

# Základní vyšetření sluchu

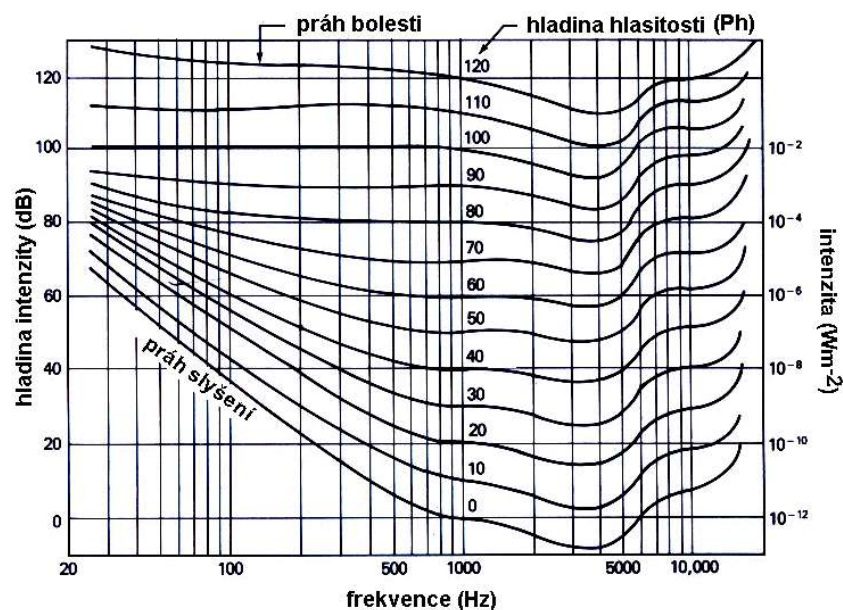
Lidské ucho je schopno vnímat zvukové vlny o frekvenci 16 -20 000 Hz. Z fyzikálního pohledu se jedná o mechanické kmity částic daného prostředí, např. molekul vzduchu, vody nebo jiné hmoty. Rychlost šíření zvukové vlny prostředím závisí na jeho hustotě a na pružnosti vazeb mezi molekulami (např. ve vzduchu dosahuje rychlost zvuku 340 m/s, ve vodě 1500 m/s a v oceli 5 000 m/s). Každý zvuk je charakterizován třemi základními znaky: výškou, barvou a silou. Výška je určena frekvencí (kmitočtem). Barva je dána zastoupením harmonických kmitočtů (násobků základní frekvence) ve zvukovém spektru. Síla, přesněji intenzita je dána množstvím akustické energie, která projde za 1 s plochou 1 m<sup>2</sup> kolmou ke směru šíření vlnění (tj. vyjádřeno jako akustický měrný výkon Wm<sup>-2</sup>).

Pro studium lidského ucha je to nepraktická jednotka, neboť rozsah slyšení je značný, od 1 x 10<sup>-12</sup> Wm<sup>-2</sup> po 1 Wm<sup>-2</sup> (tj. od 0,000 000 000 001 Wm<sup>-2</sup> po 1 Wm<sup>-2</sup>). Z tohoto důvodu pro usnadnění je často intenzita vyjadřována v jednotkách hladin intenzity (tj. v decibelech, dB) a pro převodní vztah platí

$$\text{Hladina intenzity (dB)} = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Hladina intenzity je ve skutečnosti mírou relativní intenzity zvuku - porovnáním s referenční hodnotou intenzity pro práh slyšení ( $I_0 = 1 \times 10^{-12}$  Wm<sup>-2</sup> pro 1 kHz).

Akustický signál určité intenzity vyvolává u člověka sluchový počitek určité hlasitosti. Pojem hlasitost tedy představuje subjektivně vnímanou intenzitu zvuku. Od fyzikální intenzity se může značně lišit z důvodu frekvenční závislosti citlivosti ucha. Lidské ucho je nejcitlivější pro frekvenční oblast 2-5 kHz.



