

ESHITISH SISTEMASINING FIZIK XOSSALARI VA INSON ORGANIZMIGA TOVUSHNING TA'SIRI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17679405>

Kuramatova Shahlo Azizjon qizi
Muhammadova Roziyaxon Bakirjon qizi
"Central Asian Medical University"

Annotatsiya

Mazkur mavzu eshitish sistemasining fizik xossalariga bag'ishlangan bo'lib, unda tovush to'lqinlarining fizik tabiatini va ularni qabul qilishda ishtirok etuvchi anatomik tuzilmalar faoliyati yoritilgan. Mavzuda tovushning chastotasi, amplitudasi, intensivligi kabi asosiy fizik ko'rsatkichlar hamda ularning inson qulog'i tomonidan qabul qilinishi jarayoni tahlil qilinadi. Shuningdek, tashqi, o'rta va ichki quloqning tovush tebranishlarini uzatishdagi roli, tovush to'lqinlarining mexanik tebranishlardan nerv impulslariga aylanish bosqichlari ham bayon etiladi. Eshitish sistemasining fizik xossalarini o'rganish orqali tovush idrok etilishining fiziologik mexanizmlari, eshitish sezuvchanligi va tovushni farqlash qobiliyatining fiziologik asoslari tushuntiriladi.

Kalit so'zlar

Eshitish tizimi, tovush to'lqinlari, chastota, amplituda, intensivlik, tovush tembri, biofizik jarayonlar, quloq suyakchalari, bioelektrik impuls, akustik sezuvchanlik, eshitish chegarasi, tovush idroki, fizik qonuniyatlar, biologik tizim, akustik refleksi.

Kirish. Eshitish tizimi — bu inson tanasida tovush signallarini qabul qilib, ularni nerv impulslariga aylantiruvchi murakkab biologik apparatdir. U insonning tashqi olam bilan axborot almashinuvida, nutq, musiqa, tovush muhitini idrok etishda asosiy o'rinni egallaydi. Eshitish jarayoni aslida fizik tebranishlarning biologik signallarga aylanishi natijasidir. Shuning uchun bu tizimning faoliyatini tushunishda fizik xossalarni bilish muhimdir.

Agar tovush manbaidan sferik to'lqinlar tarqalayotgan bo'lsa, tovush intensivligi tovush manbaidan qabul qilish nuqtasiga qadar bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'ladi.

Ma'lumki, tovushning balandligi amplituda ortishi bilan kuchayadi va tovush manbaigacha bo'lgan masofa ortishi bilan kamayadi Tajriba to'lqinda tebranish amplitudasining o'zgarishi faqat tovushning balandligiga ta'sir etishini, tovushning boshqa sifatlariga esa ta'sir etmasligini ko'rsatadi.

Odam qulog'i juda katta sezgirlikka ega. Odam tovush sezgisini qo'zg'atadigan tovush to'lqinlarining eng kichik intensivligi *eshitish bo'sag'asi* deb ataladi. U tebranishlar chastotasiga bog'liq. Masalan, chastota 2000 Gs bo'lganda eshitish bo'sag'asi $2 \cdot 10^{-12} \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ga teng. Kichik chastotalarda eshitish bo'sag'asi ancha katta.

Turlicha xarakterli tovushlar to'g'risida ma'lum bir fikrga ega bo'lish uchun ularning fizik xarakteristikalarini keltiramiz (3.1-jadval).

3.1 -jadval

Tovushning tahminiyl xarakteri	Tovush intensivligi, Vt/m^2	Tovush bosimi, Pa	Eshituv bo'sag'asida nisbatan tovush intensivligi darajasi, dB (yoki kGs chastota tovush qattiqqligi darajasi, fon)
Eshituv bo'sag'asi	10^{-12}	0,00002	0
Yurak tonlari stetaskop orqali	10^{-11} 10^{-10}	0,000064 0,0002	10 20
Shivirlash	10^{-9}	0,00064	30
Gaplashish: sekin normal qattiq	10^{-6} 10^{-7} 10^{-6}	0,0002 0,0064 0,02	40 50 60
Serqatnov ko'cha shovqini	10^{-5}	0,064	80
Qichqiriq	10^{-4}	0,2	80
Shovqin: Metro poyezdi ichida motosiklning (maksimal) Samolyot dvigatelining	10^{-3} 10^{-2} 10^{-1}	0,64 2 6,4	90 100 110
Shuning o'zi yaqindan	10^{-0}	20	120
Og'riq sezish bo'sag'asida	10	64	130

Bemor odam audiogrammasini normal eshituv sezgisi bo'sag'asining egri chizig'i bilan solishtirma eshituv a'zolari kasalliklariga diagnoz qo'yishga yordam beradi.

