oppimisprosessin välityksellä. Sensoristen impulssien vaje saavuttaa tietoisuuden, jos primaarisen sensorisen aivokuoren lisääntynyt aktiivisuus liittyy samanaikaisesti aktivoituihin tietoisuuden alueisiin, joihin liittyvät aivojen otsalohkon ja päälakilohkon alueet. Edellytykseksi aistimuksen tietoisuuden asteen saavuttamiselle on esitetty merkitysalueiden aktivoitumista. Muistimekanismit taas liittyvät aaveaistimuksen merkityssisällön ylläpitoon. Oppimismekanismien kautta aaveaistimus liitetään ahdistukseen ja muistimekanismien välityksellä siihen liittyvä ahdistus vahvistuu (10).

Ihmisen vanhetessa ilmenevän tinnituksen on ajateltu olevan mahdollisesti seurausta aiemmista meluvammoista, joiden aiheuttama häiriö kuuloradassa on pystytty kompensoimaan. Iän mukana kompensointi- ja inhibitiomekanismit luultavasti heikkenevät, ja kuulovauriosta johtuva tinnitus muuttuu aistittavaksi (6).

Hoito Yleistä

Useimmat henkilöt, joilla on tinnitusta, eivät tarvitse erityistä hoitoa, mutta osalle väestöstä (1,5–2 %) tinnitus on invalidisoiva ongelma. Tämän takia tinnituksen aiheuttaman haitan arviointi on hoidon suunnittelussa tärkeää. Tinnitus Research Initiative (TRI) on kansainvälinen järjestö, joka on pyrkinyt yhtenäistämään ja edistämään tinnituksen diagnostiikkaa sekä hoitoa ja sen raportointia (11). Järjestö suosittelee, että hoidon tarve arvioidaan käyttämällä kahta kyselylomaketta: esim. Tinnitus handicap inventory (THI) tai TQ-kyselyä (12). Suomenkieliset versiot löytyvät osoitteesta www.tinnoff.com. Potilaalle kannattaa myös tehdä kuulon ja tinnituksen psykofysiologiset testit, jotka mah-

SIDONNAISUUDET

Kirjoittajat ovat ilmoittaneet sidonnaisuutensa seuraavasti (ICMJE:n lomake):
 Jukka Ylikoski: Hallituksen puheenjohtajuus (Oy Helsinki Ear Institute Inc. ja Tinnoff Inc.), vastaanotto (Oy Helsinki Ear Institute Inc.).
 Roderik Mrena ja Antti Mäkitie: Ei sidonnaisuuksia.

dollistavat tinnitus- ja kuuloprofilin muodostamisen. Tällaisia testejä ovat audiometria, tinnitustaajuuden ja voimakkuuden mittaaminen, epämiellyttävyyskynnysmittaus sekä mahdollisuuksien mukaan myös tinnituksen vähimmäispeittoäänien taso ja residuaalinen inhibiitio.

Tinnituksen hoito voidaan jaotella kahteen ryhmään. Hoitotavoitteena voi olla tinnituksen aiheuttaman negatiivisen tunnereaktion sekä tinnitusäänen merkitsevyyssisällön vähentäminen, jolloin myös tinnituksen häiritsevyys vähenee. Tähän liittyy konkreettisesti tinnituksen aiheuttaman stressireaktion ja siihen usein liittyvien unihäiriöiden, ahdistuksen tai masennuksen ym. hoito. Toisaalta tavoitteena voi olla tinnitusäänen muokkaaminen tai sen vaimentaminen.

Ääniympäristö ja tinnitusmaskeri

Jos potilaalla on sekä tinnitus että kuuloheikentyminen, ensimmäisenä hoitona on ääniympäristön rikastaminen kuulokojeen avulla. Tämä tulisi tehdä, vaikkei potilaan kuuloheikentyminen sinänsä edellyttäisi kuulokojetta. Yleisohjeena on myös suositeltu, että sosiaalisen ja työelämän tulisi jatkua ennallaan tinnituksesta huolimatta, ja että esim. sairauslomaa tulisi kirjoittaa vain poikkeustapauksissa.

