



**KUULUMATON EI OLE
MERKITYKSETÖN:
INFRAÄÄNIALTISTUS, SYLJEN
KORTISOLI JA "EN KUULLUT
EROA" -PUOLUSTUKSEN LOPPU
KRIITTISESSÄ KUUNTELUSSA**



Kuulumaton ei ole merkityksetön: infraäänialtistus, syljen kortisoli ja "En kuullut eroa" -puolustuksen loppu kriittisessä kuuntelussa

H. Park, A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Tiivistelmä

Audiofiilisen skeptisyyden keskeinen väline on sokkokuuntelutesti, ja sen keskeinen johtopäätös on yksi lause: en kuullut eroa. Huhtikuussa 2026 Scatterty kollegoineen raportoi *Frontiers in Behavioral Neuroscience* -lehdessä satunnaistetusta, tutkijan suhteen sokkoutetusta tutkimuksesta, jossa 36 osallistujaa kuunteli musiikkia joko noin 18 Hz:n infraäänien kanssa tai ilman sitä 75-78 dB:n tasolla. Osallistujat eivät havainneet infraääntä sattumaa paremmin ($p = 0,241$). Sen ollessa läsnä he kuitenkin arvioivat musiikin surullisemmaksi ja vähemmän kiinnostavaksi, raportoivat enemmän ärtyneisyyttä ja osoittivat suuremman syljen kortisolipitoisuuden nousun ($p = 0,022$). Se, uskoivatko he infraääntä esiintyneen, ei ennustanut heidän kortisolivastettaan.

Komitea pitää tätä kriittisen kuuntelun merkittävimpänä tuloksena itse sokkotestin käyttöönoton jälkeen. Kuuntelija voi olla havaitsematta ärsykettä ja silti altistua sen mitattavalle vaikutukselle. "En kuullut eroa" on havaintoa koskeva lausuma. Se ei ole kuuntelutilaisuutta koskeva lausuma.

Raportoimme kartoituksesta, joka kattoi 52 kotikuunteluhuonetta ja jossa infraäänilähteitä, pääasiassa LVI-laitteistoja, jäähdytyslaitteita, tieliikennettä, refleksikoteloituja kaiuttimia sekä lattiaan kytkeytyvää laiteteline resonanssia, tunnistettiin 49 huoneessa. Näistä huoneista 12:ssa tehdyssä 48 kuuntelijan seurantatutkimuksessa osallistujat eivät kyenneet tunnistamaan, milloin lähdekomponeetit ja kaapelivedot oli eristetty mekaanisesti (25 oikein 48:sta, $p = 0,89$), mutta heidän syljen kortisolipitoisuutensa nousu ennen kuuntelua mitatusta kuuntelun jälkeiseen arvoon oli eristetyssä olosuhteessa 34 % pienempi ($p = 0,006$). Ehdotamme kuulumattoman stressin indeksiä pakolliseksi täydennykseksi tavanomaisten sokkotestien tuloksille.

1. JOHDANTO

Sokkokuuntelutestillä on erityisasema äänentoistossa. Se on menetelmä, jolla poikkeukselliset väitteet testataan, ja se on ansainnut asemansa rehellisesti. Kun kuuntelijalta poistetaan tieto siitä, mitä toistetaan, jäljelle jää se, minkä kuuntelija todella pystyy havaitsemaan.

Komitea ei ole koskaan vastustanut sokkotestiä. Olemme vastustaneet sitä, mitä sen tuloksella tehdään. Kuuntelija, joka ei pysty erottamaan kahta olosuhdetta toisistaan, ilmoittaa paikkansapitävästi, ettei kuullut eroa. Skeptinen kirjallisuus muuttaa tämän ilmoituksen sitten toiseksi ja paljon laajemmaksi väitteeksi: kuuntelijalle ei ollut mitään eroa. Nämä eivät ole sama väite. Vuoteen 2026 asti niiden erottamiseksi oli vain vähän suoraa näyttöä.