Eshituv sistemasi tovush to'lqinlarini qabul qiluvchi priyomnikni bevosita bosh miya bilan bog'laydi. Kibernetika tushunchalari bilan qaralganda, eshituv sistemasi qabul qiladi, qaytadan ishlaydi va ma'lumotni uzatadi deb aytish mumkin.

Eshituv fizikasini ko'rib chiqish uchun butun eshituv sistemasini uch qismga: tashqi, o'rta va kichik quloq tizimiga ajratib o'rganib chiqamiz. Tashqi quloq quloq suprasidan va tashqi eshitish yo'lidan iborat.

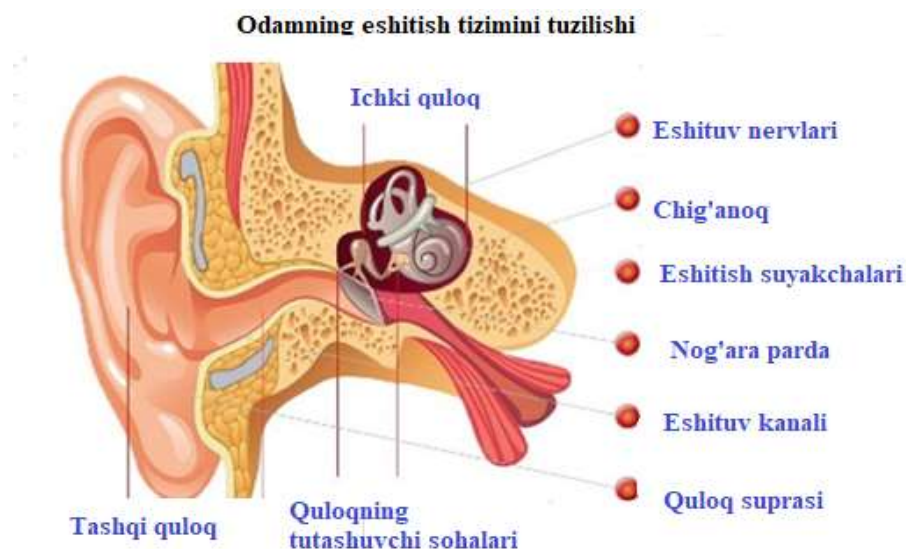
Odamda quloq supراسي eshituvni ta'minlashda jiddiy rol o'ynamaydi. U sagital tekislik bo'yicha joylashgan holda, uni tovush manbaiga tomon

yo'naltirishiga imkon beradi. Buning ma'nosini tushuntiraylik. Tovush manbaida quloq suprasiga tushadi. Manbaning vertikal tezlikdagi joylashishiga qarab, tovush to'liqlari quloq suprasida, uning spesifik tuzilishiga bog'liq holda turlicha difraksiyalanadi. Bu esa eshitish yo'liga tushayotgan tovush to'liqlari spektral tarkibini turlicha o'zgartirishga olib keladi. Odam tajriba tufayli tovush manbai tomon o'z yo'nalishini o'zgartirsa tovush to'liqlarining spektri o'zgarishini xis qiladigan bo'ldi.

Ikkita tovush qabul qilish sistemasiga (quloqlarga) ega bo'lgan odamlar va hayvonlar tovush manbaiga tomon yo'nalish gorizonta tekislikdagi ham (binaural effekt) o'zgartirishga qodirdir. Buning sababi shundaki, tovush manbadan quloqlargacha turlicha masofani bosib o'tgani uchun o'ng va chap quloqlar suprasiga tushayotgan to'liqlar orasida fazalar farqi paydo bo'ladi. Agar tovush manbai odamning ro'parasida turgan bo'lsa, unda $\delta=0$, $\Delta\varphi=0$ bo'ladi, agar tovush manbai quloq suprasining bir tomoni qarshisida joylashgan bo'lsa u holda ikkinchi quloq suprasiga tovush kechikib yetib keladi. Taxminan tovush to'liqini bosib o'tgan yo'llar ayirmasi δ ikkala quloq supralari orasidagi masofaga teng. Fazalar farqi $\Delta\varphi$ ni $\delta=0,15$ m va $v=1$ kGs qiymatlarida hisoblash mumkin.