Ääniterapian käyttö tinnitukseen ei ole uusi keksintö. Jo Aristoteles (n. 384–322 e.Kr.) totesi, että korvan surina lakkaa, kun tuotetaan samanaikaisesti toista ääntä. Ranskalainen Itard (v 1821) kuvasi monenlaisia ympäristöääniä, joita voitaisiin käyttää peittämään tinnitusta. Tällaisia olivat mm. juoksevan veden ääni, kellon raskutus tai ääni, joka syntyy kun kosteita puita heitetään nuotioon (13). Yhdysvaltalainen Wilson (v 1893) käytti vähän aikaisemmin keksityn puhelimen käämistä saatavaa ääntä peittämään (maskeeraamaan) tinnitusta. Hän kokeili hoitoa neljälle potilaalle, joista kolme ilmoitti hoidon auttavan. Vaikka ensimmäiset sähköiset tinnitusmaskerit rakennettiin jo 1920-luvulla, varsinaiset kuulokojeen tapaiset kannettavat maskerit tulivat käyttöön vasta 1970-luvulla (14). Maskerin tavoitteena on antaa korvaan peittoääntä, jonka yli tinnitus kuuluu mahdollisimman vaimena.

Tinnitusmaskeri oli aikoinaan ainoa hoito, jota tinnituspotilaille tarjottiin. Hoito ei juurikaan tehonnut, koska samalla sanottiin että mitään muuta ei ole tehtävissä ja että tinnitusta saa

kuunnella lopun elämää – eli annettiin negatiivissävyinen ohje. Mikäli potilas valittiin kokevan- sa myös unihäiriöitä ja mahdollisesti ahdistusta, pidettiin niitä erillisinä ongelmina ja saatettiin ohjata potilas psykiatrille.

Poisoppiminen

Sisäkorvaan keskittyvän tinnitushoidon aikakauden lopettivat Pavel Jastreboffin tutkimukset (3), joiden seurauksena alkoi tinnituksen hoidon neurofysiologinen vaihe. Jastreboff kehitti yhdessä Jonathan Hazellin kanssa poisoppimishoidon eli TRT-hoito-ohjelman, jota on nyt käytetty noin 20 vuoden ajan. Raportointien mukaan menestys on ollut kohtalaisen hyvä. Poisoppimishoito perustuu tinnituksen aiheuttamien negatiivisten reaktioiden muokkaamiseen (15). Hoidon periaatteena on, että ongelmana ei niinkään ole tinnitus, vaan sen aiheuttama stressireaktio, johon voi liittyä unihäiriöitä, ahdistusta ja masennustakin. Tyypillisesti tinnitukseen liittyvät negatiiviset tunteet aiheuttavat stressireaktion ja sitä tietä sympaattisen järjestelmän vahvistumisen parasympaattisen kustannuksella.

TRT-hoito-ohjelma sisältää opastavan neuvonnan lisäksi mm. ääniympäristön rikastamista, jolla vähennetään tinnitusäänen erottumista ympäristön äänistä, sekä huomion kiinnittämistä siihen. Ajatuksena on, että tinnitus on poissa, kun sitä ei huomaa. Hoidon keskeinen tavoite on päästä eroon tinnituksen aiheuttamasta häiritsevyysoireista (16). Habituaatio tapahtuu useimmiten 12–18 kuukauden aikana (16), ja hoito on todettu tehokkaammaksi kuin pelkkä tinnituksen peittoäänihoito (17,18). Puhdasoppista poisoppimista useammin tinnituksen hoidossa käytettäneen sen erilaisia muunnoksia, kulloistenkin resurssien mukaisesti. Suomessa on parisenkymmentä TRT-koulutuksen saanutta lääkäriä.

Neuromonics-tinnitushoito on yksi TRT-hoidon muunnelma, jossa erityisesti on pyritty kehittämään äänihoito-osiota. Menetelmä on tällä hetkellä käytössä ainakin Australiassa, Yhdysvalloissa, Singaporessa ja Uudessa Seelannissa. Hoito-ohjelma sisältää potilaiden informoimista ja räätälöityä akustista stimulaatiota. Akustinen stimulaatio annetaan erityisellä kännykkä muistuttavalla laitteella (hintaa noin 4 500 USD) musiikin muodossa, jota on täydennetty räätälöidyllä laajakaistaisella kohinalla. Ääniärsyke

Äänten tunnistus perustuu assosiaatioihin ja aiemmin opittuun.

muokataan kunkin potilaan kuulovaurion sekä tinnituksen mukaan. Tavoitteena on stimuloida kuuloradan eri osia mahdollisimman tasaisesti. Musiikkiin lisätyn laajakaistaisen kohinan on tarkoitus stimuloida kuulovaurion takia ilman stimulusta jääneitä kuuloradan alueita. Musiikin tarkoituksena taas on rauhoittaa potilasta ja mahdollistaa miellyttävä, rentouttava olotila. Hoidolla pyritään vaimentamaan aktiivaatiota limbisessä järjestelmässä, amygdalan alueella ja autonomisessa hermostossa, sekä vähentämään tunne- ja huomiokomponenttien merkitystä kuuloradan toiminnassa, millä luodaan edellytykset tinnitukselle habituoitumiselle. Hoidon alkuvaiheessa tavoitteena on saavuttaa rentoutumisen ja tinnitushallinnan tunne ja myöhemmin tinnitustietoisuuden vähentäminen, sekä siihen liittyvän häiritsevyyden helpottaminen (19). Neuromonics-hoitoa ei ole toistaiseksi saatavana Suomessa.