Obr. 1 Vyjádření míry hlasitosti pro různé frekvence zvuku odrážející rozdílnou citlivost lidského ucha.

## Vady sluchu

Představují významné snížení vnímání některých frekvenčních oblastí, popř. celého rozsahu. Mezi hlavní příčiny nedoslýchavosti můžeme zařadit protržení bubínku, léze sluchových kůstek nebo imobilizaci převodního aparátu (zpravidla hnisavým zánětem středního ucha), pak hovoříme o nedoslýchavosti převodního typu (kdy je porušeno vedení vzduchem); poškození vláskových buněk (zvýšenou zvukovou zátěží, ischemií, nebo farmaky které se dostávají do endolymfy (např. některá antibiotika jako třeba aminoglykosidy)), pak hovoříme o percepční poruše sluchu (kromě zvýšení sluchového prahu, je často zhoršena i diskriminace různých tónů (frekvencí)).

## Vyšetření sluchu

Vyšetřovací metody můžeme rozdělit do 2 skupin:

### Subjektivní vyšetření sluchu, které vyžaduje spolupráci vyšetřovaného

1. **Prahová audiometrie** - základní vyšetření sluchových prahů pro čisté tóny vzdušným i kostním vedením.
2. **Nadprahová audiometrie** - audiometrické zkoušky, které se provádí nad prahem slyšení (Kingsburyho test, SISI test, atd.).

### Objektivní vyšetření sluchu, které nevyžaduje spolupráci vyšetřovaného

3. **Měření středoušní impedance - tympanometrie** - měří se pohyblivost bubínku na elektroakustickém principu.
4. **Metody využívající evokované potenciály** (zvuk lze slyšet pouze tehdy, když se evokovaný potenciál dostane do sluchového centra mozkové kůry v spánkovém laloku).
  - **Elektrokochleografie** - vnímání potenciálu z vnitřního ucha
  - **Kmenová audiometrie** - (BSERA nebo BERA - Brain Stem Electric Response Audiometry) - sledování potenciálů z mozkového kmene, které se objeví 2-12 ms po zvukovém podráždění
  - **Korová audiometrie** - (CERA, ERA - Electric Response Audiometry - audiometrie na základě elektrických odpovědí) informuje o skutečném slyšení, protože zaznamenává evokované odpovědi přímo z mozkové kůry.

## Prahová audiometrie

Výsledkem audiometrického vyšetření prahu slyšení je audiogram. Zapisuje se do formuláře, kde na ose y jsou nejnižší hladiny intenzity v dB, které vyšetřovaný slyší, a na ose x frekvence jednotlivých tónů v Hz. Prahy vzdušného i kostního vedení pro pravé ucho zakreslujeme červeně, pro levé ucho modře, viz následující tabulka.

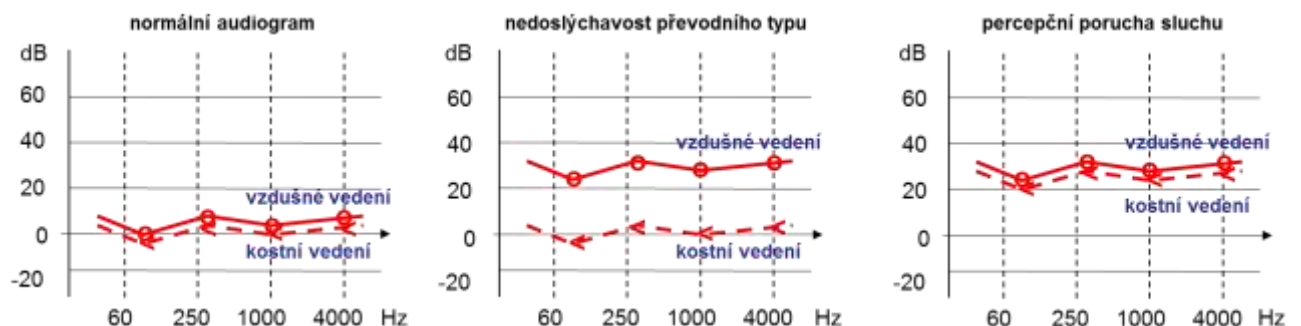
Obr. 2 Zakreslení prahu vzdušného i kostního vedení

