



Příručka pro praxi:

# AUDIOMETRIE EVOKOVANÝCH ODPOVĚDÍ

MUDr. Jakub Dršata, Ph.D.<sup>1</sup> | MUDr. Jana Krtičková<sup>1</sup> | MUDr. Dagmar Hošnová, Ph.D.<sup>2</sup> | MUDr. Libor Černý, Ph.D.<sup>3</sup> |  
MUDr. Pavel Kunc, Ph.D.<sup>4</sup> | MUDr. Lukáš Lavička<sup>5</sup> | MUDr. Michal Homoláč<sup>1</sup> | Ing. Pavla Krejzlová<sup>1</sup> | Ing. Silvie Kovalová<sup>1</sup> |  
prof. Ing. Jan Kremláček, Ph.D.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, <sup>2</sup> Klinika dětské otorinolaryngologie, Fakultní nemocnice Brno, Masarykova Univerzita Brno, <sup>3</sup> Foniatrická klinika, Všeobecná fakultní nemocnice a 1. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy Praha, <sup>4</sup> Neurologická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, <sup>5</sup> Ambulance otorinolaryngologie, nemocnice Blansko, <sup>6</sup> Ústav lékařské biofyziky, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

## Definice, základní pojmy

### Audiometrie evokovaných odpovědí (ERA – Evoked Response Audiometry)

- měření sluchových evokovaných odpovědí
- objektivní metoda vyšetření sluchu
- měří sluchové evokované potenciály, vznikající jako odpověď (bioelektrický signál) na zvukovou stimulaci
- funkční vyšetření sluchové dráhy
  - sluchový nerv, jádra kmene, podkorová centra, sluchová kůra
- nejčastější klinické využití je BERA (Brainstem audiometrie – tzv. kmenové odpovědi)
  - screening sluchu rizikových novorozenců
  - určení prahu sluchu především u novorozenců
  - rozlišení kochleární a retrokochleární nedoslýchavosti

## Základní dělení ERA

### Dle klinické aplikace

- screeningová (automatická – aABR) – screening sluchu rizikových novorozenců (obr. 1)



Obr. 1: aABR přístroj pro screening sluchu novorozenců.

- prahová BERA – k určení odhadovaného audiogramu pomocí frekvenčně specifických stimulů (obr. 2)
- audiotopodiagnostická BERA – rozlišení kochleární a retrokochleární nedoslýchavosti (obr. 3)



Obr. 2: ERA – ustálené potenciály (odhadovaný audiogram)



Obr. 3: Audiotopodiagnostická BERA (zobrazení potenciálů)

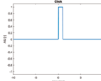
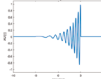
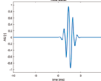
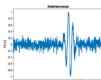
## Dle latenčního okna (sledovaného časového intervalu odpovědi)

Tab. 1: Typ ERA dle latenčního okna (obr. 4)

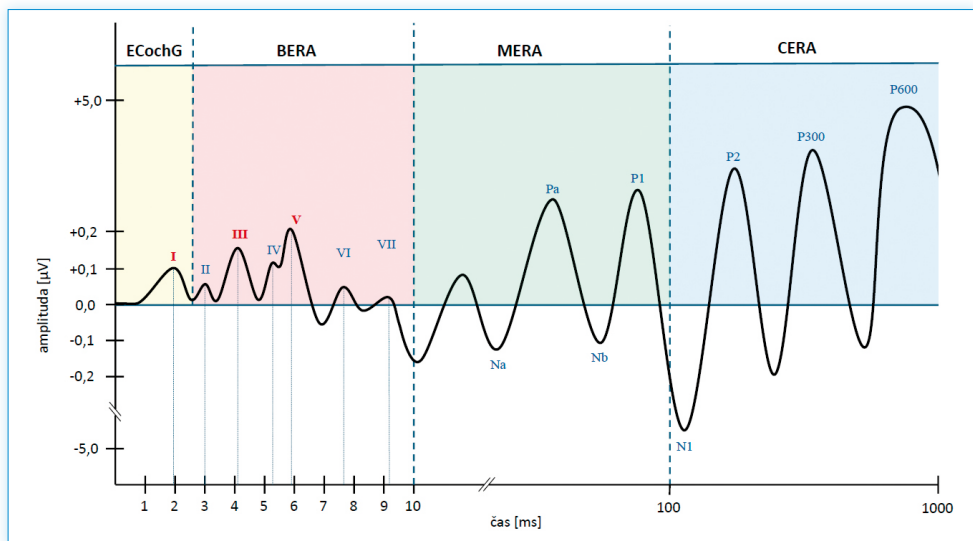
Typ vyšetření	metoda a synonyma	latence
elektrokochleografie	ECochG	< 4 ms
sluchové kmenové potenciály	BERA Brainstem Evoked Response Audiometry ABR Auditory Brainstem Responses BAEP Brainstem Auditory Evoked Potentials	< 12 ms
středně-latenční sluchové potenciály	MERA Middle Evoked Response Audiometry MLR Middle Latency Responses ASSR Auditory Steady State Responses (SSEP Steady-State Evoked Potentials)	< 60 ms
pozdní sluchové potenciály	CERA Cortical Evoked Response Audiometry, korové potenciály LLR Long Latency Responses	< 1000 ms

