ESHITISH SEZGISINING BIOFIZIK ASOSLARI VA AUDIOMETRIYA USULI

Qosimova Gulnoza Soyibjonovna
Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti
E-mail: qosimovagulnoza82@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada eshitish sezgirligining biofizik asoslari tebranishlar va elastik to‘lqinlar nazariyasi nuqtai nazaridan yoritilgan bo‘lib, audiometriya usulining tibbiy diagnostikadagi ahamiyati tahlil qilingan. Tovush to‘lqinlarining chastota, amplituda va intensivlik kabi fizik xususiyatlarini eshitish analizatori faoliyatiga ta’siri biofizik modellar va formulalar asosida izohlangan. Eshitish sezgisining shakllanish jarayonida mexanik tebranishlarning nerv impulslarga aylanish mexanizmlari ko‘rib chiqilgan. Audiometriya usulining metodik asoslari, audiometr qurilmasining tuzilishi va funksional qismlari batafsil bayon etilgan. Audiogramma yordamida eshitish bo‘sag‘asini aniqlash, havo va suyak o‘tkazuvchanligini baholash hamda o‘tkazuvchi, sensor-nevral va aralash eshitish buzilishlarini differensial tashxislash imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, shovqin ta’siriga bog‘liq eshitish buzilishlari va yoshga oid eshitish pasayishiga xos audiogrammalar klinik misollar asosida tavsiflangan.

Kalit so‘zlar: biofizika, tebranishlar va elastik to‘lqinlar, tovush to‘lqinlari, chastota, amplituda, intensivlik, eshitish analizatori, audiogramma, eshitish bo‘sag‘asi, eshitish buzilishi, eshitish pasayishi.

Аннотация. В данной статье представлены биофизические основы слуховой чувствительности с точки зрения теории колебаний и упругих волн, а также проанализировано значение метода аудиометрии в медицинской диагностике. Влияние физических характеристик звуковых волн, таких как частота, амплитуда и интенсивность, на функционирование слухового анализатора объясняется с использованием биофизических моделей и математических формул. Рассматриваются механизмы преобразования механических колебаний в нервные импульсы в процессе формирования слухового ощущения. Подробно описаны методические основы аудиометрии, а также структура и функциональные компоненты аудиометрического устройства. Проанализированы возможности определения порогов слуха с использованием аудиограмм, оценки воздушной и костной проводимости, а также проведения дифференциальной диагностики кондуктивных, сенсоневральных и смешанных нарушений слуха. Кроме того, на основе клинических примеров представлены аудиограммы, характерные для шум-индуцированной тугоухости и возрастного снижения слуха.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: бофизика, колебания и упругие волны, звуковые волны, частота, амплитуда, интенсивность, слуховой анализатор, аудиограмма, порог слуха, нарушение слуха, снижение слуха.

Abstract. This article presents the biophysical foundations of auditory sensitivity from the perspective of the theory of vibrations and elastic waves and analyzes the significance of the audiometry method in medical diagnostics. The influence of the physical characteristics of sound waves—such as frequency, amplitude, and intensity—on the functioning of the auditory analyzer is explained using biophysical models and mathematical formulations. The mechanisms by which mechanical vibrations are transformed into nerve impulses during the formation of auditory sensation are examined. The methodological principles of audiometry, as well as the structure and functional components of the audiometer device, are described in detail. The possibilities of determining hearing thresholds using audiograms, assessing air and bone conduction, and performing differential diagnosis of conductive, sensorineural, and mixed hearing impairments are analyzed. In addition, audiograms characteristic of noise-induced hearing loss and age-related hearing decline are described based on clinical examples.

Keywords: biophysics, vibrations and elastic waves, sound waves, frequency, amplitude, intensity, auditory analyzer, audiogram, hearing threshold, hearing impairment, hearing loss.

