

Ing. Daniel Šuta, Ph.D.

*Ústav lékařské biofyziky a lékařské informatiky, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy
Laboratoř neurofyziologie sluchu, Ústav experimentální medicíny AV ČR
Český institut informatiky robotiky a kybernetiky, České vysoké učení technické*

Hluková expozice a stárnutí jako faktory ovlivňující sluchovou funkci

Poruchy sluchu patří k nejčastějším onemocněním obyvatelstva. Potíže se projevují při prostorové orientaci a zejména při komunikaci, čímž mohou výrazně ovlivnit zapojení jedince do společnosti. Kvalita sluchové funkce je u každého jedince ovlivněna mnoha faktory jako jsou věk, genetické faktory, vliv prostředí či zdravotní stav. Zhoršení sluchové funkce je obvykle patrné ve zvýšení sluchových prahů, které jsou rutinně vyšetřovány pomocí tónové audiometrie. Kromě sluchové ztráty se ale objevují i další potíže jako je tinnitus, hyperakuze či zhoršení časového a/nebo frekvenčního rozlišování. Tyto problémy typicky nesouvisí přímo s hodnotami sluchového prahu, ale ovlivňují sluchovou funkci v oblasti nadprahových intenzit zvuku, což se projevuje v problémech s percepcí komplexních zvukových signálů jako je řeč a to zejména v situacích kdy je poslech řeči ztížen přítomností dalších zvukových stimulů, ať již šumu nebo konkurenčních řečových signálů (často označováno jako *'cocktail party problem'*). V přednášce je věnována pozornost dvěma zásadním faktorům ovlivňujícím sluchovou funkci v rámci celé populace a to věku a hlukové expozici. Změny funkce sluchového systému jsou pak sledovány jak z hlediska sluchových prahů, tak i z hlediska percepce v oblasti nadprahových intenzit, přičemž údaje získané na lidských subjektech jsou srovnávány s daty získanými na experimentálním modelu potkana.

Během stárnutí obecně dochází k postupnému zvyšování sluchových prahů (sluchová ztráta), které souvisí především se stavem vnitřního ucha a postihuje zejména oblast vysokých frekvencí. Norma ISO 7029 popisuje normativní sluchové prahy (dB HL) v průběhu stárnutí v konvenčním audiometrickém rozsahu frekvencí 125 Hz - 8 kHz. V námi provedené studii jsme na vzorku 411 mužů a žen ve věku 16–70 let statisticky zpracovali audiogramy měřené v rozšířeném frekvenčním rozsahu do 16 kHz. Naměřené údaje potvrzovaly progresivní zhoršování sluchu s věkem, větší postižení v oblasti vyšších frekvencí a lepší výsledky u žen. Z naměřených dat byly formulovány parametry matematického popisu zhoršování sluchového prahu s věkem pro muže a pro ženy.

Sluchové prahy jsme společně se schopností časového rozlišování studovali i na modelu potkana, u něhož je vzhledem k době dožití možné sledovat hodnoty u téhož jedince jak v mládí tak později během stárnutí. U starých potkanů byly sluchové prahy zhoršeny v celém frekvenčním rozsahu a také parametry časového rozlišování se s věkem výrazně zhoršily. Individuální hodnoty časového rozlišování však nekorelovaly s posunem sluchových prahů, ale vykazovaly dobrou shodu s výsledky měření elektrofyziologických parametrů sluchové kůry. Údaje získané u potkana se jak hodnotami parametrů časového rozlišování, tak i charakterem věkově podmíněných změn velmi blížily údajům získaným u lidí.

Druhým analyzovaným faktorem byla hluková expozice. Účinek hlukové expozice jsme studovali na modelu potkana ohlušeného v kritické periodě vývoje jeho sluchové funkce tj. mezi 12. a 30. postnatálním dnem. Podobně jako u lidí vyvolává hluk v případě jeho značné intenzity a trvání u potkana trvalé zvýšení sluchových prahů. I v případě méně intenzivního či

kratšího hluku, který způsobí jen přechodné zvýšení sluchových prahů s následným návratem prahů na úroveň před hlukovou expozicí, lze však u dospělých jedinců sledovat změny ve sluchové funkci. U dospělých potkanů bez významného zvýšení sluchových prahů byly pozorovány změny v aktivitě neuronů centrálních jader sluchové dráhy (zejména změny jejich frekvenční selektivity) a také behaviorální testy ukázaly narušení sluchové funkce např. ve zhoršeném rozlišování frekvence či intenzity zvuku.

V případě stárnutí i expozice hlukem naše výsledky ukazují, že mezi konkrétními hodnotami sluchových prahů a zhoršením percepce nadprahových zvukových podnětů neexistuje jednoznačná korelace. Výsledky jsou tak konzistentní s představou tzv. kochleární neuropatie (někdy označované jako '*hidden hearing loss*'), která se může objevit jak v případě hlukové expozice tak i v případě stárnutí a spočívá ve ztrátě funkčnosti u části vláken sluchového nervu bez nutného poškození vláskových buněk. Podstatou neuropatie je, že nejprve jsou postižené synapse vnitřních vláskových buněk, zatímco vláskové buňky i buňky spirálního ganglia přežívají mnohem déle. Specificky jsou postiženy zejména synapse vláken s vyššími prahy a proto se tato částečná deaferentace vláskových buněk neprojeví v hodnotách sluchového prahu (a tedy není patrná v audiogramu), ale přispívá ke zhoršení sluchové funkce na úrovni centrální sluchové dráhy a může přispívat k negativním projevům jako je např. tinnitus či hyperakuze. Výsledky našich prací podporují názor, že pro správnou diagnostiku poruchy sluchové funkce je vhodné doplnit audiologické vyšetření sluchových prahů o další audiologické testy vyšetřující sluchovou funkci v nadprahové oblasti.

Vybrané publikace vztahující se k tématu přednášky:

- [1] Šuta D, Rybalko N, Shen DW, Popelář J, Poon PWF, Syka J. Frequency discrimination in rats exposed to noise as juveniles *Physiol Behav.* 2015; 144: 60–65. *IF= 2,461/2015*
- [2] Jilek M, Šuta D, Syka J. Reference hearing thresholds in an extended frequency range as a function of age. *J Acoust Soc Am.* 2014; 136: 1821-30. *IF= 1,503/2014*
- [3] Šuta D, Rybalko N, Pelánová J, Popelář J, Syka J. Age-related changes in auditory temporal processing in the rat. *Exp Gerontol.* 2011; 46: 739-46. *IF= 3,741/2011*