



NEČUJNO NIJE BEZ POSLEDICA:
IZLAGANJE INFRAZVUKU, KORTIZOL
U PLJUVAČKI I KRAJ ODBRANE
„NISAM ČUO RAZLIKU" U
KRITIČKOM SLUŠANJU



Nečujno nije bez posledica: izlaganje 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.

Apstrakt

Glavni instrument audiofilskog skepticizma jeste slepi test slušanja, a njegov glavni zaključak jedna je rečenica: nisam čuo razliku. U aprilu 2026. Scatterty i saradnici izvestili su u časopisu Frontiers in Behavioral Neuroscience o randomizovanoj studiji u kojoj istraživač nije znao uslove, a 36 učesnika slušalo je muziku sa 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 ocenili tužnijom i manje zanimljivom, prijavili veću razdražljivost i pokazali veći porast kortizola u pljuvački ($p = 0,022$). Njihovo uverenje da je infrazvuk bio prisutan nije predviđalo njihov odgovor kortizola.

Komiteta ovo smatra najznačajnijim rezultatom za kritičko slušanje od usvajanja samog slepog testa. Slušalac može propustiti da otkrije nadražaj, a da on ipak merljivo 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 grejanja, ventilacije i klimatizacije, rashladni uređaji, drumski saobraćaj, bas-refleksne zvučnice kutije i rezonancija stalker spregnuta sa podom, utvrđeni u njih 49. U naknadnoj studiji sa 48 slušalaca u 12 tih soba učesnici nisu mogli da prepoznaju kada su izvorne komponente i trase kablova bile mehanički izolovane (25 od 48 tačnih odgovora, $p = 0,89$), ali je njihov porast kortizola u pljuvački od merenja pre sesije do merenja posle nje bio 34% manji u izolovanom uslovu ($p = 0,006$). Predlažemo Indeks nečujnog stresa kao obavezan dodatak rezultatima uobičajenih slepih testova.

1. UVOD

Slepi test slušanja zauzima posebno mesto u audiotehnici. To je metod kojim se ispituju izvanredne tvrdnje i pošteno je zaslužio to mesto. Kada se ukloni znanje slušaoca o tome šta se reprodukuje, ostaje ono što slušalac zaista može da otkrije.

Komiteta se nikada nije protivio slepom testu. Protivili smo se onome što se radi s njegovim rezultatom. Slušalac koji ne može da razlikuje 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 neposrednih 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 da utvrde da li je infrazvuk bio prisutan. Tela učesnika jesu.

Ovaj rad rezimira tu studiju, izveštava o sopstvenim merenjima infrazvuka koja je komitet sproveo u kućnim sobama za slušanje i predstavlja kontrolisanu panel-studiju o tome šta se događa slušaocima kada se izvori tog infrazvuka izoluju od sistema za reprodukciju. Slušaoци nisu primetili ništa. Njihova pljuvačka jeste.

2. STUDIJA IZ 2026.

Scatterty i sar. (2026) primenili su međugrupni nacrt 2×2 , ukrštajući vrstu muzike (umirujući odlomak u stilu meditacije ili uznemirujući ambijentalni odlomak sa temom strave) sa infrazvukom (uključenim ili isključenim), sa devet učesnika u svakoj grupi. Učesnici su bili studenti osnovnih studija na Univerzitetu MacEwan u Edmontonu u Kanadi. Istraživač koji je komunicirao sa učesnicima nije znao ni muzički ni infrazvučni uslov.

Infrazvuk od približno 18 Hz i 75-78 dB proizvodila su 4 minuta i 40 sekundi dva sabvufera postavljena izvan prostorija za ispitivanje i između njih. Muzika je reprodukovana preko računarskih zvučnika potrošačke klase i visokopropusno filtrirana kako bi se uklonio neželjeni sadržaj u infrazvučnom opsegu. Uzorci pljuvačke prikupljeni su pre i posle izlaganja, učesnici su popunili procene afekta, a svaki učesnik je upitan da li veruje da je infrazvuk bio prisutan.

Učesnici nisu otkrili infrazvuk iznad nivoa slučajnosti ($p = 0,241$). Izlaganje infrazvuku ipak je bilo povezano sa manjim prijavljenim interesovanjem, ocenjivanjem muzike kao manje zanimljive i tužnije ($p = 0,002$ za tugu), većom razdražljivošću tokom izlaganja i većim porastom kortizola u pljuvački ($p = 0,022$). Uverenje učesnika da je infrazvuk bio prisutan nije pokazalo povezanost sa promenom 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; i uzorkovanje kortizola iz pljuvačke umesto iz krvi ili urina. Komitet deli te rezerve i ovde ih beleži u celosti. Napominjemo i da je tipična sesija slušanja znatno duža od 4

minuta i 40 sekundi.

3. INFRAZVUK I SOBA ZA SLUŠANJE

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

Literatura takođe dugo povezuje infrazvuk sa nelagodnom. Tandy i Lawrence (1998) povezali su izveštaje o nelagodnosti i priviđenjima u laboratoriji sa stojećim talasom od 19 Hz koji je stvarao novougrađeni odsisni ventilator. Skeptični odgovor, koji komitet poštuje, dolazi od Crichtona i sar. (2014), čija je lažnim izlaganjem kontrolisana, dvostruko slepa provokaciona studija pokazala da samo očekivanje može proizvesti prijave simptoma pripisane infrazvuku. Značaj studije iz 2026. jeste u tome što je merila hormon umesto pritužbe i utvrdila da ga očekivanje nije objasnilo.