KIRISH

Eshitish sezgisi inson organizmida tashqi muhitdan kelayotgan akustik signallarni qabul qilish, qayta ishlash va markaziy asab tizimiga uzatish jarayonini ta’minlovchi murakkab fiziologik va biofizik mexanizmdir. Ushbu jarayonning asosi mexanik tebranishlar va elastik to‘lqinlar bilan bog‘liq bo‘lib, ular biofizika fanining fundamental tushunchalaridan biri hisoblanadi. Tibbiy ta’limida eshitish sezgisining biofizik mohiyatini chuqur anglash otorinolaringologiya, nevrologiya, audiologiya hamda klinik fanlarini o‘zlashtirishda muhim.

Tovush to‘lqinlari quloq orqali qabul qilinib, mexanik tebranishlardan bioelektrik impulslar ko‘rinishiga o‘tkaziladi. Ushbu jarayon tovushning chastotasi, amplitudasi va intensivligi kabi fizik kattaliklarga bevosita bog‘liq. Eshitish analizatorining funksional holatini miqdoriy baholash imkonini beruvchi audiometriya usuli aynan ushbu fizik qonuniyatlarga asoslanadi. Shu sababli eshitish sezgisining biofizik asoslarini va audiometriya metodini tizimli ravishda o‘rganish tibbiyot talabalari uchun zarur hisoblanadi.

MATERIALLAR VA METODLAR

Eshitish sezgisining biofizik mexanizmlarini o‘rganishda garmonik tebranishlar modeli, tovush to‘lqinlarining elastik muhitda tarqalish qonuniyatlari

ISSN 3030-3907

hamda akustik kattaliklarning biologik tizimlarga ta’siri nazariy jihatdan tahlil qilindi.

Tebranma harakat va tovush to‘lqinlarini modellashtirish. Tovush hosil bo‘lishi va tarqalishi garmonik tebranishlar bilan ifodalanib, tebranuvchi sistema quyidagi tenglama orqali tavsiflandi:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \alpha),$$

bu yerda A–tebranish amplitudasi, ω–siklik chastota, α–boshlang‘ich faza. Tebranish davri va chastotasi orasidagi bog‘lanish:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \nu = \frac{1}{T}.$$

Tovush elastik muhitda tarqaluvchi bo‘ylama mexanik to‘lqin sifatida qaralib, uning to‘lqin uzunligi:

$$\lambda = \frac{v}{\nu},$$

Ifoda orqali aniqlandi. Bu yerda v — tovushning muhitdagi tarqalish tezligi bo‘lib, u muhit zichligi va elastik xossalariga bog‘liq.

Tovush intensivligi darajasi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$L = 10\lg\frac{I}{I_0},$$

bu yerda I — berilgan tovush intensivligi, I_0 — eshitish bo‘sag‘asiga mos intensivlik.

Tovush intensivligi esa amplituda va chastota kvadratiga proportsional:

$$I \sim A^2\omega^2,$$

bo‘lib, eshitish sezgisini baholashda asosiy energetik mezon sifatida qabul qilindi.

Eshitish analizatorining funksional holatini baholashda tonal audiometriya usuli qo‘llanildi. Ushbu metodda eshitish sezgirligi turli chastotalarda (125 Hz – 8000 Hz) va turli intensivlik darajalarida tekshirildi. Natijalar audiogramma ko‘rinishida qayd etilib, eshitish bo‘sag‘asi miqdoriy baholandi. Audiometriya asosiy texnik vosita sifatida qo‘llanildi. Audiometr tovush signallarini hosil qilish, ularning intensivligini nazorat qilish va bemorning eshitish javoblarini qayd etish imkonini beruvchi murakkab elektroakustik qurilmadir. Audiometr quyidagi asosiy funksional qismlardan iborat:

1) Tovush generatori: turli chastotali sof tonli signallarni hosil qiladi va ularning chastota barqarorligini ta’minlaydi.

2) Kuchaytirgich: tovush intensivligini detsibel (dB) birliklarida bosqichma-bosqich oshirish yoki kamaytirish imkonini beradi.

3) Chastota selektori: tekshiruv davomida kerakli chastotani tanlash va o‘zgartirish vazifasini bajaradi.

