

**VILLE SIVONEN**

PhD, fysiologiainsinööri  
HYKS, Pää- ja kaulakeskus, korva-,  
nenä- ja kurkkutaudit, Kuulokeskus

**TYTTI WILLBERG**

LL, erikoislääkäri  
TYKS, korva-, nenä- ja  
kurkkutautien klinikka

**SAKU T. SINKKONEN**

dosentti, erikoislääkäri  
HYKS, Pää- ja kaulakeskus, korva-,  
nenä- ja kurkkutaudit

**ANTTI A. AARNISALO**

dosentti, yllilääkäri  
HYKS, Pää- ja kaulakeskus, korva-,  
nenä- ja kurkkutaudit, Kuulokeskus

**AARNO DIETZ**

Dr.med., erikoislääkäri  
KYS, korva-, nenä- ja  
kurkkutautien klinikka

KORJATTU 17.10.2017

ks. oikaisu  
[www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi)  
> Sisällysluettelot

## Suomenkielinen puheaudiometria ja uudet hälypuhetestit

- Väestön ikääntyessä kuulonalenemien esiintyvyyden ja tarve vaikuttavaan kuulonkuntoutukseen kasvavat.
- Hyvän yleiskäsityksen kuulosta antavat äänierion hiljaisuudessa tehtävät perustutkimukset, äänesaudiometria ja puheaudiometria.
- Ne eivät kuitenkaan välttämättä kuvasta kuulonaleneman aiheuttamaa haittaa hälyisissä tilanteissa.
- Uuden suomenkielisen hälylausetestin avulla voidaan tutkia aiempaa paremmin aikuisten kuntoutuspotilaiden kuulonvaraista selviämistä arjessa.
- Suomenkielisen lasten hälypuhetestin validointi on meneillään.

Kyky tunnistaa puhetta on ihmisen kuulon keskeisin ominaisuus. Puhheen ymmärtämisen vaikeus hankalissa kuunteluolosuhteissa ja taustahälyssä on yleinen ongelma kuulonalenemissa. Suomenkielissä puheaudiometrisissä tutkimuksissa on kuitenkin perinteisesti kiinnitetty vain vähän huomiota puheentunnistuksen mittaamiseen taustahälyssä.

Nykyaikainen kuntoutus on parantanut huomattavasti erityyppisistä kuulonalenemista kärsivien lapsi- ja aikuispotilaiden kuulemistä, ja huomattava osa potilaista suoriutuukin varsin hyvin ilman taustahälyä tehtävissä testeissä. Siksi kuulonalenemien diagnostiikka ja kun-

joissa äänestien kuulemisen sijaan tutkitaan puheen kuulemistä ja tunnistusta.

Puheaudiometriaa käytetään äänesaudiometriassa ohella kuulovaurion sijainnin määrittämiseen, vaurion toiminnallisen vaikutuksen arvioimiseen sekä kuntoutustoimenpiteiden suunnitteluun, seurantaan ja laaduntarkkailuun. Puheaudiometriassa voidaan arvioida myös äänesaudiometrisen tutkimuksen luotettavuutta (1).

### Käsitteitä

Puheen toistovoimakkuus voidaan esittää puhe- materiaalin keskimääräisenä äänenpainetasona (sound pressure level, dB SPL) tai suhteessa puhekynnökseen, jolloin yksikkönä käytetään kuulokynnystasoa (hearing level, dB HL). Puhekynnys (speech reception threshold, myös speech recognition threshold, SRT) on kuunteluvai- makkuus, jolla tutkittava toistaa oikein 50 % esitetyistä sanoista hiljaisessa ympäristössä. Tulos voidaan ilmoittaa joko kuulokynnysastei- kolla (dB HL) tai äänenpainetasona (dB SPL).

Puheentunnistusprosentti kuvaa, kuinka suuren osuuden esitetystä materiaalista tutkit- tava tunnistaa ja toistaa oikein. Kun puheen toistovoimakkuutta vaihdellaan ja mitataan vai- kutusta tunnistukseen, maksimaalisen tunnis- tusprosentin avulla nähdään, millä toistovoi- makkuudella tutkittava saa parhaiten selvää esi- tetystä puheesta.

Kuviossa 1 on esitetty puheen tunnistuskyky- käyriä toistovoimakkuuden funktiona. Testissä käytetyllä puhemateriaalilla normaalikuuloisen tutkitavan puhekynnys on 25 dB SPL. Satapro- senttinen tunnistus saavutetaan noin 40 dB

### Hälyssä kuulemisen vaikeuksia ei voi ennakoida ääneskynnyskeskiarvon perusteella.

toutustulosten arviointi edellyttävät myös vaati- vampia, taustahälyssä tehtäviä testejä, jotka vas- taavat paremmin potilaiden arkipäivän kommu- nikaatiotilanteissa kokemia haasteita.