Kućna soba za slušanje neobično je bogato infrazvučno okruženje. Kompresori i uređaji za obradu vazduha sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije, kompresori frižidera, drumski saobraćaj i mašine za pranje veša zrače ispod 20 Hz. Bas-refleksne zvučnice kutije stvaraju turbulenciju na otvoru. Stalci za opremu i viseći podovi rezonuju na niskim frekvencijama i tu kretnju prenose na svaku komponentu i kabl koji na njima leži. Raniji rad komiteta o seizmo-akustičkom sprezanju (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) dokumentovao je podnu pobudu signalnog lanca između 0,5 i 5 Hz. Ustaljene smernice za sobe za slušanje (Park, Ferro, Solder, 2025) bavile su se položajem i stabilnošću, ali do sada ne i endokrinim sistemom slušaoca.

4. METODOLOGIJA

Pregled. Izmerili smo 52 kućne sobe za slušanje u devet zemalja. Na mestu slušanja i uz svaki stalak za opremu zvučni pritisak beležen je od 1 Hz do 20 Hz mernim mikrofonom sposobnim za infrazvuk i G-ponderisan prema ISO 7196, a ubrzanje poda i stalka beleženo je troosnim akcelometrima. Svaka soba merena je neprekidno 24 sata kako bi se obuhvatili ciklusi sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije, hlađenje, saobraćaj i kućne aktivnosti. Izvori su utvrđeni prema koherenciji između akustičnog zapisa i namenskih 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 dve sesije od 40 minuta sa 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 izolovane: Ekvatorijalni Blokovi za Podizanje Kablova od tikovine stepena 5N (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026) ispod svake trase kabla, Ekvatorijalni Izolacioni Postament ispod gramofona gde su bili prisutni, Izolacioni Jastučići od Usmerenog Filca ispod izvornih komponenti i, radi potpunosti, Komora za Izolaciju Dugmeta za Jačinu Zvuka. Izolaciona oprema u oba uslova bila je skrivena ispod akustički prozirnih zastora. Redosled sesija bio je protivtežno raspoređen, a ni slušaoci ni osoblje sesije nisu znali koji je uslov uspostavljen.

Uzorci pljuvačke prikupljeni su neposredno pre i 20 minuta posle svake sesije. Posle druge sesije svaki slušalac zamoljen je da odredi u kojoj je sesiji korišćen izolovani sistem i da navede da li je primetio ikakvu razliku između sesija.

5. REZULTATI

Pregled. Izvori infrazvuka utvrđeni su u 49 od 52 sobe. Najčešći su bili sistemi grejanja, ventilacije i klimatizacije (31 soba), rezonancija stalka spregnuta sa podom (27 soba), rashladni uređaji (22 sobe), drumski 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 sa prinudnim strujanjem vazduha i koristile su zvučnike sa zatvorenim kutijama.

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

Njihova pljuvačka nije se slagala. Prosečni porast kortizola u pljuvački od merenja pre sesije do merenja posle nje bio je 34% manji u izolovanoj nego u normalnoj sesiji (upareni Wilcoxonov test označenih rangova, $p = 0,006$). Programski materijal ocenjen je manje tužnim u izolovanoj sesiji ($p = 0,02$). Efekat je bio prisutan u 11 od 12 soba i najveći u sobama sa najvećom rezonancijom stalka izmerenom u pregledu.

Izmereno smanjenje G-ponderisanog infrazvuka na mestu slušanja bilo je skromno, sa medijanom od 2,1 dB. Smanjenje kortizola nije bilo skromno. Komitet tu razliku tumači kao dokaz da relevantno izlaganje nije samo infrazvuk koji se vazduhom prenosi do slušaoca nego i niskofrekvencijsko kretanje samog signalnog lanca, koje slušalac ne može da čuje, a sistem za reprodukciju verno reprodukuje.

6. DISKUSIJA

Slepi test u ovoj studiji sproveden je ispravno i došao je do ispravnog zaključka o otkrivanju. Ni o čemu drugom nije doneo zaključak. To nije nedostatak slepog 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, mali je i potrebno je ponavljanje. Slažemo se i regrutujemo 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 izveštaji o uočenoj razlici nisu predviđali njihov odgovor kortizola. Treći je doza: nivoi infrazvuka izmereni u većini kućnih soba bili su niži od 75-78 dB koje su upotrebili Scatterty i sar. To je tačno. Kućno izlaganje je takođe hronično, ponavlja se iz noći u noć i prati ga muzika koju je slušalac odabrao upravo zbog njenog emocionalnog dejstva.

Predlažemo Indeks nečujnog stresa (Unheard Stress Index, USI): razliku u porastu kortizola od merenja pre sesije do merenja posle nje između normalnog i izolovanog stanja sistema, izraženu kao procenat. USI je namenjen izveštavanju uz rezultat svakog slepog poređenja audio-komponentata. Poređenje koje navodi „nema čujne razlike” bez USI-ja izvestilo je o polovini eksperimenta.

Na kraju napominjemo da se izolaciona oprema često odbacuje uz obrazloženje da se njeni efekti ne mogu čuti. Ovaj rad to ne osporava. Oспорava relevantnost tog obrazloženja.

7. ZAKLJUČCI

Scatterty i sar. (2026) pokazali su da ljudi mogu biti izloženi nadražaju koji ne mogu da otkriju, a ipak pokazati merljiv odgovor na stres. Naš pregled pokazuje da su takvi nadražaji 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 da utvrde da se išta promenilo.

Preporučujemo da se u sobama za kritičko slušanje infrazvuk ispita G-ponderisanim merenjem, da se trase kablova podignu sa podova i izvorne komponente izoluju od stalaka, kao i da svako objavljeno slepo poređenje audio-opreme uz rezultat otkrivanja navede Indeks nečujnog stresa.

„Nisam čuo razliku” ostaje savršeno tačna rečenica. Samo je prestala da bude 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*.