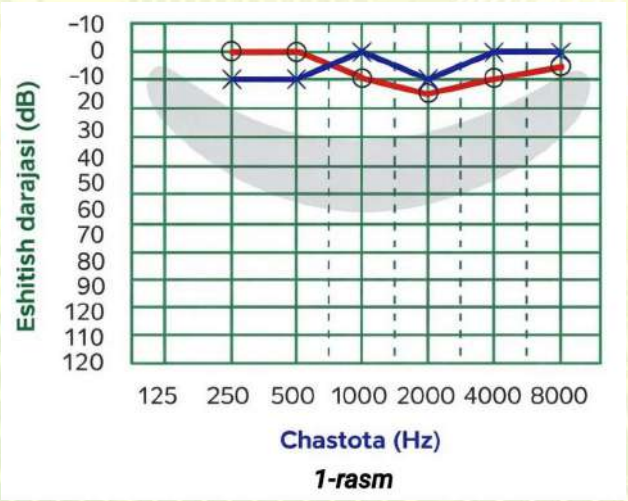
ISSN 3030-3907

4) Chiqish qurilmalari: quloqchinlar orqali havo o‘tkazuvchanligi, vibratsion datchiklar orqali suyak o‘tkazuvchanligi tekshiriladi.

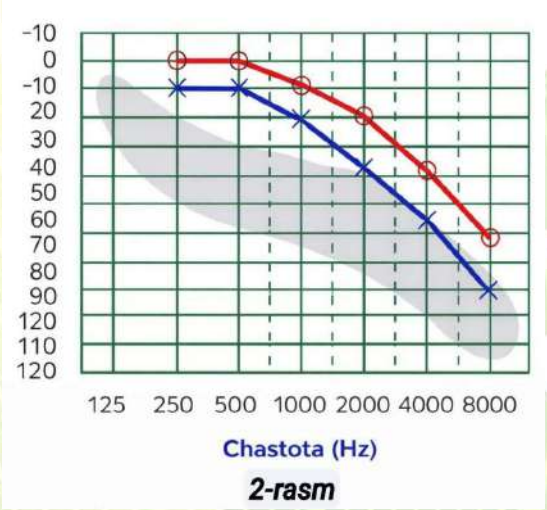
5) Boshqaruv va qayd tizimi: bemorning javoblarini qayd etib, audiogramma hosil qiladi.

Audiometriya tekshiruvi natijalari audiogramma ko‘rinishida grafik tarzda ifodalanib, u eshitish analizatorining funksional holatini miqdoriy baholash imkonini beradi. Audiogrammada tovush chastotasi va intensivligi orasidagi bog‘lanish aks ettiriladi hamda eshitish bo‘sag‘asi aniqlanadi. Grafikning gorizontal o‘qi tovush chastotasini (Hz), vertikal o‘qi esa tovush intensivligini (dB) ifodalaydi. Odatda audiogrammada inson nutqini idrok etish uchun muhim bo‘lgan 125–8000 Hz diapazondagi chastotalar tekshiriladi, intensivlik esa 0 dB dan yuqori qiymatlarga qarab baholanadi.

Audiogramma orqali eshitish sezgirligi ikki xil yo‘l bilan aniqlandi: havo va suyak o‘tkazuvchanligi. Havo o‘tkazuvchanligi quloqchinlar yordamida baholanib, tashqi, o‘rta va ichki quloqning umumiy funksional holatini tavsiflaydi. Suyak o‘tkazuvchanligi esa vibratsion datchik orqali tekshirilib, asosan ichki quloq va eshitish nervi faoliyatini aks ettiradi. Audiogrammada ushbu ikki o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlarini solishtirish eshitish nuqsonining turini aniqlash imkonini beradi.



1-rasm



2-rasm

Normal eshitish holatida audiogrammada eshitish bo‘sag‘asi 0–20 dB oralig‘ida joylashib, havo va suyak o‘tkazuvchanligi egri chiziqlari bir-biriga yaqin joylashadi (1-rasm). Eshitish pasayishida esa audiogramma egri chiziqlari normal xolatdan siljiydi, bu tovushni qabul qilish uchun yuqoriroq intensivlik talab etilishini bildiradi (2-rasm). Eshitish pasayishining darajasi audiogramma asosida yengil, o‘rta, og‘ir va juda og‘ir bosqichlarga ajratiladi, bu esa klinik tashxis va davolash taktikasini tanlashda muhim ahamiyatga ega.