### Puheaudiometria

Äänesaudiometria on kuulon perustutkimus. Sillä mitattu kuulokäyrä eli audiogrammi kuvaa kuulon herkkyyttä eri taajuisille äänille. Audiogrammin kuulokynnystason perusteella saa- daan käsitys vaurion vaikeusasteesta, syystä ja sijainnista kuulojärjestelmässä. Puheentun- nistuskäyrä ei kuitenkaan voi päätellä yksinomaan kuulokäyrän perusteella, vaan sen selvittämi- nen vaatii erityisiä puheaudiometrisiä testejä,



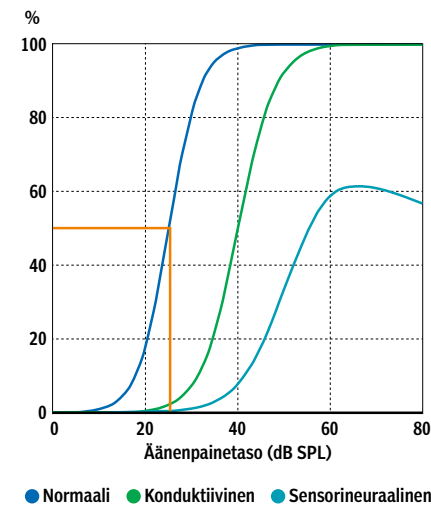
## KIRJALLISUUTTA

- 1 Arlinger S, Balduresson G, Hagerman B, Jauhiainen T. Kuulontutkimukset. Kirjassa: Jauhiainen T, toim. Audiologia. Helsinki: Kustannus oy Duodecim 2008:97–139.
- 2 McArdle R, Hnath-Chisolm T. Speech Audiometry. Kirjassa: Katz J, Medwetsky L, Budkard R, Hood L, toim. Handbook of Clinical Audiology. New York: Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins 2009:64–79.
- 3 Jauhiainen T. An Experimental Study of the Auditory Perception of Isolated Bi-syllable Finnish Words. Väitöskirja, Helsingin yliopisto 1974.
- 4 Thornton AR, Raffin MJ. Speech-discrimination scores modeled as a binomial variable. J Speech Hear Res 1978;21:507–18.
- 5 Huttunen K, Välimaa T, Määttä T, Sorri M. Suomenkielinen lausetesti ilman taustahälyä. Kirjassa Jutila T. XXXVI Valtakunnalliset audiologian päivät. Helsinki: Suomen audiologian yhdistys 2015:54–60.
- 6 Laitakari K. Speech recognition in noise. Development of a computerized test and preparation of test material. Scand Audiol 1996;25:29–34.
- 7 Laitakari K. Suomenkielinen melupuhetesti. Kirjassa Laitakari K, Luotonen M. XXXII Valtakunnalliset audiologian päivät. Helsinki: Suomen audiologian yhdistys 2011:77–81.
- 8 Härkönen K, Kivekäs I, Rautiainen M, Kotti V, Sivonen V, Vasama JP. Sequential bilateral cochlear implantation improves working performance, quality of life, and quality of hearing. Acta Otolaryngol 2015;135:440–6.
- 9 Härkönen K, Kivekäs I, Rautiainen M, Kotti V, Sivonen V, Vasama JP. Single-sided deafness: the effect of cochlear implantation on quality of life, quality of hearing, and working performance. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 2015;77:339–45.
- 10 Välimaa T, Laitakari J, Kunnari S, Koski T, Sivonen V, Löppönen H. Lasten kyky tunnistaa puhetta hälyssä. Kirjassa: Näkökulmia vuorovaikutukseen. Puhheen ja kielen tutkimuksen yhdistys ry 2017:49.
- 11 Wagener K, Kühnel V, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. Zeitschrift für Audiologie 1999;38:4–15.
- 12 Hagerman B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. Scand Audiol 1982;11:79–87.
- 13 Dietz A, Buschermöhle M, Aarnisalo AA ym. The development and evaluation of the Finnish Matrix Sentence Test for speech intelligibility assessment. Acta Otolaryngol 2014;34:728–37.

KUVIO 1.

### Sanatunnistusprosentti hiljaisuudessa äänenpainetason (dB SPL) funktiona.

Esimerkkinä normaalikuuloinen henkilö, henkilö, jolla on konduktiivinen kuulonalenema ja henkilö, jolla on sensorineuraalinen kuulonalenema.



SPL:n voimakkuudella, mikä on tässä tapauksessa 15 dB puhekynnyksen yläpuolella eli 15 dB HL kuulokynnysasteikolla ilmaistuna.

