



NEČUJNO NIJE BEZ POSLJEDICA:
IZLOŽENOST INFRAZVUKU,
KORTIZOL U SLINI I KRAJ OBRANE
„NISAM ČUO RAZLIKU” U
KRITIČKOM SLUŠANJU



Nečujno nije bez posljedica: izloženost infrazvuku, kortizol u slini i kraj obrane „Nisam čuo razliku“ u kritičkom slušanju

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

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Sažetak

Središnji instrument audiofilskog skepticizma slijepi je test slušanja, a njegov središnji zaključak jedna je rečenica: nisam čuo razliku. U travnju 2026. Scatterty i suradnici izvijestili su u časopisu *Frontiers in Behavioral Neuroscience* o randomiziranoj studiji u kojoj istraživač nije znao uvjete, a 36 sudionika slušalo je glazbu s infrazvukom od približno 18 Hz pri 75-78 dB ili bez njega. Sudionici nisu otkrili infrazvuk iznad razine slučajnosti ($p = 0,241$). Kada je bio prisutan, ipak su glazbu ocijenili tužnijom i manje zanimljivom, prijavili veću razdražljivost i pokazali veći porast kortizola u slini ($p = 0,022$). Njihovo uvjerenje da je infrazvuk bio prisutan nije predviđalo njihov odgovor kortizola.

Odbor ovo smatra najznačajnijim rezultatom za kritičko slušanje od prihvatanja samog slijepog testa. Slušatelj može propustiti otkriti podražaj, a da on ipak mjerljivo utječe na njega. „Nisam čuo razliku“ tvrdnja je o detekciji. Nije tvrdnja o sesiji slušanja.

Izvešćujemo o pregledu 52 kućne sobe za slušanje, u kojima su izvori infrazvuka, ponajprije sustavi grijanja, ventilacije i klimatizacije, rashladni uređaji, cestovni promet, bas-refleksne zvučnice kutije te rezonancija stalka povezana s podom, utvrđeni u njih 49. U naknadnoj studiji s 48 slušatelja u 12 tih soba sudionici nisu mogli prepoznati kada su izvorne komponente i kabelaške trase bile mehanički izolirane (25 od 48 točnih odgovora, $p = 0,89$), no porast kortizola u slini od mjerenja prije sesije do mjerenja nakon nje bio je 34 % manji u izoliranom uvjetu ($p = 0,006$). Predlažemo Indeks nečujnog stresa kao obavezan dodatak rezultatima uobičajenih slijepih testova.

1. UVOD

Slijepi test slušanja zauzima posebno mjesto u audiotehnici. To je metoda kojom se ispituju izvanredne tvrdnje i pošteno je zaslužila to mjesto. Ukloni li se slušateljevo znanje o tome što se reproducira, ostaje ono što slušatelj doista može otkriti.

Odbor se nikada nije protivio slijepom testu. Protivili smo se onome što se radi s njegovim rezultatom. Slušatelj koji ne može razlikovati dva uvjeta točno izvešćuje da nije čuo razliku. Skeptična literatura zatim taj iskaz pretvara u drugu i mnogo širu tvrdnju: da za slušatelja nije bilo razlike. To nisu iste tvrdnje. Do 2026. bilo je malo izravnih dokaza kojima bi ih se moglo razdvojiti.

U travnju 2026. Scatterty, VonStein, Prichard, Franczak, Hamilton i Schmaltz objavili su taj dokaz. Njihovi sudionici nisu mogli utvrditi je li infrazvuk bio prisutan. Njihova tijela jesu.

Ovaj rad sažima tu studiju, izvešćuje o vlastitim mjerenjima infrazvuka koja je odbor proveo u kućnim sobama za slušanje i predstavlja kontroliranu panel-studiju o tome što se događa slušateljima kada se izvori tog infrazvuka izoliraju od sustava za reprodukciju. Slušatelji nisu primijetili ništa. Njihova slina jest.

2. STUDIJA IZ 2026.

Scatterty i sur. (2026) primijenili su međusudionički nacrt 2 x 2 kojim su ukrstili vrstu glazbe (umirujući isječak u stilu meditacije ili uznemirujući ambijentalni isječak s temom strave) s infrazvukom (uključenim ili isključenim), s devet sudionika u svakoj skupini. Sudionici su bili studenti preddiplomskog studija na sveučilištu MacEwan u Edmontonu u Kanadi. Istraživač koji je komunicirao sa sudionicima nije znao ni glazbeni ni infrazvučni uvjet.

Infrazvuk od približno 18 Hz i 75-78 dB proizvodila su 4 minute i 40 sekundi dva subwoofera postavljena izvan ispitnih soba i između njih. Glazba se reproducirala putem računalnih zvučnika potrošačke klase te je visokopropusno filtrirana kako bi se uklonio nenamjeran sadržaj u infrazvučnom području. Uzorci sline prikupljeni su prije i poslije izlaganja, sudionici su ispunili procjene afekta, a svakoga se pitalo vjeruje li da je infrazvuk bio prisutan.