Audiogramma tahlili eshitish nuqsonlarining differensial tashxisida alohida o‘rin tutadi. Agar havo o‘tkazuvchanligi pasayib, suyak o‘tkazuvchanligi nisbatan saqlangan bo‘lsa, o‘tkazuvchi eshitish buzilishi haqida xulosa qilinadi. Aksincha,

ISSN 3030-3907

havo va suyak o‘tkazuvchanligi bir xil darajada pasaygan holatlarda sensor-nevral eshitish buzilishi aniqlanadi. Har ikkala mexanizm birgalikda zararlangan holatlarda esa aralash eshitish buzilishi kuzatiladi. Ushbu farqlash tibbiy amaliyotda kasallik sababini aniqlash va mos davolash choralarini belgilashda muhimdir. Audiogrammaning klinik ahamiyati faqat tashxis qo‘yish bilan cheklanmaydi. U davolash samaradorligini baholash, eshitish apparatlari va koxlear implantlarni tanlash, shuningdek, shovqin ta’siri bilan bog‘liq kasb kasalliklarini aniqlashda ham qo‘llaniladi. Bolalar va o‘smirlarda audiogramma tahlili nutq rivojlanishidagi kechikishlarni erta aniqlash imkonini beradi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar eshitish sezgisining biofizik asoslarini tebranishlar va to‘lqinlar nazariyasi orqali tushuntirish tibbiyot talabalari uchun samarali didaktik yondashuv ekanligini ko‘rsatdi. Garmonik tebranishlar modeli yordamida tovush hosil bo‘lishi va tarqalish mexanizmlarini izohlash talabalar tomonidan tovushning chastota, amplituda, intensivlik kabi fizik parametrlarini fiziologik jarayonlar bilan bog‘lab tushunishga imkon berdi. Audiometriya mashg‘ulotlarining tahlili shuni ko‘rsatdiki, biofizik formulalar va grafiklar bilan boyitilgan tushuntirishlar audiogrammalarni o‘qish va klinik interpretatsiya qilish ko‘nikmalarini sezilarli darajada yaxshiladi. Talabalar havo va suyak o‘tkazuvchanligi orasidagi farqni nafaqat klinik belgi sifatida, balki to‘lqinlarning turli muhitlarda tarqalish xususiyatlari bilan bog‘liq biofizik hodisa sifatida idrok eta boshladilar.

Muhokama jarayonida tovush to‘lqinlarining tibbiyotdagi boshqa qo‘llanilishlari − auskultatsiya, fonokardiografiya, ultratovush va Doppler usullari bilan audiometriya o‘rtasidagi umumiy biofizik asoslar aniqlashtirildi. Bu integrativ yondashuv talabalarda tovush hodisalarini alohida mavzu sifatida emas, balki yagona to‘lqin jarayonlarining turli klinik namoyon bo‘lish shakllari sifatida ko‘rish imkonini berdi.

XULOSA

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, eshitish sezgisi mexanik tebranishlar va elastik to‘lqinlar nazariyasiga asoslangan murakkab biofizik jarayon bo‘lib, uning fiziologik va klinik namoyon bo‘lishi tovushning asosiy fizik xususiyatlari — chastota, amplituda va intensivlik bilan chambarchas bog‘liqdir. Audiometriya usuli eshitish sezgisini miqdoriy baholashda ishonchli va samarali diagnostik metod ekanligi aniqlandi. Kasallik aniqlangan audiogrammalarni tahlil qilish tovush to‘lqinlarining biologik to‘qimalarda tarqalish xususiyatlarini klinik belgilar bilan bog‘lash imkonini berdi. Bu holat audiometriyaning nafaqat tashxis qo‘yish, balki davolash samaradorligini baholash, eshitish apparatlari va Koxlear implantlarni tanlash, shuningdek, kasb kasalliklarini erta aniqlashdagi ahamiyatini

