

Objektívne vyšetrovacie metódy – zhodnotenie (porovnaní metod evokovaných potenciálov)

Dieťa s poruchou sluchu: diagnostika a liečba

POSTGRADUÁLNY KURZ

3.-4. November 2016

Horný Smokovec

Doc MUDr **Mojmír Lejska**. CSc., MBA



Objektivní vyšetřovací metody pro posouzení sluchu nejmenších dětí

- Otoakustické emise
- Tympanometrie
- Vyšetření pomocí evokovaných potenciálů

Objektivní vyšetřovací metody pro posouzení sluchu nejmenších dětí

- Otoakustické emise
 - transientní efekt OAE
 - distorsní produkt OAE
- Tympanometrie
 - tympanometrická křivka
 - třmínkové reflexy
- Vyšetření pomocí evokovaných potenciálů
 - ABR (auditory brainstem response)
 - ASSR (auditory steady state response)

OAE

- Indikace
 - TE OAE – spontánní nebo spíše evokovaný
 - screenogové plošné vyšetřování sluchu
 - cílené posouzení existence funkčnosti vnějších vláskových buněk
 - DP OAE
 - estimated audiogram do sluchových ztrát cca 40 dB (frekvenční)
- Závěry: Neužívá se k popisu sluchu u nejmenších dětí

Metody založené na měření impedance

- Tympanometrie
 - posuzuje stav vnějšího ucha a středoušní dutiny
- Třmínkové reflexy
 - třmínkový reflex (kochlea, sluchový nerv, olivární jádra, lícní nerv, stav třmínkového svalu)
 - potvrzuje stav středouší
- Závěr: Nelze použít k stanovení sluchového prahu

Měření evokovaných potenciálů

- ABR
 - používá se = samostatná přednáška
- ASSR
 - používá se = tato přednáška

Definice klinická

- Jedná se o vyšetření sluchu v případě, že vyšetřovaný nespolupracuje na behaviorální úrovni.
- Patří do skupiny objektivních vyšetření sluchu
- Podle Arlingera do elektrofyziologických vyšetření (ABR , ASSR) %
- ASSR = Auditory Steady State Responses

Obsah

- **I. Teorie**
- II. Užítí
- III. Hodnocení
- IV. Limity
- V. Rozdíly ABR x ASSR

Teoretické podklady

- ASSR
- Jedná se statistický výpočet pravděpodobnosti, že vzniklé potenciály odpovídají reakci na zvukovou stimulaci
- Principy musí být stejné jako ABR:
 - Mnohočetné opakování stimulace
 - Reakce na změnu ne trvání podnětu
 - Jednotková stimulace (pokud možno)

Historie

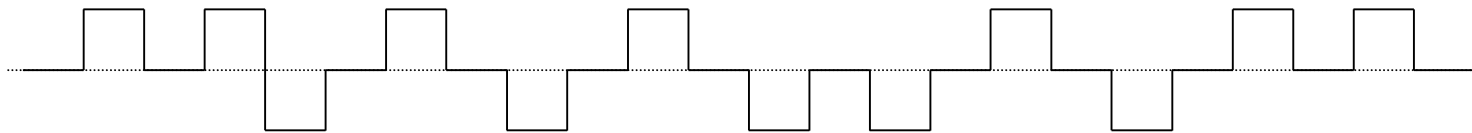
- Vzhledem k tomu, že se vychází především z empirie je to významné:
- V 1981 Galamos a kolektiv psali, že amplitudově modulovaný stimulus s modulací 40 Hz a 70 dB SPL (základní fr. 400 - 2000 Hz) produkuje vysoce frekvenčně specifickou potenciálovou odpověď, ale tato odpověď byla velmi nestabilní (náchylná k psychice vyšetřovaného).
- Cohen a kol.(1991) publikovali, že v oblasti vyšší frekvenční modulace stimulace než je 40 Hz (výše jak 70 Hz) byly odpovědi menší, ale mnohem stabilnější a opakovatelné.
- V roce 1994 Rickarts a kol. ukázali, že umí získat stejné odpovědi i od novorozence.
- V 1995 Lins a Picton potvrzují, že při simultánní stimulaci nosným tónem s amplitudovou modulací 80-100 Hz lze nalézt prahy sluchu.