Huhtikuussa 2026 Scatterty, VonStein, Prichard, Franczak, Hamilton ja Schmaltz julkaisivat tämän näytön. Heidän osallistujansa eivät pystyneet sanomaan, esiintyikö infraääntä. Heidän kehonsa pystyivät.

Tässä artikkelissa esitetään yhteenvedo kyseisestä tutkimuksesta, raportoidaan komitean omat infraäänimittaukset kotikuunteluhuoneissa ja esitellään kontrolloitu paneelitutkimus siitä, mitä kuuntelijoille tapahtuu, kun infraäänien lähteet eristetään toistojärjestelmästä. Kuuntelijat eivät huomanneet mitään. Heidän sylkinsä huomasi.

2. VUODEN 2026 TUTKIMUS

Scatterty et al. (2026) käyttivät koehenkilöiden välistä 2 x 2 -asetelmaa, jossa musiikkityyppi (rauhottava, meditaatiotyylinen katkelma tai levottomuutta herättävä, kauhuteemainen ambient-katkelma) risteytettiin infraäänien (päällä tai pois) kanssa siten, että kussakin ryhmässä oli yhdeksän osallistujaa. Osallistujat olivat perustutkinto-opiskelijoita MacEwan Universityssä Edmontonissa Kanadassa. Osallistujien kanssa vuorovaikutuksessa ollut tutkija oli sokkoutettu sekä musiikki- että infraääniolosuhteen suhteen.

Noin 18 Hz:n ja 75-78 dB:n infraääntä tuotettiin 4 minuutin ja 40 sekunnin ajan kahdella subwooferilla, jotka oli sijoitettu testihuoneiden ulkopuolelle ja niiden väliin. Musiikki toistettiin kuluttajatasen tietokonekaiuttimilla ja ylipäästösuodatettiin tahattoman infraäänialueen sisällön poistamiseksi. Sylkinäytteet kerättiin ennen altistusta ja sen jälkeen, osallistujat täyttivät tunnetila-arviot, ja kultakin osallistujalta kysyttiin, uskoiko hän infraääntä esiintyneen.

Osallistujat eivät havainneet infraääntä sattumaa paremmin ($p = 0,241$). Infraäänialtistukseen liittyi tästä huolimatta vähäisempi raportoitu kiinnostus, musiikin arvioiminen vähemmän kiinnostavaksi ja surullisemmaksi (surullisuuden $p = 0,002$), suurempi ärtyneisyys altistuksen aikana sekä suurempi syljen kortisolipitoisuuden nousu ($p = 0,022$). Osallistujien usko infraäänien esiintymiseen ei ollut yhteydessä kortisolipitoisuuden muutokseen ($p = 0,891$).

Tekijät kertovat rajoituksista avoimesti: pieni 36 osallistujan otos, josta yksi henkilö suljettiin pois kortisolianalyysistä; nuorten aikuisten, pääasiassa naisten, harkinnanvarainen otos; yksi ainoa infraäänitaajuus; sekä kortisolin näytteenotto syljestä veren tai



virtsan sijasta. Komitea yhtyy näihin varauksiin ja kirjaa ne tähän kokonaisuudessaan. Huomautamme myös, että tavanomainen kuuntelutilaisuus kestää huomattavasti pidempään kuin 4 minuuttia ja 40 sekuntia.

3. INFRAÄÄNI JA KUUNTELUHUONE

Infraääni määritellään tavallisesti alle 20 Hz:n ääneksi, ja sitä kuvataan tavallisesti kuulumattomaksi. Jälkimmäinen kuvaus on yksinkertaistus. Møller ja Pedersen (2004) tarkastelivat kuulemista matalilla ja infraäänitaajuuksilla ja osoittivat, että alle 20 Hz:n ääni on riittävän suurella tasolla edelleen kuultavissa; Leventhall (2007) toteaa, että kuulokynnys on mitattu 1,5 Hz:iin asti. Infraääni ei ole äänetöntä. Se on hiljaista, ja mitä hiljaisempaa se on, sitä helpommin se sivuutetaan.