O'rta quloqning eng muhim qismlaridan biri nog'ora parda va eshitish suyakchalari: bolg'acha, sandoncha, u'zangi va ularga muskullar, paylar va bog'lovchilar xisoblanadi. Suyakchalar mexanik tebranishlarni tashqi quloq havo muhitidan ichki quloq suyuqlik muhitiga uzatilishini amalga oshiradi. Ichki quloq suyuqlik muhitining to'liq qarshiligi taxminan suvning to'liq qarshiligiga teng. Tovush to'liqlarining havodan to'g'ridan – to'g'ri suvga o'tishida tutayotgan to'liq intensivliklarining faqat 0,122% igina suvga uzatiladi. Bu juda oz albatta. Shuning uchun o'rta quloqning vazifasi ichki quloqqa tovush intensivligini ko'proq o'tkazishga yordam qilishdan iborat. Texnika tili bilan aytganda, o'rta quloq havoning va ichki quloq suyuqligi to'liq qarshiliklarini bir-biriga moslashtiradi.

Suyakchalarning sistemasida bolg'achaning bir uchi nog'ora parda bilan



3.2-rasm.

bog'langan (yuzi $S_1=64 \text{ mm}^2$) ikkinchi tomoni o'zangi bilan ichki quloq oval (suyri shakldagi) teshikcha bilan bog'langan ($S_2=3\text{mm}^2$)

Nog'ora pardaga P_1 bosim tovush to'liqini ta'sir qiladi, bu kuch

$$F_1 = P_1 S_1 \quad (3.5)$$

formula bilan ifodalanadi.

Bunda ichki quloqning oval teshikchasiga suyuqlik muhitida P_2 bosimi xosil qiluvchi F_2 kuch ta'sir qiladi. Ular orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$F_2 = P_2 S_2 \quad (3.6)$$

Suyakchalar sistemasi richag kabi ishlab, odamda ichki quloq tomonidan kuchdan 1,3 marta yutuq beradi va buni quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (3.7)$$

(3.5) ni (3.6) ga bo'lib, (3.7) bilan tenglashtirib, quyidagini xosil qilamiz:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{P_1 S_1}{P_2 S_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (3.8)$$

Bundan

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{S_1 l_1}{S_2 l_2} = 20 \cdot 1.3 = 26$$

yoki logarifmik birliklarda

$$L_{dB} = 20 \lg(P_2/P_1) = 20 \lg 26 = 20 \cdot 1.415 \approx 28 \text{ dB}$$

O'rta quloq tashqi tovushning bosimini ichki quloqqa shunday darajada oshirib uzatar ekan.

O'rta quloqning vazifalaridan biri tovush intensivligi katta bo'lganda uzatilayotgan tebranishlarni kuchsizlantirishdir. Bu esa o'rta quloq suyakchasi

muskullarning reflektori bo'shishi tufayli amalga oshiriladi. O'rta quloq atmosfera bilan eshitish (yevstaxiyev) nayi orqali birlashtiriladi.

Tashqi va o'rta quloq tovush o'tkazuvchi sistemalariga kiradi. Ichki quloq tovush qabul qiluvchi sistema xisoblanadi.

Ichki quloqning asosiy qismi spiral shaklida bo'lgan chig'anoq bo'lib mexanik tebranishlarni elektr signallariga aylantirib beradi. Ichki quloqqa chig'anoqdan tashqari eshituv funksiyasiga talluqli bo'lmagan vestibulyar apparat kiradi.

Odam chig'anoq'i suyak moddasidan iborat, uzunligi 35 mm konus shaklidagi spiral bo'lib, 2⁵ o'ramga ega, asosining diametri 9 mm, balandligi taxminan 5 mm.

Chig'anoq bo'ylab uchta kanal o'tadi. Ularni oval teshikchadan boshlanadigan vestibulyar zina deyiladi. Ikkinchi kanal aylana teshikdan boshlanib, u nog'ora zinasi deyiladi. Vestibulyar va nog'ora zinolari juda kichik teshikchali gelekotremlar yordamida chig'anoq gumbazi sohasida birlashtirilgan. Shunday qilib, bu ikki kanal biror ko'rinishdagi perelimfa bilan to'ldirilgan yagona sistemani tashkil etadi. Uzangichaning tebranishlari oval teshikchani membranasiga, undan perelimfaga uzatiladi va aylana teshik membranasini oldinga tortib chiqaradi. Vestibulyar va nog'ora zinasi orqasidan chig'anoq bo'ylab asosiy (bazilyar) membranaga o'tadi. Ta'sirni qabul qiluvchi hujayralar eshitish reseptorlari bo'lgan kortiyev organi mavjud bo'lib, chig'anoqdan yana eshitish nervi ham o'tadi.

