



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



Nečujno nije bez posljedica: izloženost infrazvuku, kortizol u pljuvački i kraj odbrane „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

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

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

Izveštavamo o pregledu 52 kućne sobe za slušanje, u kojima su izvori infrazvuka, prvenstveno sistemi grijanja, ventilacije i klimatizacije, rashladni uređaji, cestovni saobraćaj, bas-refleksne zvučnice kutije te rezonancija stalka povezana s podom, utvrđeni u njih 49. U naknadnoj studiji sa 48 slušalaca u 12 tih soba učesnici nisu mogli prepoznati kada su izvorne komponente i trase kablova bile mehanički izolirane (25 od 48 tačnih odgovora, $p = 0,89$), ali je porast kortizola u pljuvački od mjerenja prije sesije do mjerenja nakon nje bio 34 % manji u izoliranom uslovu ($p = 0,006$). 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. Kada se ukloni znanje slušaoca o tome šta se reproducira, ostaje ono što slušalac zaista može otkriti.

Komiteta se nikada nije protivio slijepom testu. Protivili smo se onome što se radi s njegovim rezultatom. Slušalac koji ne može razlikovati dva uslova tačno izveštava da nije čuo razliku. Skeptična literatura zatim taj iskaz pretvara u drugu i mnogo širu tvrdnju: da za slušaoca nije bilo razlike. To nisu iste tvrdnje. Do 2026. bilo je malo direktnih dokaza pomoću kojih bi se mogle razdvojiti.

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

Ovaj rad sažima tu studiju, izveštava o vlastitim mjerenjima infrazvuka koja je komiteta proveo u kućnim sobama za slušanje i predstavlja kontroliranu panel-studiju o tome šta se događa slušaocima kada se izvori tog infrazvuka izoliraju od sistema za reprodukciju. Slušaoци nisu primijetili ništa. Njihova pljuvačka jeste.

2. STUDIJA IZ 2026.

Scatterty i sar. (2026) primijenili su nacrt 2 x 2 između učesnika kojim su ukrstili vrstu muzike (umirujući isječak u stilu meditacije ili uznemirujući ambijentalni isječak s temom strave) s infrazvukom (uključenim ili isključenim), s devet učesnika u svakoj grupi. Učesnici su bili studenti dodiplomskog studija na univerzitetu MacEwan u Edmontonu u Kanadi. Istraživač koji je komunicirao s učesnicima nije znao ni muzički ni infrazvučni uslov.

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. Muzika se reproducirala putem računarskih zvučnika potrošačke klase te je visokopropusno filtrirana kako bi se uklonio neželjeni sadržaj u infrazvučnom području. Uzorci pljuvačke prikupljeni su prije i poslije izlaganja, učesnici su ispunili procjene afekta, a svakoga su pitali vjeruje li da je infrazvuk bio prisutan.

Učesnici nisu otkrili infrazvuk iznad nivoa slučajnosti ($p = 0,241$). Izloženost infrazvuku ipak je bila povezana s manjim prijavljenim interesovanjem, ocjenom muzike kao manje zanimljive i tužnije ($p = 0,002$ za tugu), većom razdražljivošću tokom izlaganja te većim porastom kortizola u pljuvački ($p = 0,022$). Uvjerenje učesnika da je infrazvuk bio prisutan nije pokazalo povezanost s promjenom kortizola ($p = 0,891$).

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

od 4 minute i 40 sekundi.

3. INFRAZVUK I SOBA ZA SLUŠANJE

Infrazvuk se obično definira kao zvuk ispod 20 Hz i obično opisuje kao nečujan. Drugi opis je pojednostavljeno. Møller i Pedersen (2004) pregledali su sluh pri niskim i infrazvučnim frekvencijama te pokazali da zvuk ispod 20 Hz ostaje čujan pri dovoljno visokim nivoima, 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 odbaciti.

Literatura također dugo povezuje infrazvuk s nelagodom. Tandy i Lawrence (1998) povezali su izvještaje o nelagodi i priviđenjima u laboratoriji sa stojećim valom od 19 Hz koji je stvarao novougrađeni odsisni ventilator. Skeptični odgovor, koji komitet poštuje, dolazi od Crichtona i sar. (2014), čija je lažnim izlaganjem kontrolirana, dvostruko slijepa provokacijska studija pokazala da samo očekivanje može proizvesti prijave simptoma pripisane infrazvuku. Značaj studije iz 2026. jeste 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 sistema grijanja, ventilacije i klimatizacije, kompresori frižidera, cestovni saobraćaj i mašine za pranje veša 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 prenose na svaku komponentu i kabl koji na njima leži. Raniji rad komiteta 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 sistemom slušaoca.