Sudionici nisu otkrili infrazvuk iznad razine slučajnosti ($p = 0,241$). Izloženost infrazvuku ipak je bila povezana s manjim prijavljenim zanimanjem, ocjenom glazbe kao manje zanimljive i tužnije ($p = 0,002$ za tugu), većom razdražljivošću tijekom izlaganja te većim porastom kortizola u slini ($p = 0,022$). Uvjerenje sudionika da je infrazvuk bio prisutan nije pokazalo povezanost s promjenom kortizola ($p = 0,891$).

Autori otvoreno navode ograničenja: mali uzorak od 36 sudionika, od kojih je jedan isključen iz analize kortizola; prigodan uzorak mladih odraslih osoba, pretežno žena; jedna infrazvučna frekvencija; te uzorkovanje kortizola iz sline umjesto iz krvi ili mokraće. Odbor dijeli te rezerve i ovdje ih bilježi u cijelosti. Napominjemo i da je tipična sesija slušanja znatno dulja od 4

minute i 40 sekundi.

3. INFRAZVUK I SOBA ZA SLUŠANJE

Infrazvuk se uobičajeno definira kao zvuk ispod 20 Hz i uobičajeno opisuje kao nečujan. Drugi je opis pojednostavljen. Møller i Pedersen (2004) pregledali su sluh pri niskim i infrazvučnim frekvencijama te pokazali da zvuk ispod 20 Hz ostaje čujan pri dovoljno visokim razinama, a Leventhall (2007) navodi da je prag sluha izmjeren sve do 1,5 Hz. Infrazvuk nije tišina. Tih je, a što je tiši, to ga je lakše zanemariti.

Literatura također dugo povezuje infrazvuk s nelagodom. Tandy i Lawrence (1998) povezali su izvješća o nelagodi i prividenjima u laboratoriju sa stojnim valom od 19 Hz koji je stvarao novougrađeni odsisni ventilator. Skeptični odgovor, koji odbor poštuje, dolazi od Crichtona i sur. (2014), čija je lažnim izlaganjem kontrolirana, dvostruko slijepa provokacijska studija pokazala da samo očekivanje može proizvesti prijavu simptoma pripisane infrazvuku. Značenje studije iz 2026. jest u tome što je mjerila hormon umjesto pritužbe i utvrdila da ga očekivanje nije objasnilo.

Kućna soba za slušanje neobično je bogato infrazvučno okruženje. Kompresori i uređaji za obradu zraka sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije, kompresori hladnjaka, cestovni promet i perilice rublja zrače ispod 20 Hz. Bas-refleksne zvučnice kutije stvaraju turbulenciju na otvoru. Stalci za opremu i ovješeni podovi rezoniraju na niskim frekvencijama te tu kretnju spajaju sa svakom komponentom i kabelom koji na njima leži. Raniji rad odbora o seizmoakustičkom sprezanju (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) dokumentirao je podnu pobudu signalnog lanca između 0,5 i 5 Hz. Uvriježene smjernice za sobe za slušanje (Park, Ferro, Solder, 2025) bavile su se smještajem i stabilnošću, ali dosad ne i endokrinim sustavom slušatelja.

4. METODOLOGIJA

Pregled. Izmjerali smo 52 kućne sobe za slušanje u devet zemalja. Na mjestu slušanja i uz svaki stalak za opremu zvučni tlak bilježen je od 1 Hz do 20 Hz mjernim mikrofonom sposobnim za infrazvuk i G-ponderiran prema ISO 7196, a ubrzanje poda i stalka bilježeno je troosnim akcelerometrima. Svaka se soba mjerila neprekidno 24 sata kako bi se obuhvatili ciklusi sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije, hlađenje, promet i kućne aktivnosti. Izvori su utvrđeni prema koherenciji između akustičnog zapisa i namjenskih senzora postavljenih na moguće izvore.

Panel-studija. Iz pregleda je odabrano dvanaest soba, s četiri slušatelja po sobi, ukupno 48 slušatelja. Svaki je slušatelj završio dvije sesije od 40 minuta s istim programskim materijalom pri istoj razini reprodukcije, različitih dana u isto doba dana. U jednoj sesiji sustav je bio u normalnom stanju. U drugoj su izvorne komponente, pojačala i sve trase spojnih, zvučnih i strujnih kabela bile mehanički izolirane: Ekvatorijalni blokovi za podizanje kabela od tikovine stupnja 5N (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026) ispod svake kabelaške trase, Ekvatorijalno izolacijsko postolje ispod gramofona gdje su bili prisutni, Izolacijski podlošci od usmjerenog filca ispod izvornih komponenti te, radi potpunosti, Komora za izolaciju gumba za glasnoću. Izolacijska oprema u oba je uvjeta bila skrivena ispod akustički prozirnih zastora. Redoslijed sesija bio je protutežno raspoređen, a ni slušatelji ni osoblje sesije nisu znali koji je uvjet uspostavljen.