Puhtaasti johtumistyyppisessä eli konduktiivisessa kuulonalenemassa on usein mahdollista saavuttaa 100-prosenttinen puheentunnistus, mutta tunnistuskykykäyrä siirtyy kohti suurempaa toistovoimakkuutta konduktiivisen kuulonaleneman verran. Sensorineuraalisessa kuuloviassa käyrä siirtyy niin ikään kohti suurempaa toistovoimakkuutta, mutta potilaat eivät välttämättä saavuta 100-prosenttistä puheentunnistusta voimakkuuden kasvattamisesta huolimatta. Esimerkiksi kuviossa 1 maksimaalinen tunnistusprosentti (62 %) saavutetaan 65 dB SPL:llä, jonka jälkeen voimakkuuden kasvattaminen ei enää paranna tunnistusta.

Puheentunnistuskäyrän jyrkkyys (%/dB) kuvaa, kuinka monta prosenttia puheentunnistus muuttuu toistovoimakkuuden muuttuessa. Jyrkän muutoksen alueella pieni muutos toistotasossa aiheuttaa suuren muutoksen tunnistusprosentissa. Puheaudiometrinen testien luotettavuus on parhaimmillaan tutkimustason olles-

sa lähellä 50-prosenttista tunnistusta. Jos tunnistustaso on alle 20 % tai yli 80 %, tulosten toistettavuus heikkenee, sillä tällöin testi on joko liian vaikea tai liian helppo pienten tunnistuskykymuutosten mittaamiseen (2).

Aineiston ominaisuudet vaikuttavat tunnistuskykykäyrien muotoon: mitä vaihtelevampaa puhemateriaali on vaikeusasteeltaan, sitä laakeampi käyrä saadaan. Mitä enemmän sisällöllistä informaatiota testimateriaalissa on, sitä helpompaa oikea vastaus on päätellä osittain oikein kuullun perusteella.

Kokonaiset lauseet ovatkin usein sanoja tai tavuja helpommin tunnistettavissa, ja lausetestit voivat olla liian helppoja lievissä kuulovioissa, jos toistotaso ylittää selkeästi kuulokynnyksen. Muistihäiriöpotilaille ja pienille lapsille taas pitkiä lauseita sisältävät testit eivät sovellu siksi, että lauseiden tunnistaminen ja toistaminen vaativat hyvää kuulonvaraista muistia ja keskittymiskykyä. Lauseet ovat kuitenkin sanoja tai tavuja realistisempi vastine kommunikaatiotilanteelle ja ne soveltuvat hyvin puheentunnistuksen mittaamiseen hälyssä, etenkin jos käytetään adaptiivisia testimenetelmiä (2).

Puhemateriaalin sanojen esiintymistodennäköisyyksien ja foneemisen tasapainon tulisi vastata mahdollisimman tarkasti arkikieltä. Lisäksi testaamisen tulisi tapahtua tutkittavan äidinkiellällä, sillä vieras tai toissijainen kieli voi antaa 5–10 dB huonomman tuloksen (1).

## Suomenkielinen puheaudiometria

Suomen kieli eroaa muista eurooppalaisista kielistä sekä lingvistisesti että foneemisesti. Tähän mennessä käytetyintä aineistoa suomenkielisessä puheaudiometriassa ovat olleet ns. Jauhiaisen sanalistat (kuusi listaa, jotka koostuvat 25 kaksitavuisesta sanasta) (3). Aineiston puhekynnys normaalikuuloisilla on 25 dB SPL. 100-prosenttinen tunnistus saavutetaan lisäämällä toistovoimakkuutta 15–20 dB (1). Ruotsin- ja englanninkielisessä puheaudiometriassa yksitavuisilla sanoilla testattaessa samaan tarvitaan noin 30 dB:n muutos, joten suomenkielinen tunnistuskykykäyrä on ruotsin- ja englanninkielistä jyrkempi (1,2). Kielellisten tekijöiden lisäksi tähän vaikuttanee myös yksitavuisen sanojen hankalampi tunnistettavuus kaksitavuisiin verrattuna.

Hiljaisissa kuunteluolosuhteissa, Jauhiaisen sanoilla testattuna puhekynnys korreloi hyvin

- 14 Dietz A, Buschermöhle M, Sivonen V ym. Characteristics and international comparability of the Finnish matrix sentence test in cochlear implant recipients. *Int J Audiol* 2015;54:80–7.
- 15 Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus. Yhteiset kiireettömän hoidon perusteet 2010. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2010:31, 2. korjattu painos.
- 16 Wagener KC, Brand T, Kollmeier B. Evaluation of the Oldenburg children's rhyme test in silence and in noise. *HNO* 2006;54:171–78.

500, 1000 ja 2000 Hz:n äänestymysten kanssa. Tästä syystä tulokset ovat olleet keskeisiä äänestymysten luotettavuuden arvioinnissa. Tavanomaisilla puhevoimakkuuksilla testi ei kuitenkaan ole ollut riittävän herkkä esimerkiksi kuulokuntoutuksen seurantaan, etenkin jos on käytetty vain yhtä toistovoimakkuutta.