ISSN 3030-3907

tasdiqlaydi. Eshitish sezgisining biofizik asoslari va audiometriya usulini tizimli va integrativ yondashuv asosida o‘rganish eshitish tizimi patologiyalarini chuqur anglash, zamonaviy diagnostik usullarni samarali qo‘llash hamda tibbiyot talabalari kasbiy kompetensiyasini rivojlantirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xakimov, P. A., O‘sarov, X. S., & Bozorov, O. O. (2019). Fizika kursi: Mexanika va molekulyar fizika. Andijon, 2019.
2. Soyibjonovna, Q. G. (2025). Jismoniy salomatlik darajasini baholash usullari va uni nazorat qilishning asosiy bosqichlari. Models and Methods for Increasing the Efficiency of Innovative Research, 4(41), 129-134.
3. Карабаев, М. К., Сидиков, А. А., Атаханов, С., Касимова, Г. С., Мадаминов, С. М., & Мамадалиев, У. (2023). Особенности донозологического уровня физического здоровья и некоторых морфофункциональных показателей взрослого контингента коренных жителей низко и среднегорья Ферганской области.
4. Qosimova, G. (2025). Tibbiy ta’limda matematik modellashtirish orqali organizmning funksional holatlari va himoya-moslashuv jarayonlarini o ‘qitish usullari. Scientific journal of the Fergana State University, (2), 24-24.
5. Qosimova, G. S. (2025). Abu Rayhon Beruniy ilmiy g‘oyalarining biofizika Fanini o‘qitishda integratsiyasi. Journal of universal science research, 3(4), 26-29.
6. Soyibjonovna, Q. G. (2025). Organizm jismoniy salomatlik darajasining miqdoriy ko ‘rsatkichini va xolatini masofadan tezkor baholash. Global Science Review, 3(2), 352-355.
7. G.S. Qosimova. (2025). Tibbiy ta’limda kasbiy yo‘naltirilgan masalalar orqali biofizika fanini o‘qitish samaradorligini oshirish. Международный журнал научных исследователей, 11(2), 430–433.
8. Soyibjonovna, Q. G. (2025). Qon va immun tizimlarining fiziologik jarayonlarida fizik qonunlarning roli. Tanqidiy nazar, tahliliy tafakkur va innovatsion g‘oyalar, 1(9), 739-741.
9. Nosirov, N. (2023). Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirish jarayonini takomillashtirishning pedagogik shart-sharoitlari. Farg‘ona davlat universiteti, (1), 207-207.
10. Nosirov, N. (2024). Bo‘lajak texnologik ta’lim o‘qituvchilarida metodik kompetentsiyalarni rivojlantirishning muammolari va innovatsion usullari. Farg‘ona davlat universiteti, (2), 29-29.
11. Nosirov, N. V., & Ismoilova, S. S. (2023). Raqamli texnologiyalarning ta’lim sohasida qo‘llanilishi. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(5/2), 2181-1784.

ISSN 3030-3907

12. Soyibjonovna, Q. G. (2026). Pediatriya talabalari uchun tibbiy va biologik fizika fanining tuzilishi, mazmuni va ta’lim texnologiyalari. Advances in Science and Environment, 2(01), 29-32.
13. Soyibjonovna, Q. G. (2026). Nurlanish energiyasining dozalari va ularning to ‘qima sezuvchanligiga ta’siri. Tadqiqotlar, 78(1), 278-281.
14. Anvarovich, A. S. (2025). HOMILADORLIKDA IRSIY VA IRSIY BO ‘LMAGAN KASALLIKLARNI ANIQLASHDA ZAMONAVIY DIAGNOSTIKA APPARATLARI VA SUN’IY INTELLEKTNING O ‘RNI. Научный Фокус, 3(29), 129-133.
15. Anvarovich, A. S. (2025). GINIKOLOGIYADA AXBOROT TEXNALOGIYALARI VA SUN’IY INTELEKTDAN FOYDALANISH: AYOLLAR REPRODUKTIV SALOMATLIGINI DIAGNOSTIKA VA DAVOLASHDA RAQAMLI INOVATSIYALAR. Научный Импульс, 4(39), 142-146.

ISSN 3030-3907