Joillakin potilailla tinnitukseen liittyy masentuneisuutta, mutta on epäselvää, onko heidän limbisessä järjestelmässään tai muualla keskushermostossaan mahdollisesti ominaisuuksia, jotka altistavat krooniselle kivulle, masennukselle ja tinnitukselle (7). Joka tapauksessa osa tinnituspotilaista näyttää hyötävän masennuksen hoitoon käytettävistä SSRI-lääkkeistä (selektiiviset serotoniinin takaisinoton estäjät), mutta tutkimustieto aiheesta on vielä riittämätöntä (20).

Magneettistimulaatiohoito

Tähän mennessä hyödyllisiksi havaitut tinnituksen hoitomenetelmät – erityisesti TRT-hoito-ohjelma ja sen muunnelmat – ovat pyrkineet lähinnä vähentämään tinnituksen aiheuttamia lisäoireita. Sellaisia ovat stressireaktiosta seuraavat unihäiriöt, keskittymisongelmat, ahdistus ja mahdollisesti myös masennus. Viime aikoina on kuitenkin kehitetty menetelmiä, joilla pyritään vaikuttamaan itse tinnitusaistimukseen.

Transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta (TMS) on raportoitu lupaavia tuloksia tinnituksen hoidossa. Kroonisessa tinnituksessa kyse on valeaistimuksesta, samaan tapaan kuin amputoidun raajan aavesäryssä (5). Tinnituksessa ilmiö selittyy kuuloaivokuoren uudelleenorganisoinnilla, ja transkraniaalinen magneettistimulaatio perustuu siihen, että tinnituspotilaiden temporoparietaaliset alueet ovat yliaktiivi-

sia. Toistuvilla matalataajuisilla magneetti-impulsseilla saadaan aikaiseksi näiden alueiden lyhytaikainen toimintahäiriö ja tinnituksen väheneminen (21,22). Toistaiseksi hoitotulokset ovat kuitenkin olleet lyhytaikaisia ja ohimeneviä, eikä Suomessa ole tätä menetelmää vielä käytössä tinnituksen hoidossa.

Onko ääni lääketä?

Okamoton ym. kehittämässä menetelmässä kroonisesta tinnituksesta kärsivät potilaat kuuntelivat itse valitsemaansa musiikkia, josta oli prosessoimalla poistettu kokonaan kunkin henkilön tinnitustaaajuutta vastaava sisältö (23). Tinnitusäänen subjektiivisesti koettu voimakkuus väheni 12 kuukauden musiikinkuuntelun aikana tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin verrokkiryhmässä, jossa koehenkilöiden kuunteleman musiikin taajuutta ei ollut käsitelty. Magnetoenkefalografiassa todettiin, että 12 kuukauden säännöllisellä musiikinkuuntelulla hoitoryhmässä saatiin aikaan myös primaarisen kuuloaivokuoren aktiivisuuden merkitsevä väheneminen tinnitustaaajuutta vastaavilla alueilla (23). On mahdollista, että koska taajuussuodatettu musiikki ei stimuloinut tinnitusaluetta vaan sen viereisiä alueita, ilman stimulusta jääneet (tinnitus)alueet alkoivat saada inhibitiota viereisiltä, musiikilla stimuloituilta alueilta (ns. lateraalisen inhibition periaate).

Pitkäaikainen tinnitus aiheuttaa kortikaalista uudelleenorganisointumista. Eläinkokeilla on voitu osoittaa, että sensorisiin ärsykkeisiin liitettyllä sähköstimulaatiolla voidaan vaikuttaa aivo toimintojen järjestäytymiseen. Erityisesti vagushermon stimulaatio vapauttaa neuromodulaattoreita, jotka säätelevät aivojen muovautumista. Tätä taustaa vasten vagusstimulaation on loogisesti ajateltu soveltuvan myös tinnituksen hoitoon. Eläinmallissa Engineer ym. antoivat ääniärsykeitä ja samanaikaisesti stimuloivat elektrodeilla vagushermaa. Eläimille oli edeltävästi aiheutettu meluvamma, ja sitä kautta kuuloaivokuoren eräiden taajuusalueiden yliedustus (tinnituksen eläinmalli). Ulkopuolisia ääniärsykeitä annettiin siten, että kuuloaivokuorella valmiiksi yliedustetut taajuudet jätettiin stimuloimatta. Kokeen jälkeen eläinten käytös viittasi tinnituksen loppumiseen (8).