Yhteen tai kahteen sanalstaan (25 tai 50 sanaa) pohjautuvan testituloksen toistettavuus on heikko (4). Koska sanojen järjestys on aina sa-

hiljaisessa ympäristössä. Ainoastaan Oulun yliopistollisessa sairaalassa on mitattu kaksitavuisien sanojen tunnistuskykyä kliinisellä hälytestillä (6,7). Meneillään on myös tutkimushankkeita, joissa suomenkielisten sanojen puheentunnistusprosenttia on mitattu hälyssä niin aikuisilta (8,9) kuin lapsiltakin (10).

#### Uusi suomenkielinen hälylausetesti

Kansainvälisesti käytössä on useita erilaisia hälypuhetestejä. Niillä saatujen tulosten vertailu on kuitenkin vaikeaa, koska testit eroavat toisistaan puhemateriaalin, taustahälyn ja mittausmenetelmän suhteen.

Saksassa Oldenburgin yliopistossa on kehitetty lausetason matriisimuotoinen hälypuhetesti (11), jonka rakenne mahdollistaa sen kääntämisen useille kielille ja tulosten keskinäisen vertailun. Testi on otettu Euroopassa laajasti käyttöön. Viitearvoja sekä julkaistuja tutkimustuloksia löytyy useilta eri kielialueilta.

Testi pohjautuu alun perin Ruotsissa kehitettyyn ja yhä käytössä olevaan ns. Hagermanin testiin (12), jossa eri lauseenjäsentiä valitaan testattavaan lauseeseen satunnaisesti sanamatriisista. Tällöin testilauseiden ulkoa oppiminen ja muistaminen on mahdotonta. Testin suomenkielinen versio on kehitetty Kuopion yliopistollisessa sairaalassa yhteistyössä Oldenburgin yliopiston kanssa (13). Siitä käytetään jatkossa nimitystä hälylausetesti.

Uuden hälylausetestin puhemateriaali koostuu viiden sanan lauseista, joiden sanajärjestys pysyy vakiona. Kustakin lauseenjäsennestä on 10 vaihtoehtoa. Lausemateriaali koostuu siis yhteensä 50 sanan matriisista (taulukko 1), josta tietokoneohjelma valitsee satunnaisesti ja ennalta-arvaamattomasti sanoja testilauseisiin (esim. Sofia pyysi kolme punaista sukkaa).

Sanojen välinen jatkuvuus on tallennettu luonnollisena, eivätkä lauseet kuulosta keino-tekoisesti koostetuilta. Testin häly on tasaisen kohinan kaltaista ja se on muodostettu sanamateriaalia useita kertoja sekoittamalla. Sen tajuussisältö vastaa koko puhemateriaalin pitkäaikaisspektriä.

Lauseet on jaettu tunnistettavuudeltaan samankaltaisiksi 20 tai 30 lauseen listoiksi. Yhdessä listassa on siis 100 tai 150 sanaa, joista jokaisen oikein tai väärin kuuleminen vaikuttaa lopulliseen tutkimustulokseen. Näin ollen luo-

## Uusi suomenkielinen hälylausetesti on parantanut kuulodiagnostiikan tarkkuutta.

ma, osa tutkittavista oppii osan niistä ulkoa, mikä heikentää entisestään testin luotettavuutta toistuvassa käytössä. Lisäksi sanasto on osin jo vanhentunutta (esim. kiulu, ahjo, tonkka). Vaihtoehtokin olisi; validoitu lausetesti, mutta se ei ole levinnyt laajaan käyttöön (5).

### Puheen tunnistuskyvyn mittaaminen hälyssä

Yksi suurimmista huonokuloisten henkilöiden arkipäivän kommunikaatiohaasteista on puheen ymmärtäminen hälyssä. Sen mittaaminen onkin olennainen osa nykyaikaista kuulon toimintahäiriöiden diagnostiikkaa ja kuntoutuksen laadunarviointia.

Suomenkielisessä puheaudiometriassa ei ole ollut vakiintunutta hälypuhetestiä, sillä valtaosa tutkimuksista on tehty kaksitavuisilla sanoilla

- 17 Neumann K, Baumeister N, Baumann U, Sick U, Euler HA, Weißgerber T. Speech audiometry in quiet with the Oldenburg Sentence Test for Children. *Int J Audiol* 2012;51:157–63.
- 18 Weißgerber T, Baumann U, Brand T, Neumann K. German Oldenburg sentence test for children: A useful speech audiometry tool for hearing-impaired children at kindergarten and school age. *Folia Phoniatri Logop* 2013;64:227–33.
- 19 Pichora-Fuller MK, Souza P. Effects of aging on auditory processing of speech. *Int J Audiol* 2003;42(suppl 2):2S11–6.
- 20 Smits C, Kapteyn TS, Houtgast T. Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone. *Int J Audiol* 2004;43:15–28.

TAULUKKO 1.