4. METODOLOGIJA

Pregled. Izmjerali smo 52 kućne sobe za slušanje u devet zemalja. Na mjestu slušanja i uz svaki stalak za opremu zvučni pritisak 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 soba mjerena je neprekidno 24 sata kako bi se obuhvatili ciklusi sistema grijanja, ventilacije i klimatizacije, hlađenje, saobraćaj 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, sa četiri slušaoca po sobi, ukupno 48 slušalaca. Svaki slušalac završio je dvije sesije od 40 minuta s istim programskim materijalom pri istom nivou reprodukcije, različitih dana u isto doba dana. U jednoj sesiji sistem je bio u normalnom stanju. U drugoj su izvorne komponente, pojačala i sve trase spojnih, zvučnih i strujnih kablova bile mehanički izolirane: Ekvatorijalni Blokovi za Podizanje Kablova od tikovine stepena 5N (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026) ispod svake trase kabla, Ekvatorijalni Izolacijski Postolje ispod gramofona gdje su bili prisutni, Izolacijske Podloge od Usmjerenog Filca ispod izvornih komponenti te, radi potpunosti, Komora za Izolaciju Dugmeta za Glasnoću. Izolacijska oprema u oba uslova bila je skrivena ispod akustički prozirnih zastora. Redoslijed sesija bio je protutežno raspoređen, a ni slušaoci ni osoblje sesije nisu znali koji je uslov uspostavljen.

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

5. REZULTATI

Pregled. Izvori infrazvuka utvrđeni su u 49 od 52 sobe. Najčešći su bili sistemi grijanja, ventilacije i klimatizacije (31 soba), rezonancija stalka povezana s podom (27 soba), rashladni uređaji (22 sobe), cestovni saobraćaj (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 nivou tla, nisu imale ventilaciju s prisilnim strujanjem zraka i koristile su zvučnike sa zatvorenim kutijama.

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

Njihova pljuvačka nije se slagala. Prosječni porast kortizola u pljuvački od mjerenja prije sesije do mjerenja nakon nje bio je 34 % manji u izoliranoj nego u normalnoj sesiji (upareni Wilcoxonov test označenih 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. Komitet tu razliku tumači kao dokaz da relevantna izloženost nije samo infrazvuk koji se zrakom prenosi do slušaoca nego i niskofrekvencijska kretnja samog signalnog lanca, koju slušalac ne može čuti, a sistem za reprodukciju vjerno reproducira.



6. RASPRAVA

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

Komitet predviđa tri prigovora. Prvi je veličina uzorka: naš panel, kao i studija iz 2026., malen je i potrebno je ponavljanje. Slažemo se i regrutiramo učesnike. Drugi je očekivanje: Crichton i sar. (2014) pokazali su da očekivanje može proizvesti simptome. Naši slušaoci nisu znali koji je uslov uspostavljen, a njihovi izvještaji o uočenoj razlici nisu predviđali njihov odgovor kortizola. Treći je doza: nivoi infrazvuka izmjereni u većini kućnih soba bili su niži od 75-78 dB koje su upotrijebili Scatterty i sar. To je tačno. Kućna izloženost također je hronična, ponavlja se iz noći u noć i prati je muzika koju je slušalac odabrao upravo zbog njenog 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 sistema, izraženu kao procenat. USI je namijenjen izvještavanju uz rezultat svakog slijepog poređenja audiokomponenti. Poređenje koje navodi „nema čujne razlike“ bez USI-ja izvijestilo je o polovini eksperimenta.

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

7. ZAKLJUČCI

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

Preporučujemo da se sobe za kritičko slušanje pregledaju radi infrazvuka G-ponderiranim mjerenjem, da se trase kablova podignu s podova i izvorne komponente izoliraju od stalaka te da svako objavljeno slijepo poređenje audioopreme uz rezultat otkrivanja navede Indeks nečujnog stresa.

„Nisam čuo razliku“ ostaje potpuno tačna rečenica. Samo je prestala biti argument. Uši nisu jedini organ u stolici za slušanje.

REFERENCE

- [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*.