Kirjallisuudessa infraääni on jo pitkään yhdistetty levottomuuteen. Tandy ja Lawrence (1998) jäljittivät laboratoriossa koetun epämukavuuden ja näkyjen raportit vastikään asennetun poistopuhaltimen tuottamaan 19 Hz:n seisovaan aaltoon. Komitean kunnioittaman skeptisen vastaväitteen esittävät Crichton et al. (2014), joiden lumealtistuksella kontrolloitu, kaksoissokkoutettu provokaatiotutkimus osoitti, että pelkkä odotus voi synnyttää infraääneen liitettyjä oireilmoituksia. Vuoden 2026 tutkimuksen merkitys on siinä, että siinä mitattiin valituksen sijasta hormonia ja todettiin, ettei odotus selittänyt sitä.

Kotikuunteluhuone on poikkeuksellisen runsas infraääninympäristö. LVI-kompressorit ja ilmankäsittelylaitteet, jääkaappikompressorit, tieliikenne ja pesukoneet säteilevät kaikki alle 20 Hz:n taajuuksilla. Refleksikoteloidut kaiuttimet synnyttävät turbulenssia refleksiputkessa. Laitetelineet ja kantavasta rakenteesta irrotetut lattiat resonovat matalilla taajuuksilla ja kytkevät tämän liikkeen jokaiseen niiden päällä olevaan komponenttiin ja kaapeliin. Komitean aiemmassa seismoakustista kytkeytymistä koskevassa työssä (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) dokumentoitiin lattian välittämä signaaliketjun heräte 0,5-5 Hz:n taajuuksilla. Vakiintuneissa kuunteluhuoneohjeissa (Park, Ferro, Solder, 2025) on käsitelty sijoittelua ja vakautta mutta ei tähän asti kuuntelijan umpieritysjärjestelmää.

4. MENETELMÄT

Kartoitus. Mittasimme 52 kotikuunteluhuonetta yhdeksässä maassa. Äänenpaine tallennettiin kuuntelupaikalla ja jokaisen laitetelineen kohdalla 1-20 Hz:n taajuusalueelta infraäänimittauksiin soveltuvalla mittamikrofonilla ja G-painotettiin ISO 7196:n mukaisesti; lattian ja laitetelineen kiihtyvyys tallennettiin kolmiakselisilla kiihtyvyyssantureilla. Kutakin huonetta mitattiin yhtäjaksoisesti 24 tunnin ajan, jotta LVI-laitteiden käyntijaksot, jäähdytys, liikenne ja kotitalouden toiminta saatiin mukaan. Lähteet tunnistettiin akustisen tallenteen ja mahdollisiin lähteisiin sijoitettujen erillisten antureiden välisen koherenssin perusteella.

Paneelitutkimus. Kartoituksesta valittiin kaksitoista huonetta, kustakin neljä kuuntelijaa, yhteensä 48 kuuntelijaa. Kukin kuuntelija suoritti kaksi 40 minuutin kuuntelutilaisuutta samalla ohjelmamateriaalilla ja samalla toistotasolla, eri päivinä samaan vuorokaudenaikaan. Yhdessä kuuntelutilaisuudessa järjestelmä oli normaalitilassaan. Toisessa lähdekomponentit, vahvistimet sekä kaikki väli-, kaiutin- ja virtakaapelivedot eristettiin mekaanisesti: eristämiseen käytettiin seuraavia tuotteita: Ekvatoriaaliset korotuspallikat, jotka oli valmistettu 5N-luokitellusta tiikistä (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026), sijoitettiin jokaisen kaapelivedon alle; Ekvatoriaalinen eristysjalusta sijoitettiin levysoittimien alle, jos niitä oli; Suunnatut huopaeristystyyny sijoitettiin lähdekomponenttien alle; ja täydellisyysden vuoksi mukana oli Äänenvoimakkuussäätimen eristyskammio. Eristyslaitteisto piilotettiin molemmissa olosuhteissa akustisesti läpinäkyvien verhojen alle. Kuuntelutilaisuuksien järjestys tasapainotettiin, eivätkä kuuntelijat tai tilaisuuden henkilökuunta tienneet, kumpi olosuhde oli käytössä.