Metodologie

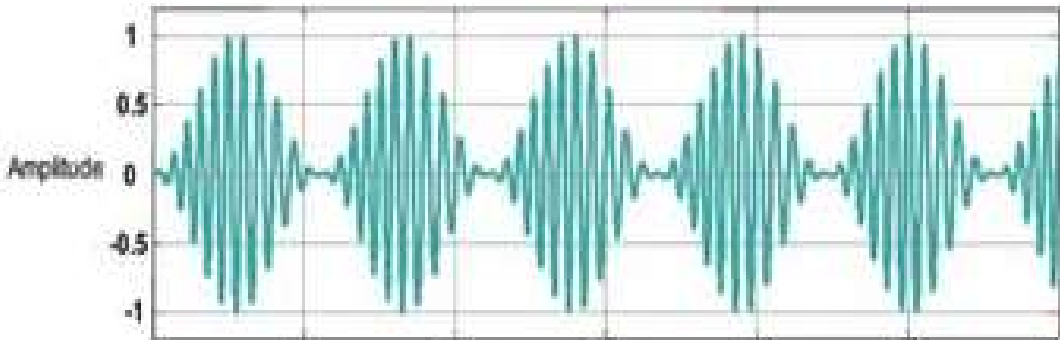
- 1. charakteristický typ stimulace
- 2. principy steady state systému
- 3. zpracování výsledků pomocí matematické statistiky
- 4. výpočet pomocí Fourierovy transformace
- 5. estimated audiogram

Charakteristický typ stimulace

- Stimulace musí být
 - Akustická
 - Rychle se měnící v parametrech
- Na rozdíl od ABR
 - Rychle se měnící v parametrech
 - ABR změna existence a neexistence zvuku = zvukové energie
 - ASSR změna v amplitudě nosného zvuku



Carrier of 1000 Hz	100%AM 25%FM	Modulation Rate: 90 Hz
-----------------------	-----------------	---------------------------



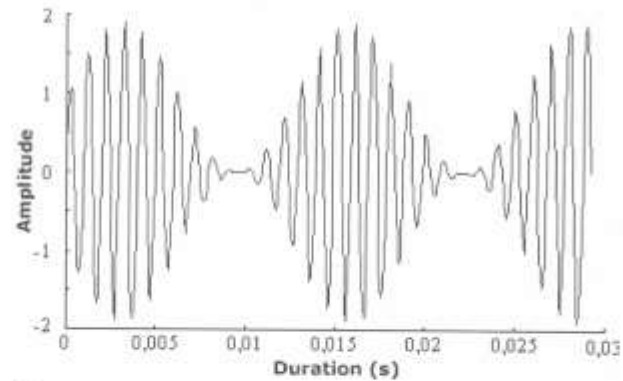
AM and FM
modulated carrier =
sequence of tone
bursts

Charakteristický typ stimulace

- Stimulace musí být
 - Nosný tón má určenou frekvenci
 - Frekvence modulace musí být vyšší než 70 Hz

Charakteristický typ stimulace

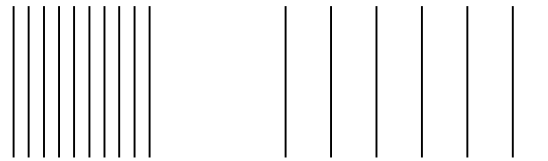
- Stimulace může být
 - Jakkoli dlouho trvající
 - Stimuluje obě uši – binaurální stimulace
 - Může být frekvenčně úzkopásmová nebo i širokopásmová



Základní nosná frekvence je 1000 Hz

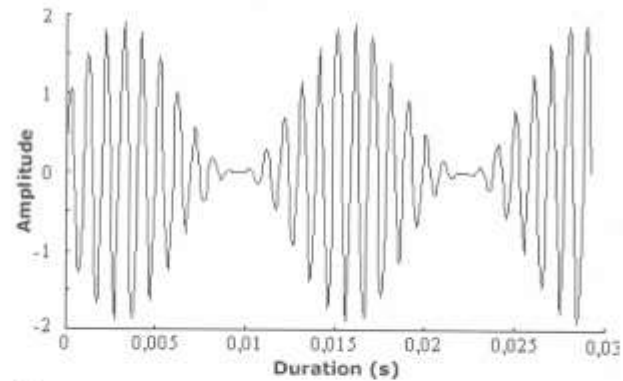
Trvalá a pravidelná amplitudová modulace