## Dle typu stimulačního signálu

Tab. 2: Typ ERA dle typu stimulačního signálu

Stimulus	Charakteristika	Typické použití	Příklad stimulu
Click	frekvenčně nespecifický obdélníkový signál	audiotopodiagnostika	 <a href="https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/clicks_10hz_30s.wav">https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/clicks_10hz_30s.wav</a>
Chirp	rozmítaný signál	screening, prahová audiometrie	 <a href="https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/exponential_chirps_10hz_30s.wav">https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/exponential_chirps_10hz_30s.wav</a>
Tone-burst	krátký tónový stimulus	prahová audiometrie	 <a href="https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/gaussian_tone_bursts_1khz_10hz_30s.wav">https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/gaussian_tone_bursts_1khz_10hz_30s.wav</a>
Notched-noise	složený stimulus (maskovací šum s tone-burst signálem)	prahová audiometrie	 <a href="https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/combined_gaussian_tone_and_notched_noise.wav">https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2024/06/combined_gaussian_tone_and_notched_noise.wav</a>

Pozn.: zvukové nahrávky jsou k dispozici v elektronické verzi na [www.otorinolaryngologie.cz](http://www.otorinolaryngologie.cz)



Obr. 4: ERA křivky: ECochG, BERA - MERA, CERA.

## Výhody a nevýhody ERA

### Výhody ERA

- možnost vyšetření sluchu od hlemýždě po mozkovou kůru
- nejužitečnější z vyšetření objektivní audiometrie

### Nevýhody ERA

- vyšší pořizovací a provozní náklady
- delší doba přípravy a měření (někdy nutnost hypnosedace, celkové anestezie)

## Indikace ERA

Tab. 3: Indikace ERA	
Audiotopodiagnostika	rozišení kochleární a retrokochleární sensorineurální nedoslýchavosti (obr. 6)
Objektivní prahová audiometrie	vyšetření sluchového prahu u nespolupracujících pacientů (děti, mentálně handicapovaní); posouzení simulace a agravace sluchové poruchy
Neurologie	demyelinizační apod. onemocnění (sclerosis multiplex)
Posudkové účely	rozhodování sociálních výhod, profesní poškození sluchu, soudní spory apod.
Potvrzení mozkové činnosti	stanovení mozkové smrti