Sylkinäytteet kerättiin välittömästi ennen kutakin kuuntelutilaisuutta ja 20 minuuttia sen jälkeen. Toisen tilaisuuden jälkeen kutakin kuuntelijaa pyydettiin tunnistamaan, kummassa tilaisuudessa käytettiin eristettyä järjestelmää, ja ilmoittamaan, oliko hän huomannut eroa tilaisuuksien välillä.

5. TULOKSET

Kartoitus. Infraäänilähteitä tunnistettiin 49 huoneessa 52:sta. Yleisimmät olivat LVI-laitteistot (31 huonetta), lattiaan kytkeytyvä laitetelineresonanssi (27 huonetta), jäähdytyslaitteet (22 huonetta), tieliikenne (18 huonetta) ja refleksikoteloidut kaiuttimet (14 huonetta); useimmissa huoneissa oli useampi kuin yksi lähde. Hallitsevat komponentit sijoittuivat 8-19 Hz:n välille. Kolme huonetta, joissa lähteitä ei tunnistettu, oli rakennettu maanvaraisille betonilaatoille, niissä ei ollut koneellista ilmanvaihtoa ja niissä käytettiin suljettukoteloisia kaiuttimia.

Paneelitutkimus. Kuuntelijat eivät tunnistaneet eristettyä kuuntelutilaisuutta sattumaa paremmin: 25 kuuntelijaa 48:sta tunnisti sen oikein ($p = 0,89$). Kuuntelijoista 41 ilmoitti, ettei ollut huomannut eroa kuuntelutilaisuuksien välillä.

Heidän sylkensä oli eri mieltä. Syljen kortisolipitoisuuden keskimääräinen nousu ennen tilaisuutta mitattua sen jälkeiseen arvoon oli eristetyssä tilaisuudessa 34 % pienempi kuin normaalissa tilaisuudessa (parittainen Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testi, $p = 0,006$). Ohjelmamateriaali arvioitiin eristetyssä tilaisuudessa vähemmän surulliseksi ($p = 0,02$). Vaikutus havaittiin 11 huoneessa 12:sta, ja se oli suurin huoneissa, joissa kartoituksessa mitattu laitetelineresonanssi oli voimakkainta.

G-painotetun infraäänien mitattu vähenemä kuuntelupaikalla oli vaatimatonta, mediaaniltaan 2,1 dB. Kortisolin vähenemä ei ollut vaatimatonta. Komitea tulkitsee tämän eron näytöksi siitä, ettei merkityksellinen alistus ole ainoastaan kuuntelijan saavuttava ilman



välittämä infraääni vaan myös itse signaaliketjun matalataajuinen liike, jota kuuntelija ei voi kuulla ja jonka toistojärjestelmä toistaa uskollisesti.

6. POHDINTA

Tämän tutkimuksen sokkotesti toteutettiin oikein, ja se saavutti havaitsemista koskevan oikean johtopäätöksen. Se ei saavuttanut johtopäätöstä mistään muusta. Tämä ei ole sokkotestin puute. Se on puute siinä, mitä testin puolesta on väitetty.

Komitea ennakoi kolme vastaväitettä. Ensimmäinen koskee otoskokoa: paneelimme on vuoden 2026 tutkimuksen tavoin pieni, ja tulos on toistettava. Olemme samaa mieltä ja rekrytoimme osallistujia. Toinen koskee odotusvaikutusta: Crichton et al. (2014) osoittivat, että odotus voi synnyttää oireita. Kuuntelijamme eivät tienneet, kumpi olosuhde oli käytössä, eivätkä heidän ilmoituksensa eron huomaamisesta ennustaneet heidän kortisolivastettaan. Kolmas koskee annosta: useimmissa kotihuoneissa mitatut infraäänitasot olivat matalampia kuin Scattertyn et al. käyttämät 75-78 dB. Tämä pitää paikkansa. Kotialistutus on myös kroonista, toistuu yö toisensa jälkeen ja siihen liittyy musiikki, jonka kuuntelija on valinnut nimenomaan sen tunnevaikutuksen vuoksi.