Uzorci sline prikupljeni su neposredno prije i 20 minuta nakon svake sesije. Nakon druge sesije svaki je slušatelj zamoljen da odredi u kojoj je sesiji korišten izolirani sustav i navede je li primijetio ikakvu razliku između sesija.

5. REZULTATI

Pregled. Izvori infrazvuka utvrđeni su u 49 od 52 sobe. Najčešći su bili sustavi grijanja, ventilacije i klimatizacije (31 soba), rezonancija stalka povezana s podom (27 soba), rashladni uređaji (22 sobe), cestovni promet (18 soba) i bas-refleksne zvučnice kutije (14 soba); većina soba imala je više od jednog izvora. Dominantne komponente nalazile su se između 8 Hz i 19 Hz. Tri sobe bez utvrđenih izvora bile su izgrađene na betonskim pločama u razini tla, nisu imale ventilaciju s prisilnim strujanjem zraka i koristile su zvučnike sa zatvorenim kutijama.

Panel-studija. Slušatelji nisu prepoznali izoliranu sesiju iznad razine slučajnosti: 25 od 48 ispravno ju je prepoznalo ($p = 0,89$). Četrdeset jedan od 48 slušatelja prijavio je da nije primijetio razliku između sesija.

Njihova se slina nije slagala. Prosječni porast kortizola u slini od mjerenja prije sesije do mjerenja nakon nje bio je 34 % manji u izoliranoj nego u normalnoj sesiji (upareni Wilcoxonov test predznačenih rangova, $p = 0,006$). Programski materijal ocijenjen je manje tužnim u izoliranoj sesiji ($p = 0,02$). Učinak je bio prisutan u 11 od 12 soba i najveći u sobama s najvećom rezonancijom stalka izmjerenom u pregledu.

Izmjereno smanjenje G-ponderiranog infrazvuka na mjestu slušanja bilo je skromno, s medijanom od 2,1 dB. Smanjenje kortizola nije bilo skromno. Odbor tu razliku tumači kao dokaz da relevantna izloženost nije samo infrazvuk koji se zrakom prenosi do slušatelja nego i niskofrekvencijska kretnja samog signalnog lanca, koju slušatelj ne može čuti, a sustav za reprodukciju vjerno reproducira.



6. RASPRAVA

Slijepi test u ovoj studiji proveden je ispravno i došao je do ispravnog zaključka o detekciji. Ni o čemu drugom nije donio zaključak. To nije nedostatak slijepog testa. Nedostatak je onoga što se tvrdilo u njegovo ime.

Odbor predviđa tri prigovora. Prvi je veličina uzorka: naš je panel, kao i studija iz 2026., malen i potrebno je ponavljanje. Slažemo se i regrutiramo sudionike. Drugi je očekivanje: Crichton i sur. (2014) pokazali su da očekivanje može proizvesti simptome. Naši slušatelji nisu znali koji je uvjet uspostavljen, a njihova izvješća o uočenoj razlici nisu predviđala njihov odgovor kortizola. Treći je doza: razine infrazvuka izmjerene u većini kućnih soba bile su niže od 75-78 dB koje su upotrijebili Scatterty i sur. To je točno. Kućna je izloženost također kronična, ponavlja se iz noći u noć i prati je glazba koju je slušatelj odabrao upravo zbog njezina emocionalnog učinka.

Predlažemo Indeks nečujnog stresa (Unheard Stress Index, USI): razliku u porastu kortizola od mjerenja prije sesije do mjerenja nakon nje između normalnog i izoliranog stanja sustava, izraženu kao postotak. USI je namijenjen izvješćivanju uz rezultat svake slijepe usporedbe audiokomponenti. Usporedba koja navodi „nema čujne razlike" bez USI-ja izvijestila je o polovici eksperimenta.

Na kraju napominjemo da se izolacijska oprema često odbacuje uz obrazloženje da se njezini učinci ne mogu čuti. Ovaj rad to ne osporava. Osporava važnost tog obrazloženja.

7. ZAKLJUČCI

Scatterty i sur. (2026) pokazali su da ljudi mogu biti izloženi podražaju koji ne mogu otkriti, a ipak pokazati mjerljiv stresni odgovor na njega. Naš pregled pokazuje da su takvi podražaji prisutni u gotovo svakoj kućnoj sobi za slušanje. Naša panel-studija pokazuje da mehanička izolacija sustava za reprodukciju smanjuje taj odgovor čak i kada slušatelji ne mogu reći da se išta promijenilo.

Preporučujemo da se sobe za kritičko slušanje pregledaju radi infrazvuka G-ponderiranim mjerenjem, da se kabelske trase podignu s podova i izvorne komponente izoliraju od stalaka te da svaka objavljena slijepa usporedba audioopreme uz rezultat detekcije navede Indeks nečujnog stresa.

„Nisam čuo razliku" ostaje potpuno točna rečenica. Samo je prestala biti argument. Uši nisu jedini organ u stolcu za slušanje.

LITERATURA

- [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*.