Repetiční frekvence je cca 80 Hz



1000 Hz

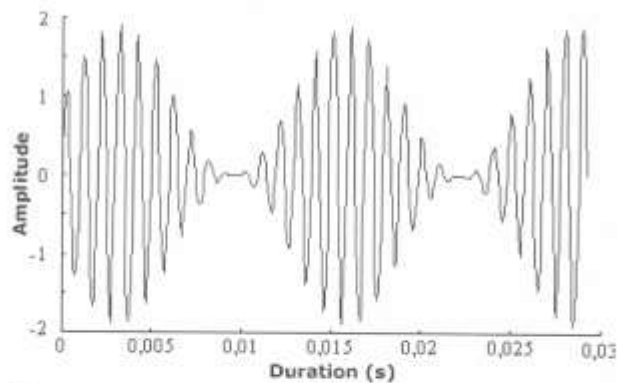
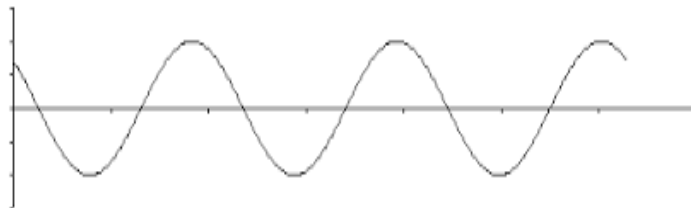
500 Hz



Základní nosná frekvence je 1000 Hz

Trvalá a pravidelná amplitudová modulace

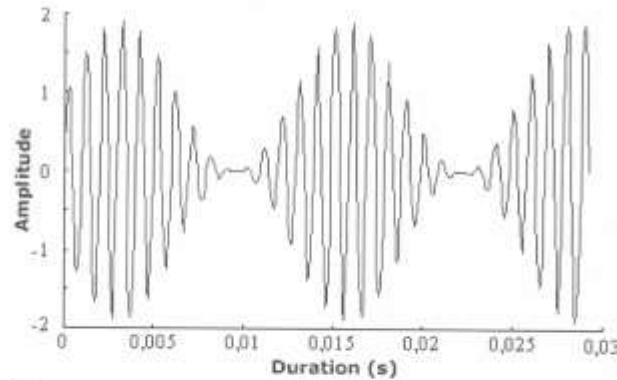
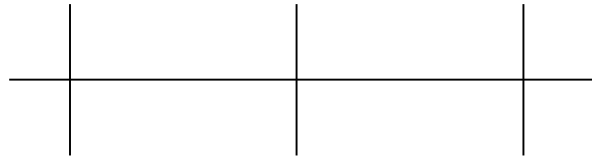
Repetiční frekvence je cca 80 Hz



Základní nosná frekvence je 1000 Hz

Trvalá a pravidelná amplitudová modulace

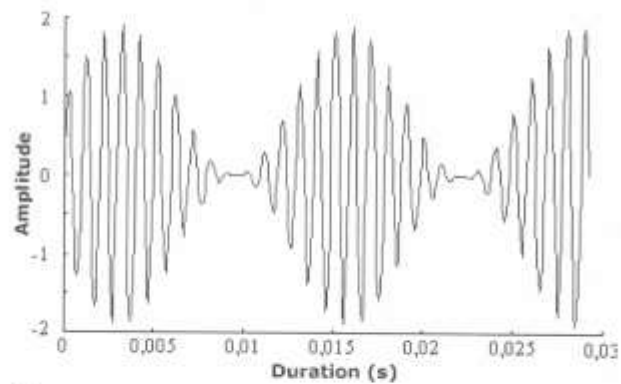
Repetiční frekvence je cca 80 Hz



Základní nosná frekvence je 1000 Hz

Trvalá a pravidelná amplitudová modulace

Repetiční frekvence je cca 80 Hz



Otázka:

Jaká je tedy stimulovaná část percepčního epitelu.