#### Suomenkielisen hälylausetestin puhemateriaali.

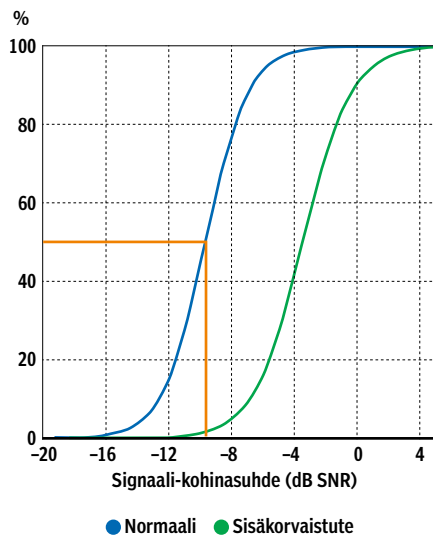
Erinimi	Verbi	Numeraali	Adjektiivi	Substantiivi
Elina	etsii	pari	halpaa	autoa
Harri	huomasi	kaksi	kallista	bussia
Johanna	järjesti	kolme	keltaista	kelloa
Kerttu	lainasi	neljä	pientä	kenkää
Mikko	näkee	viisi	punaista	kirjaa
Juhani	ostaa	kuusi	sinistä	kuppia
Olga	pyysi	seitsemän	suurta	mattoa
Petteri	tahtoo	kahdeksan	tuttua	pöytää
Sofia	tarvitsi	yhdeksän	uutta	rengasta
Ville	valitsee	kymmenen	vanhaa	sukkaa

- 21 Zokoll MA, Wagener KC, Brand T, Buschermöhle M, Kollmeier B. Internationally comparable screening tests for listening in noise in several European languages: The German digit triplet test as an optimization prototype. *Int J Audiol* 2012;51:697-707.
- 22 Akeroyd MA, Arlinger S, Bentler RA ym. International Collegium of Rehabilitative Audiology (ICRA) recommendations for the construction of multilingual speech tests. *Int J Audiol* 2015;54:17-22.
- 23 Willberg T, Buschermöhle M, Sivonen V ym. The development and evaluation of the Finnish digit triplet test. *Acta Oto-Laryngol* 2016;136:1035-40.

KUVIO 2.

### Lausetunnistusprosentti hälyssä signaali-kohinasuhteen (dB SNR) funktiona.

Esimerkkinä normaalikuuloinen henkilö ja sisäkorvaistutteen käyttäjä. Mitä heikompi puhesignaali on suhteessa hälyyn, sitä pienempi on puheentunnistusprosentti.



tettavuus on esimerkiksi 50 yksittäiseen sanaan verrattuna parempi.

### Signaali-kohinasuhde ja hälypuhekynnyksen määrittäminen

Hälypuhetestien kannalta keskeinen suure, signaali-kohinasuhde (signal-to-noise ratio, SNR) tarkoittaa testissä käytetyn puheen ja taustahälyn voimakkuuksien suhdetta. Jos puhe toistetaan 60 dB SPL:n ja häly 65 dB SPL:n voimakkuudella, signaali-kohinasuhde on -5 dB SNR. Siitä on aiemmassa suomenkielisessä audiologian kirjallisuudessa käytetty myös termiä häiriötäisyys (1).

Hälypuhetesti voidaan tehdä kiinteällä signaali-kohinasuhteella (esim. +10 dB SNR) tai adaptiivisesti. Adaptiivisessa testissä määritellään tunnistusprosentti, johon testi ohjelma pyrkii; oikean vastauksen jälkeen seuraava lause esitetään vaikeammalla signaali-kohinasuhteella ja väärän vastauksen jälkeen helpommalla. Hälypuhekynnys (speech reception threshold in noise, SRTN) on se signaali-kohinasuhde (dB

SNR), jolla testattava tunnistaa oikein 50 % esitetystä puheesta. Hälylausetestissä 50-prosenttinen tunnistus tarkoittaa siis tasoa, jolla testattava tunnistaa viiden sanan lauseista vuoroin kaksi, vuoroin kolme sanaa oikein. Adaptiivinen testi tietyllä tunnistusprosentilla on periaatteessa yhtä vaikea kaikille testattaville, koska vaikeustaso riippuu oikein kuultujen sanojen määrästä.

Normaalikuuloisen ja sisäkorvaistutetta käyttävän henkilön keskimääräisiä puheentunnistusprosentteja on esitetty signaali-kohinasuhteen funktiona kuviossa 2. Normaalikuuloisen hälypuhekynnys on -9,7 dB SNR ja sisäkorvaistutteen käyttäjän -3,5 dB SNR. Sisäkorvaistutteen käyttäjä tarvitsee siis noin 6 dB voimakkaamman puhesignaalin normaalikuuloiseen verrattuna päästäkseen samaan tunnistukseen.