Kortiyev a'zosi (spiral a'zo) mexanik tebranishlarni elektr signallariga aylantirib beruvchi organning o'zidir.

Asosiy membrana uzunligi taxminan 32 mm bo'lib oval teshikchadan chig'anoq tepasiga yo'nalish bo'ylab kengayadi va torayib boradi (0,1 mm dan 0,5 mm gacha). Asosiy membrana fizika uchun juda qiziqarli struktura bo'lib, u chastota tanlash xossalariga ega. Bunga Gelmgols o'z diqqatini qaratib, u asosiy membranani pianining sozlangan torlari qatoriga o'xshash tasavvur qildi. Nobel mukofati laureati Bekeshi bunday rezonans nazariyasining noto'g'ri ekanligini ko'rsatdi. Bekeshi o'z ishlarida asosiy membrana mexanik uyg'onishlarni uzatuvchi bir jinsli bo'lmagan uzatish liniyasi ekanini isbotladi. Asosiy membranaga akustik ta'sir ko'rsatilsa, to'lqin tarqala boshlaydi. Bu to'lqinlar chastotasiga qarab turlicha so'na boshlaydi. Chastota qancha kichik bo'lsa, uning so'na boshlashidan oldin membrana bo'ylab oval teshikdan shuncha uzoq masofaga to'lqin tarqaladi. Masalan, chastotasi 300 Gs bo'lgan to'lqin so'na boshlagunga qadar oval teshikchadan taxminan 25 mm masofaga tarqaladi, chastotasi 100 Gs bo'lgan to'lqin o'zining maksimumiga 30 mm ga yaqin oraliqda erishadi.

O'tkazilgan bunday kuzatishlar asosiy yaratilgan nazariyaga muvofiq qabul qilinadigan tonlar yuksakligi asosiy membrana tebranishlari maksimumining

vaziyati bilan aniqlanadi. Shunday qilib ichki quloqda aniq bir funksional zanjir mavjudligi kuzatiladi; oval teshik membranasining tebranishi-perilimfaning tebranishi-asosiy membrananing murakkab tebranishlari-sochsimon tolalar hujayrasini qisqarishi (kortiy organi reseptorlari)-elektr signalini generatsiya qilish.

Tovush to'liqini havodan betonga va suvga o'tuvchanlik koeffitsiyentini aniqlash uchun

$$\beta = 4 \frac{c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} \quad (3.9)$$

formuladan dan foydalanamiz.

$$\beta = - \frac{4 \cdot 440}{4800000} 100\% = 0,037\% \text{ (betonga)}$$

$$\beta = - \frac{4 \cdot 440}{1440000} 100\% = 0,12\% \text{ (suvga)}$$

Tovushning qaytishi, bir tomondan, foydalidir, chunki qaytgan to'liq energiyasi xisobiga qabul qilinayotgan tovush kuchayadi, lekin ikkinchi tomondan ushbu jarayon xaddan tashqari uzoq davom etsa, nutqning, musiqaning eshitilishini ancha yomonlashtiradi, chunki tekstning har bir yangi qismi oldingisi bilan ustma-ust tushadi. Shu sababli odatda atrofdagi jismlardan tovushni qaytish hodisalari, darsxonalar, teatr va konsert zallarini va hokazolarni loyhalashda hisobga olinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Karimov A.X., Ahmedov B.M. "Tibbiyot biofizikasi" - Toshkent: "Tibbiyot" nashriyoti, 2020.
2. Qodirov H.R., Bozorov B.X. "Biofizika asoslari" - Toshkent: "Fan va texnologiya" nashriyoti, 2017.
3. Jo'rayev A.N., Raximova M.M. "Biofizika: nazariy va amaliy asoslar" - Toshkent: "Ilm ziyo", 2021.
4. G'ulomov U.M. "Biologik tizimlarning fizik asoslari" - Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2018.
5. Tursunov I.M., Abdullayeva N.A. "Inson eshitish tizimining biofizik xususiyatlari", - O'quv qo'llanma, Samarqand davlat tibbiyot universiteti, 2022.
6. To'raev A.A. "Inson fiziologiyasi va biofizik jarayonlar" - Toshkent: "Fan", 2019.
7. Nazarov D.T. "Akustika va biologik tizimlarda tovush tarqalishi" - Toshkent: "Universitet" nashriyoti, 2016.
8. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. Biofizika fanidan ma'ruzalar to'plami - Toshkent: 2021.