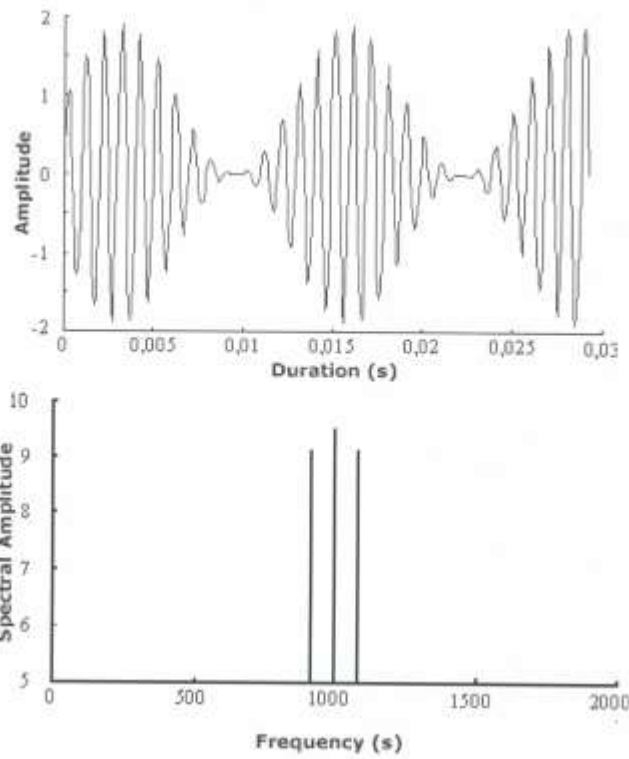


Fig.: 1

Principy steady state systému

- Nejedná se o typ bioelektrické aktivity, ale o fyzikální vlastnosti systémů (nemá vztah k typu potenciálů, ale chování systému)
- Definice
V ustáleném (stacionálním, statickém) systému se stav v libovolném místě nemění v čase.

X

Dynamické systémy – např. sluchadlo, tympanometrie, ABR a další

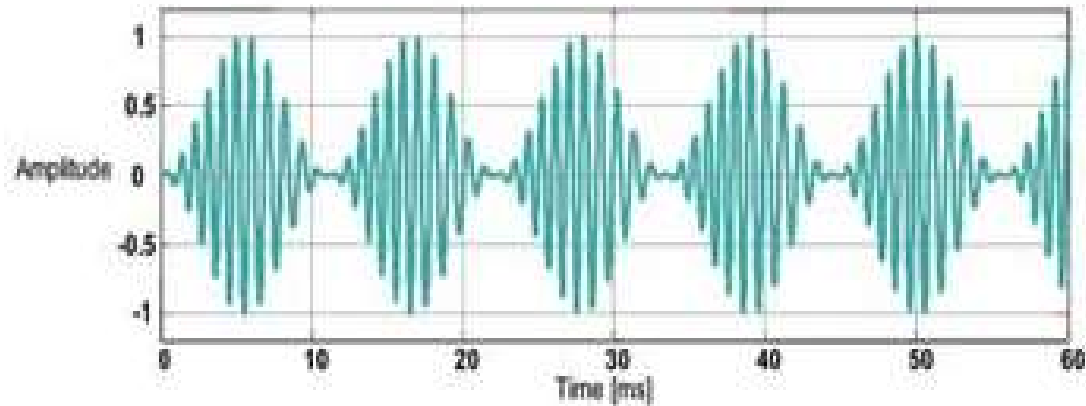
Principy steady state systému

- Jestliže je systém v ustáleném stavu pak jeho chování, které lze zaznamenat v současnosti lze s vysokou pravděpodobností předpokládat i v budoucnu (stochastika a asymptotika).
- Systém je tehdy stochastický pokud lze předpokládat, že současný ustálený stav změní, povede ke stejným změnám i v budoucnosti (např. sinusovka).
- Systém se také chová asymptotikálně (neměnně), když platí, že čím déle je v ustáleném stavu, tím je vyšší pravděpodobnost, že bude ustálený stav i v budoucnu
- V teorii systémů je systém nebo proces v steady state (ustáleném stavu), když proměnné, které definují jeho chování jsou v čase neměnné.
- Velikost změny (derivace systému) je NULA.
- Princip „ustáleného stavu“ se objevuje v celé řadě oborů: termika, dynamika, sociologie, ekonomie, strojírenství a jiných.