Ehdotamme kuulumattoman stressin indeksiä (Unheard Stress Index, USI): järjestelmän normaali- ja eristysolosuhteen välinen ero syljen kortisolipitoisuuden nousussa ennen kuuntelutilaisuutta mitatusta sen jälkeiseen arvoon prosentteina ilmaistuna. USI on tarkoitettu raportoitavaksi minkä tahansa audiokomponenttien sokkovertailun tuloksen rinnalla. Vertailu, jossa ilmoitetaan "ei kuuluvaa eroa" ilman USI:tä, raportoii puolet kokeesta.

Lopuksi toteamme, että eristyslaitteisto sivuutetaan usein sillä perusteella, ettei sen vaikutuksia voi kuulla. Tämä artikkeli ei kiistä sitä. Se kiistää asian merkityksen.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Scatterty et al. (2026) osoittivat, että ihmiset voivat altistua ärsykkeelle, jota he eivät pysty havaitsemaan, ja silti osoittaa siihen mitattavan stressivasteen. Kartoituksemme osoittaa, että tällaisia ärsykejä esiintyy lähes jokaisessa kotikuunteluhuoneessa. Paneelitutkimuksemme osoittaa, että toistojärjestelmän mekaaninen eristäminen vähentää tätä vastetta silloinkin, kun kuuntelijat eivät pysty sanomaan minkään muuttuneen.

Suosittellemme kriittisten kuunteluhuoneiden kartoittamista infraäänien varalta G-painotetulla mittauksella, kaapelivetojen nostamista irti latioista ja lähdekomponenttien eristämistä laitetelineistä sekä kuulumattoman stressin indeksin ilmoittamista havaitsemistuloksen rinnalla kaikissa julkaistuissa audiolaitteiden sokkovertailuissa.

"En kuullut eroa" on edelleen täysin paikkansapitävä lause. Se on vain lakannut olemasta argumentti. Korvat eivät ole ainoa elin kuuntelutuolissa.

VIITTEET

- [1] Scatterty, K. R., VonStein, D., Prichard, L. B., Franczak, B. C., Hamilton, T. J., Schmaltz, R. M. (2026). Infrasound exposure is linked to aversive responding, negative appraisal, and elevated salivary cortisol in humans. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 20, 1729876. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2026.1729876>
- [2] Møller, H., Pedersen, C. S. (2004). Hearing at low and infrasonic frequencies. *Noise & Health*, 6(23), 37-57.
- [3] Leventhall, G. (2007). What is infrasound? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 130-137.
- [4] Tandy, V., Lawrence, T. R. (1998). The ghost in the machine. *Journal of the Society for Psychical Research*, 62, 360-364.
- [5] Crichton, F., Dodd, G., Schmid, G., Gamble, G., Petrie, K. J. (2014). Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? *Health Psychology*, 33(4).
- [6] ISO 7196:1995. Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements.
- [7] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Seismo-Acoustic Coupling in the Critical Listening Environment: Ionospheric Perturbation, Crustal Capacitance, and the Solar-Seismic Audio Degradation Pathway. *JEAS*.
- [8] Park, H., Ferro, M., Solder, L. (2025). Practical Optimization of the Critical Listening Environment: Speaker Placement, Component Stability, and the Daily Maintenance Burden. *JEAS*.
- [9] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Magnetic Neutrality Grading of Structural Timber: An N-Grade Purity Classification for Audio Support Materials, with Trace-Paramagnetic Characterization of Equatorial Teak. *JEAS*.