Pravé ucho	Levé ucho	
—O—	—X—	vzdušné vedení
--<--	-->--	kostní vedení

Při vzdušném vedení má vyšetřovaný nasazeny sluchátka, do kterých se použít tóny o různé frekvenci. V případě vyšetření kostního vedení má vyšetřovaný přiložen kostěný vibrátor za uchem, na kostěném výběžku, kudy jsou mechanické vibrace přenášeny do středního ucha. Pokud je práh kostního vedení zvýšený, jde o poruchu percepčního ústrojí buď ve vnitřním uchu nebo ve sluchovém nervu. Ze vzájemného poměru prahů slyšení mezi vzdušným a kostním vedením se dá určit, zda jde o nedoslýchavost převodní, percepční nebo smíšenou. Sluch považujeme za normální, pokud je práh slyšení pro vyšetřované frekvence sluchového pole do 25 dB. Pokud pro některou frekvenci přesáhne tuto hodnotu, jedná se o nedoslýchavost. V praxi se používá pro audiometrické vyšetření zvukově izolované místnosti.

Hluchota představuje poruchu sluchu, při které je průměr prahů slyšení při frekvencích 500, 1000, a 2000 Hz vyšší než 90 dB.

Obr. 3 Prahový audiogram



Prahový audiogram představuje křivka, kde na ose x jsou vyneseny standardně dohodnuté frekvence a na ose y jsou vyneseny minimální hladiny intenzity, které pacient pro dané frekvence vnímá.

### **Nadprahová audiometrie**

V praxi je velmi důležité určit jaká je příčina percepční nedoslýchavosti. Podle lokalizace poruchy rozlišujeme:

- ✓ **vnitroušní** (kochleární, intrakochleární)
- ✓ **nervové** (retrokokhleární, suprakochleární)

Na rozlišení těchto skupin je v audiometrii zavedeno mnoho zkoušek. U většiny těchto zkoušek vyšetřujeme tzv. recruitment (rikrútment), který je charakteristický pro narušenou funkci vnějších vláskových buněk Cortiho orgánu a je nejčastější příčinou percepční nedoslýchavosti. Jestliže je v jednom uchu nedoslýchavost tohoto typu a v druhém uchu je sluch normální, nastává při určité nadprahové hladině intenzity (obvykle při 80 dB) vyrovnání hlasitosti, i když je u obou uší rozdílný práh slyšení. Toto vyrovnání resp. znovuzískání hlasitosti se nazývá z angličtiny recruitment (zkrácený, mezinárodně uznávaný výraz pro loudness recruitment - znovuzískání hlasitosti). Podstatou recruitmentu jsou rozdílné vlastnosti vnějších a vnitřních vláskových buněk Cortiho orgánu v hlemýždi. Vnější mají nízký práh dráždění a mohou být podrážděny již při hladinách intenzity okolo 0 dB. Vnitřní začínají reagovat až na zvuky o hladině okolo 50 dB. Nárůst hlasitosti u normálního sluchu (když jsou vnější buňky v pořádku) je plynulý v závislosti na zvyšující se hladině intenzity. Pokud se uplatňují pouze vnitřní buňky, nárůst hlasitosti je daleko strmější. Toto rychlejší narůstání hlasitosti ve srovnání se zdravým uchem se projevuje jako recruitment. Proto se audiometrické zkoušky zakládají na tom principu, že ucho s poruchou vnějších vláskových buněk lépe rozezná malé přírůstky intenzity (malá změna intenzity způsobí velkou změnu hlasitosti). V praxi existuje mnoho různých zkoušek pro ověření recruitmentu. U SISI testu (Short Increment Sensitivity Index) je vyšetření recruitmentu určeno na základě vyšetření citlivosti na krátkodobý, malý přírůstek intenzity (1 dB, který normální ucho stěží rozliší).