# Hodnocení a interpretace BERA pro audiotopografii

Tab. 4: Kritéria hodnocení BERA

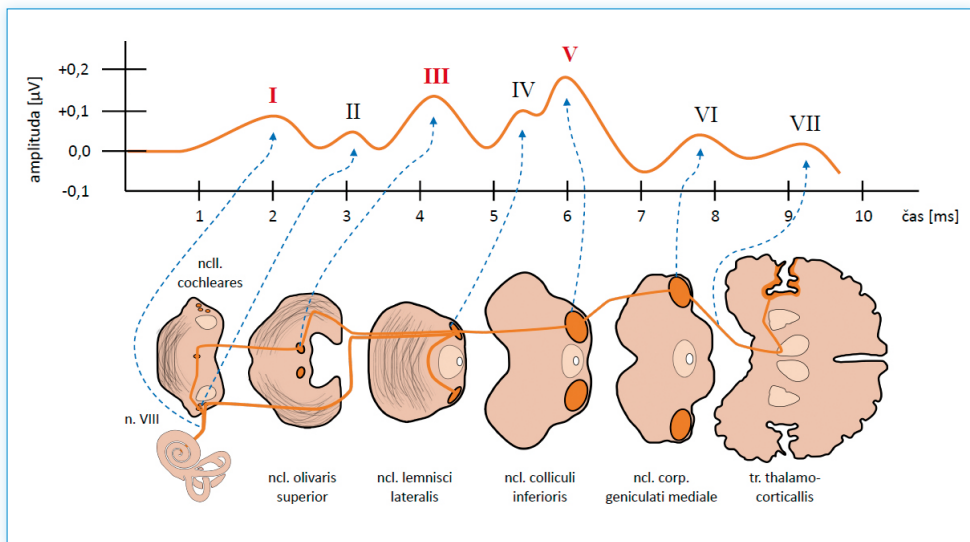
Kritérium	Fyziologické hodnoty	Kochleární léze	Retrokochleární léze	Převodní nedoslýchavost	
<b>M</b>	celková morfologie	jasně zřetelná	zřetelná	špatná až neidentifikovatelná	jasně zřetelná
<b>L</b>	latence Jewettových vln (JV/80 dB)	< 5,7 ms	< 5,7 ms	> 6,0 ms	> 6,0 ms
<b>IPL</b>	mezivrcholové latence (JV–JI)	< 4,0 ms	< 4,0 ms	> 4,0 ms	< 4,0 ms
<b>LIR</b>	poměr latencí k stimulační intenzitě (JV na 80–70 dB)	mírně prodloužen	prodloužen	výrazně prodloužen	mírně prodloužen
<b>IDL</b>	stranový poměr latencí (u symetrické léze)	< 0,3 ms	< 0,3 ms	> 0,3 ms	< 0,3 ms
<b>AR</b>	poměr amplitud JV:JI	> 1	> 1	< 1	> 1

IPL – InterPeak Latency

LIR – Latency-Intensity Radio

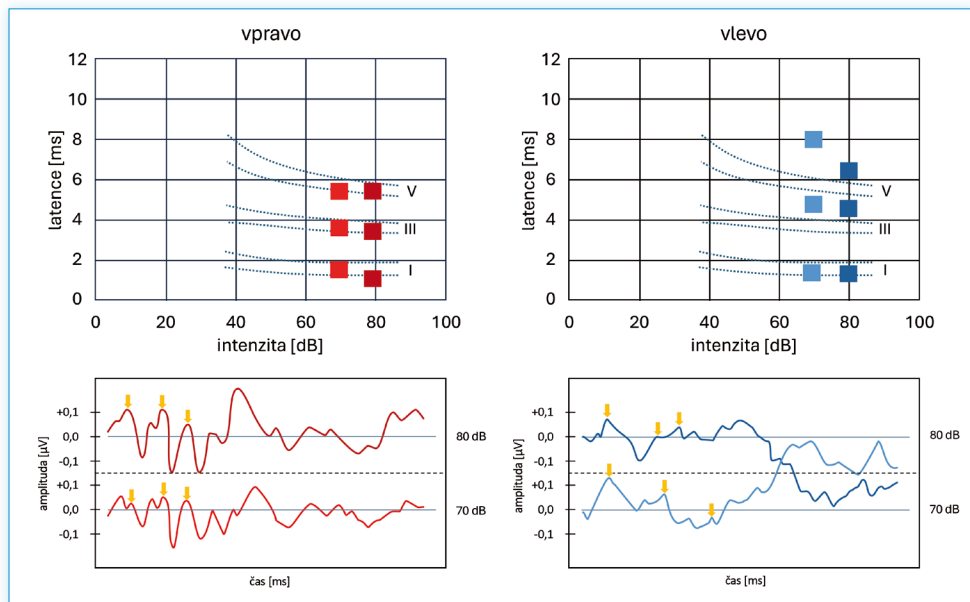
IDL – Interaural Difference of Latency

AR – Amplitude Ratio



Obr. 5: Sluchová dráha a BERA – Jewettův komplex (dominantní vrcholy JI, JIII a JV).