Puhekynnyksen tapaan hälypuhekynnys on signaali-kohinasuhde, jolla käyrä leikkaa 50 %:n tunnistustason. Käyrien hälypuhekynnykset ja jyrkkyys (noin 15 %/dB) perustuvat julkaistuihin viitearvoihin (13,14).

Tutkimusten perusteella adaptiivinen testimenetelmä soveltuu yhtä hyvin niin normaalikuuloisten kuin erittäin huonokuuloistenkin potilaiden tutkimiseen.

### Hälylausetestin käytännön toteutus

Hälylausetesti toteutetaan kuulokkein tai äänikentässä. Puhe ja häly voidaan valita itsenäisesti toistettavaksi joko toiseen tai molempiin korviin. Äänikentässä käytetään kahta kaiutinta 90 asteen kulmassa kuuntelupaikkaan nähden. Testattava käännetään toista kaiutinta kohti. Sekä puhe että häly voidaan toistaa tästä kaiuttimesta (signal S = 0°, noise N = 0°) tai häly voidaan toistaa jommaltakummalta sivulta (N = +90° tai -90°) testattavaa tarvittaessa kääntämällä.

Jokainen testikerta aloitetaan kahdella harjoittelukierroksella. Ensimmäisellä niistä käytetään +10 dB SNR signaali-kohinasuhdetta; tyypillisesti puheen voimakkuudeksi asetetaan 75 dB SPL ja hälyn voimakkuudeksi 65 dB SPL. Toinen harjoittelukierros tehdään adaptiivisesti signaali-kohinasuhteen aloitustasolla 0 dB SNR. Seuraava adaptiivinen mittaus on varsinainen testitulokset.

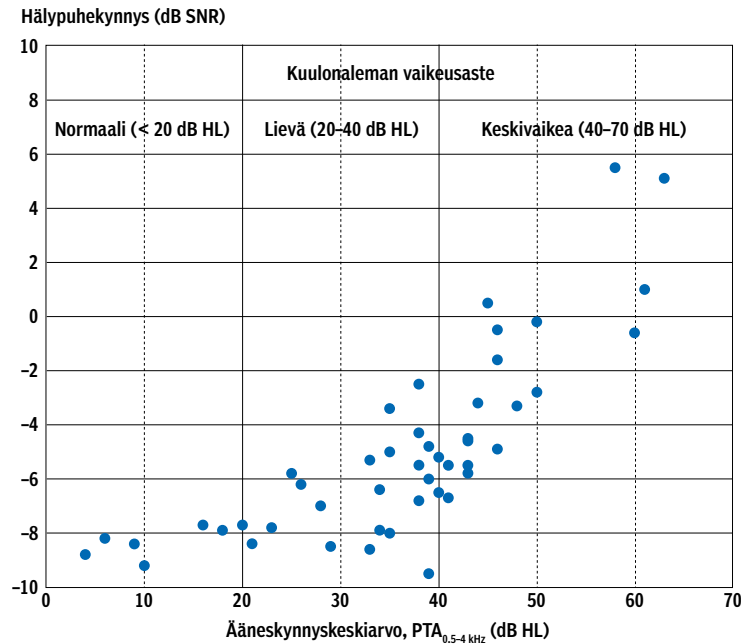
Jos testitulokset +10 dB SNR:n signaali-kohinasuhteella on huonompi kuin 70 %, hälypuhekynnykseen (eli 50-prosenttiseen tunnistus-

### SIDONNAISUUDET

- Ville Sivonen: Aiempi työsuhde (Cochlear Nordic), luentopalkkiot (Aalto-yliopisto, Audionomiyhdistys, Metropolia, Oticon Finland, Suomen audiologian yhdistys), matkakulut (Advanced Bionics, Cochlear, GN Resound, Med-El).
- Tytti Willberg: Luentopalkkiot (Suomen audiologian yhdistys), matkakulut (Advanced Bionics, Cochlear, Med-El).
- Saku Sinkkonen: Matkakulut (Med-El).
- Antti Aarnisalo: Ei sidonnaisuuksia.
- Aarno Dietz: Luentopalkkiot (LapCI - Sisäkorvaistutelaisten valtakunnallinen yhdistys, Suomen audiologian yhdistys), matkakulut, maksettu laitokselle (Advanced Bionics, Cochlear, Med-El).

KUVIO 3.

**Hälypuhekynnys neljän taajuuden (500, 1000, 2000 ja 4000 Hz) ääneskynnyskeskiarvon suhteen.**



kykyyn) hakeutuva adaptiivinen mittaus ei välttämättä onnistu. Sitä voidaan helpottaa asettamalla testi hakeutumaan esimerkiksi 80 %:n tunnistuskykyyn, mikä tarkoittaa viiden sanan lauseilla neljän sanan oikein tunnistamista. Tällöin on huomioitava, että testitulokset ei ole suoraan verrattavissa tavanomaisilla asetuksilla saatuihin tuloksiin.