Vagusstimulaatiota on käytetty Yhdysvalloissa epilepsian hoitona jo yli 50 000:lle potilaalle ja vuonna 2005 FDA hyväksyi sen myös masen-

■ KATSAUS

nuksen hoidoksi. Yhdistetty ääni- ja vagusstimulaatiohoito tinnituksen hoitona näyttäisi alustavien potilaskokeiden perusteella toimivan myös potilaiden hoidossa (24). Vagusstimulaatio on periaatteessa kajoava toimenpide, mutta yhtä hyvä tulos voitaneen aikaansaada stimuloimalla vaguksen ulkokorvaa hermottavaa haaraa eli Arnoldin hermoa ihon läpi (25,26). Laite, joka stimuloi vagusta korvakäytävän suulla olevan tragusruston mediaalipinnalta, voi olla hyvinkin pian saatavissa (www.tinnoff.com).

Lopuksi

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että tinnitus, tai ainakin sen ylläpito, on sentraali-

nen prosessi. Mekanismin parempi ymmärtäminen on avannut uusia lupaavia mahdollisuuksia tinnituspotilaan hoitotutkimuksiin. Tinnituksen hoidossa tulee kuitenkin muistaa, että hoidon kohteena tulisi olla potilas, ei oire. Oleellista on tinnitukseen usein liittyvän stressireaktion hoito. Tinnituspotilasta voi hoitaa jokainen lääkäri, joka on riittävästi perehtynyt aiheeseen. Hyvä perusta on esim. TRT-kurssin (tai vastaavan) suorittaminen, mutta muitakin kouluttautumismahdollisuuksia on olemassa (esim. www.tinnitus.fi/koulutus). Luonnollisesti on suljettava pois tinnituksen elimelliset syyt, ja potilas voidaan tarvittaessa ohjata korvalääkärille tai KNK-yksikköön tutkittavaksi. ■

■ **ENGLISH SUMMARY** WWW.LAAKARILEHTI.FI > IN ENGLISH
Brain research providing the key to treatment of tinnitus

Lääkärilehdessä julkaistavat hoitotutkimukset on rekisteröitävä

Lääkärilehti edellyttää vuoden 2008 alusta julkaistavilta interventiotutkimuksilta, että ne on rekisteröity yleisesti hyväksytyyn tietokantaan.

Lääketieteellisten lehtien kansainvälisen järjestön (International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE) hyväksymät viisi rekisteriä.

Rekisteri	Verkko-osoite
Clinical Trials.gov	http://clinicaltrials.gov
ISRCTN	http://isrctn.org
Australian Clinical Trials Registry	http://www.actr.org.au
Netherlands Trial Registry	http://www.trialregister.nl
UMN Clinical Trials Registry	http://www.umin.ac.jp/ctr/

RODERIK MRENA
M.D., Ph.D.
Suomen Terveystalo, Jyväskylä
roderik.mrena@terveystalo.com
roderik.mrena@ksshp.fi

JUKKA YLIKOSKI, ANTTI MÄKITIE

ENGLISH SUMMARY

Brain research providing the key to treatment of tinnitus

Tinnitus is a symptom experienced at some point or other by practically everyone, and it may be found in various otological and other conditions. The most frequent form of tinnitus encountered by a clinician is tinnitus in conjunction with hearing loss. The majority of people cope well with their tinnitus, and natural habituation typically occurs over time. For some, long-term tinnitus may seriously influence the quality of life. The last two decades have seen the rise of the neurophysiological model of tinnitus, showing that tinnitus is not simply the result of a passive event originating in the auditory periphery, but that complex active central auditory processes are involved in tinnitus perception. The focus of recent tinnitus research has shifted further from peripheral mechanisms to central pathways. Although the origin of the tinnitus signal may, at least in noise-related tinnitus, be cochlear, complex central mechanisms are involved in actual tinnitus perception, and finally cortical reorganisation ensues.

Various treatment regimens have been used, focusing mainly on the emotional aspects related to tinnitus. Treatment protocols have not targeted the perceived tinnitus sound itself, but instead, aimed at disrupting the negative emotional associations of tinnitus reactions, and thereby relieving tinnitus suffering. The notion is that the tinnitus sound itself is not the main problem, but instead one's negative reaction to tinnitus. Treatment usually consists of such elements as counselling, hearing aids, and ambient sound enrichment.

Recent efforts in tinnitus treatment have targeted tinnitus perception, instead of reaction modification. A novel approach indicates that acoustic stimulation may be used in tinnitus treatment. Promising results have been obtained by modified acoustic stimulation, and combining sound with vagal nerve stimulation. These advances provide new possibilities for tinnitus treatment.