- kochleární nedoslýchavost
  - dobře diferencovatelné vlny (M), fyziologická latence JV i hodnoty IPL a LIR a AR, u symetrické vady též IDL
- retrokochleární nedoslýchavost
  - špatně identifikovatelný Jewettův komplex, prodloužená latence JV a zejm. IPL, patologické IPL a asymetrická IDL, nízký AR
    - při podezření na retrokochleární lézi je indikována magnetická rezonance (MRI) k vyloučení organické příčiny



Obr. 6: BERA vyšetření: vpravo norma, vlevo retrokochleární postižení.

#### Literatura

- Arnold, W., Ganzer, U.: Checkliste Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Thieme Verl. 1990, s. 10  
 Dršata, J., Havlík, R.: Foniatrie – sluch. Medicina hlavy a krku (editor Viktor Chrobok), nakl. Tobiáš, Havlíčkův Brod, 2015, 384 s., ISBN 978-80-7311-159-5  
 Hložek, Z.: Základy audiologie. Vyd. UP Olomouc 1995, s. 42–44  
 Roeser, J.R., Valente M., Hosford-Dunn, H.: Audiology. Diagnosis. New York: Thieme Verl., 2. vyd. 2007. 616 s.; s. 436-439.  
 Stejskal, L. a kol.: Evokované odpovědi a jejich klinické využití, Praha Publishing 1993 Praha, 366 s. (str. 269–323).

# Interacoustics Eclipse

Vyspělá víceúčelová modulární platforma pro komplexní diagnostická a klinická vyšetření sluchově evokovaných potenciálů, otoakustických emisí a vestibulárně evokovaných potenciálů VEMP. Nový technologický standard pro rychlá a přesná vyšetření - patentovaná metoda umožňuje určit, kdy je možné ukončit záznam a výrazně tak zkrátí čas vyšetření.

- Výběrem modulů se přístroj přizpůsobí požadavkům každého pracoviště
- Diagnostický modul pro standardní ABR a neurologická vyšetření
- Klinický modul pro komplexní klinická AEP vyšetření (ABR, ECochG, MLR, ALR, P300, eABR)
- Modul ASSR pro zjištění odhadovaného prahu sluchu umožňuje díky unikátnímu softwarovému řešení současně testování 8 frekvencí (4 frekvence na každé ucho) a s využitím NB CE Chirp stimulu umožňuje zkrátit čas vyšetření až o polovinu
- Modul pro rychlá automatická ABR vyšetření novorozenců a dětí
- Moduly pro screeningová a/nebo klinická vyšetření otoakustických emisí metodami TEOAE/DPOAE
- Modul VEMP pro klinická vyšetření vestibulárně evokovaných potenciálů oVEMP a cVEMP



  
**Interacoustics**

Audiometry

Tympanometry

ABR/OAE

Vyšetření rovnováhy

Analyzátory sluchadel

Společnost **Interacoustics** je jedním z nejvýznamnějších světových dodavatelů diagnostických řešení v oboru vyšetřování sluchového a rovnovážného ústrojí. Již od roku 1967 vyvíjí a vyrábí inovativní diagnostické přístroje pro audiologii a její prioritou je poskytovat zákazníkům kvalitní a spolehlivé výrobky.





Příručky pro praxi  
ČSORLCHHK ČLS JEP  
<https://www.otorinolaryngologie.cz/vzdelavani/prirucky-pro-praxi/>

Schváleno výbory České společnosti otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, České společnosti pro klinickou neurofyzilogii a České společnosti biomedicínského inženýrství a lékařské informatiky ČLS JEP; 2024.

Editori: prof. MUDr. Viktor Chrobok, CSc., Ph.D.; prof. MUDr. Pavel Komínek, Ph.D., MBA.

Příručku pro praxi nelze považovat za jediný univerzální doporučený postup.

V diagnostice a léčbě je třeba zvážit konkrétní situaci, stav a potíže daného pacienta.

Poděkování MUDr. Michalu Homoláčovi za přípravu schematických ilustrací  
a prof. Ing. Jana Kremláčkoví, Ph.D. za přípravu zvukových nahrávek.

Grafický design: Johana Kobzová, Praha.

Firemní partner:



Procter & Gamble Czech Republic s.r.o.  
Karolinská 654/2, 186 00 Praha 8  
[www.pg.com](http://www.pg.com)

Za finanční podpory:



WIDEX LINE spol. s r.o.  
Bohušovická 230/12, 190 00 Praha 9  
[orl.widex.cz](http://orl.widex.cz)