Sanamatriisi (taulukko 1) on syytä näyttää tutkittavalle testattavana olemisen oppimisen nopeuttamiseksi. Harjoittelukierroksilla tutkittavan kuulokyvyn tulee olla paras mahdollinen, eli ne tulee tehdä hänellä käytössä olevien kuulokojien tai sisäkorvaistutteen avulla. Harjoittelun jälkeen voidaan tutkia peräjälkeen esimerkiksi vasemman, oikean ja molempien korvien tunnistuskyky. Jos varsinaisia testimittauksia on useampia, niiden järjestys on syytä sattuunnaistaa tutkittavan mahdollisen väsymisen ja huomiokyvyn heikkenemisen vuoksi.

**Kokemuksia hälylausetestin käytöstä**

Kansainvälisen tason audiologinen tutkimustyö ei olisi mahdollista ilman asianmukaista hälypuhetestiä. Hälylausetesti on lisännyt huomattavasti myös kuulonalenemien diagnostiikan ja kuntoutustulosten arvioinnin tarkkuutta. Hiljaisessa ympäristössä tehdyillä sanatesteillä ei saada todennettua binauraalisen (molempien korvien) kuulon hyötyjä. Hälypuhetesteissä ne tulevat selvästi esiin. Testitulokset tukevat nykyistä pyrkimystä molempien korvien kuulonkuntoutukseen (15).

Uusi hälylausetesti on osoittautunut käyttökelpoiseksi tavaksi mitata kuulovian vaikutusta hälyssä kuulemiseen. Testi on myös riittävän herkkä mittaamaan, kuinka paljon eri kuulolaitteet parantavat puheentunnistusta hälyssä. Suomenkielisten validaatiotutkimusten perusteella normaalikuuloisen henkilön hälypuhekynnys yhdellä korvalla kuulokkein kuunneltuna on -9,7 dB SNR (13). Tutkimillamme sisäkorvaistutepotilailla hälypuhekynnys on yhdellä istutteella keskimäärin -3,5 dB SNR, kun puhe ja häly saapuvat suoraan edestä (14). On kuitenkin huomioitava, että tulosten kirjo esimerkiksi istutepotilailla on huomattavasti laajempi kuin normaalikuuloisella henkilöllä.

Kuviossa 3 on esitetty alustavia tuloksia hälypuhekynnuksesta neljän taajuuden (500, 1000, 2000 ja 4000 Hz) ääneskynnyskeskiarvon (pure tone average, PTA) suhteen. Keskimääräinen hälypuhekynnys kasvaa ääneskynnyskeskiarvon ollessa 30 dB HL tai huonompi, eli jo lievä kuulonalenema vaikeuttaa puheentunnistusta hälyssä. Tuloksissa on kuitenkin huomattavaa vaihtelua ja hälyssä kuulemisen vaikeuksia ei voi ennakoita ääneskynnyskeskiarvon perusteella.

**Lyhennetty hälylausetesti ja hälynumerotesti**

Lasten puheaudiometrisissa testeissä tulee huomioida kognitiivinen ja kielellinen taso. Suoriutumisen ei pitäisi olla riippuvaista sanavaraston laajuudesta tai kielellisestä kehityksestä. Lisäksi testien tulisi mitata kuulonvaraista kommunikaatiota jokapäiväisessä elämässä eli taustahälyn vallitessa.

Lapset tutkitaan Suomessa tätä nykyä kaksitavuisten sanojen tunnistustestillä ilman taustahälyä. 3-4-vuotiaille on käytössä ainoastaan yksi 25 sanan lista, 5-6-vuotiaille viisi listaa. Testi ei täytä kansainvälisiä puheaudiometrisiä vaatimuksia, kuten ei aikuistenkaan testi.

TAULUKKO 2.

**Suomenkielisen lyhennetyin häilylausetestin puhemateriaali.**

Numeraali	Adjektiivi	Substantiivi
kaksi	keltaista	autoa
kolme	pieniä	bussia
neljä	punaista	kenkää
kuusi	sinistä	kirjaa
kahdeksan	suurta	kuppia
yhdeksän	uutta	pöytä
kymmenen	vanhaa	sukkaa

Kuulonvarainen muisti ja sanojen tunnistus kehittyvät vähitellen. Koska viiden sanan lauseita sisältävä testi on liian vaikea useimmille alakouluikäisille lapsille, alkuperäisestä häilylausetestistä on kehitetty lyhennetty, kolmen sanan lausekkeista (esim. Kolme punaista autoa) koostu-

*Tulevaisuudessa ikäkuulon toteamisessa voi auttaa häilypuhetestaus kotona.*

va versio. Se soveltuu tehtäväksi myös ilman taustahäilyä (16,17). Testi on antanut luotettavia tuloksia 4–10-vuotiailla normaalikuuloisilla ja huonokuuloisilla lapsilla (16–18). Suomenkielisestä lyhennetystä häilylausetestistä (taulukko 2) on meneillään validaatiotutkimus.

On myös tärkeää arvioida, soveltuisiko lyhennetty versio alkuperäistä paremmin myös

ikäntyneiden diagnostiikkaan. Käytännön kokemus on osoittanut viiden sanan häilylausetestin olevan liian vaikea osalle ikääntyneistä tutkittavista. Normaaliin ikääntymiseen liittyvä kognitiivisten toimintojen hidastuminen heikentää kuulosta riippumatta kykyä tunnistaa puhetta taustahäilyn seasta (19).

Häilypuhetestien on osoitettu soveltuvan myös kuuloseulontaan. Seulontaa varten kehitetty, laajalle levinnyt häilynumerotesti (ns. digit triplet test) perustuu kolmen numeron sarjojen tunnistamiseen taustahäilyn seasta (20–22). Tämänkin testin suomenkielistä versiota arvioidaan parhaillaan (23).

**Lopuksi**

Länsimaissa kuulovikojen yleisin aiheuttaja on ikä, ja väestön ikääntyminen tuleekin lisäämään merkittävästi niiden esiintyvyyttä. Asianmukainen kuulonkuntoutus on kustannusvaikeaa, mutta se edellyttää luotettavia, eri ikäryhmille validoituja ja kansainväliset suositukset täyttäviä testejä.

Uusi suomenkielinen häilylausetesti on lisännyt merkittävästi aikuisten kuulodiagnostiikan tarkkuutta ja herkkyyttä ja mahdollistanut myös kuntoutustulosten kansainvälisen vertailun. Testin parhaillaan validoitava lyhennetty, lapsille kehitetty versio kuormittaa muistia vähemmän ja sitä voidaan hyödyntää myös ikääntyneiden diagnostiikassa.

Tekninen kehitys mahdollistaa tulevaisuudessa osittaisen häilypuhetestauksen myös kotona, mikä luo edellytykset alkavan ikäkuulon tai meluvaurion aiempaa varhaisemmalle toteamiselle. ●

**English summary** | [www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) | in english  
Finnish speech audiometry and new speech-in-noise tests

### VILLE SIVONEN

Ph.D., Clinical Engineer  
(Audiology)  
Head and Neck Centre, Ear, Nose  
and Throat Diseases, Hearing  
Centre, Helsinki University  
Hospital

# Finnish speech audiometry and new speech-in-noise tests

In hearing diagnostics, pure-tone and speech audiometry are used to get an understanding of a person's hearing abilities. However, most of the speech audiometry tests in Finland have thus far been performed using bisyllabic word lists in a quiet setting. This has often resulted in underestimating the person's hearing difficulties in the adverse listening conditions of real-life environments. Moreover, the audiometric speech material is becoming outdated, and in repeated testing, people have started to memorize the word lists by heart. In modern hearing diagnostics and hearing rehabilitation, it is necessary to assess speech reception and recognition in background noise, to yield a better understanding of the effects of hearing loss in daily life. Such speech-in-noise tests have been developed and used for decades worldwide but in Finland only to a limited extent.

A speech-in-noise test utilizing five-word sentences with a fixed grammatical structure has been developed in Oldenburg, Germany, and this test has been translated into a number of different languages and it has become widely accepted and used worldwide. The test has been recently translated into and validated in Finnish. It has greatly improved the sensitivity and specificity of hearing diagnostics, as well as the accuracy and efficacy of hearing rehabilitation in Finland. The test uses an adaptive procedure to measure speech reception threshold in noise (SRTN), which is the signal-to-noise ratio (in dB SNR i.e., the decibel difference of the speech and the noise signals) for getting 50% correct of the presented speech material in background noise. Based on recent Finnish validation studies, the average SRTN for normally-hearing adults in monaural presentation over headphones is -9.7 dB SNR, while the SRTN after receiving a unilateral cochlear implant is expected to be about -3.5 dB SNR. These language-specific reference values are consistent with similar data collected in other languages outside Finland. The more negative the SRTN, the better the hearing acuity is in noisy conditions. In contrast, an SRTN of, e.g., 0 dB SNR or higher suggests marked difficulties in daily auditory-verbal communication.

This review article outlines the principles of speech audiometry and speech-in-noise testing. The key concepts of the new Finnish sentence-level speech-in-noise test are presented. In the general population, there are more and more elderly people and therefore, the need for reliable and accurate metrics in hearing diagnostics is constantly increasing. In addition, the aim of modern hearing rehabilitation is to provide access to binaural hearing, and the benefit of bilateral fitting of hearing devices can be easily assessed utilizing the new test. Finally, the review presents on-going developments for a simplified sentence test and a digit-in-noise test, which may be used in paediatric populations or for people with reduced cognitive function due to aging.