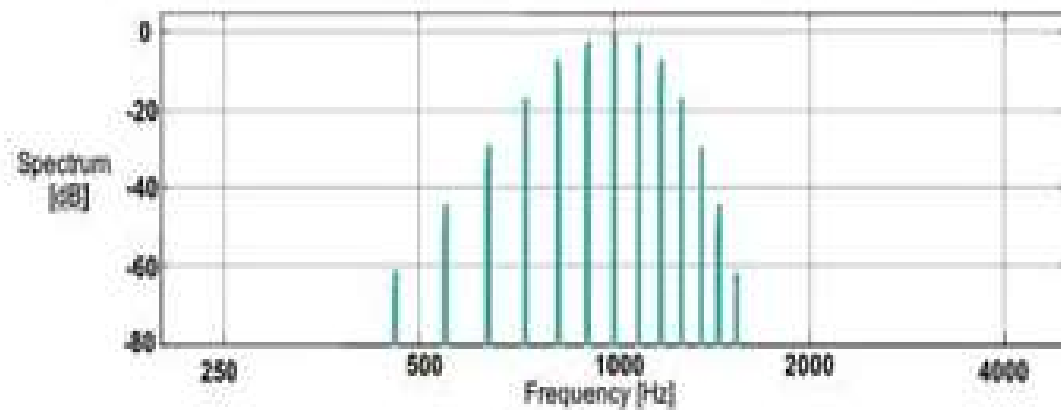
Carrier of
1000 Hz

100%AM
25%FM

Modulation
Rate: 90 Hz



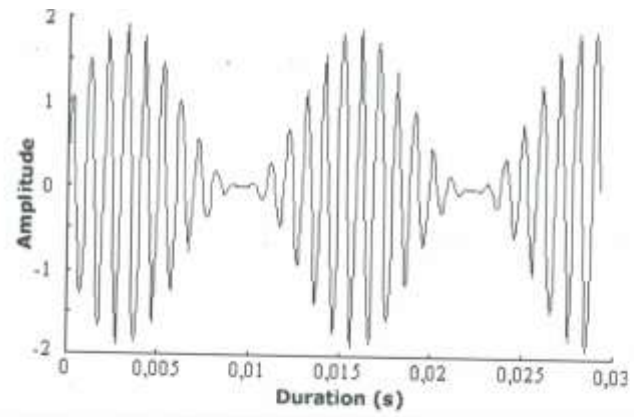
AM and FM
modulated carrier =
sequence of tone
bursts

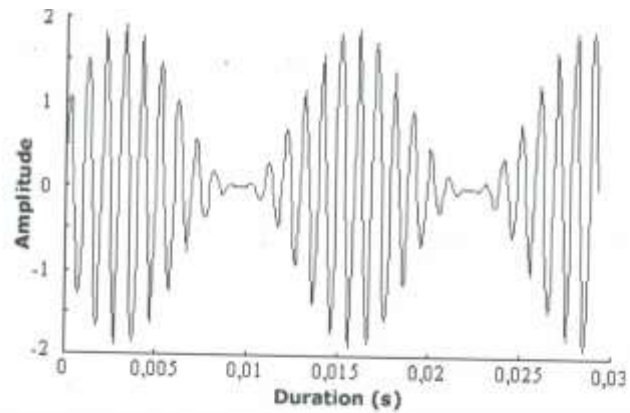


Acoustic frequency
spectrum

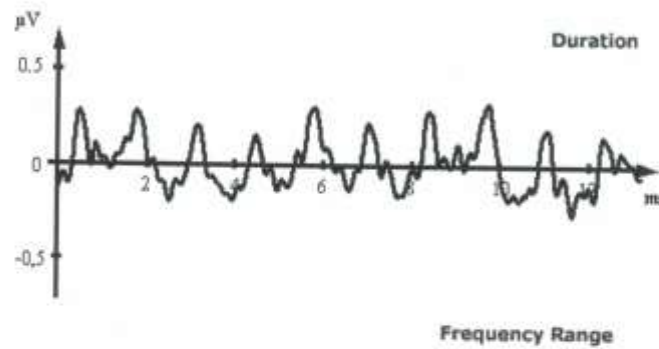
Zpracování výsledků pomocí matematické statistiky

- Matematická statistika
- Matematická statistika je prognostika událostí budoucích na základě posbíraného dostatečného validního vzorku jevů v minulosti (stochastika a asymptotika).
- Příklad každého výrobce má jiný komparativní vzorek hodnot.
- Liší se výsledky přístroje od přístroje, výrobce od výrobce.





Stránka č. 2 z 2

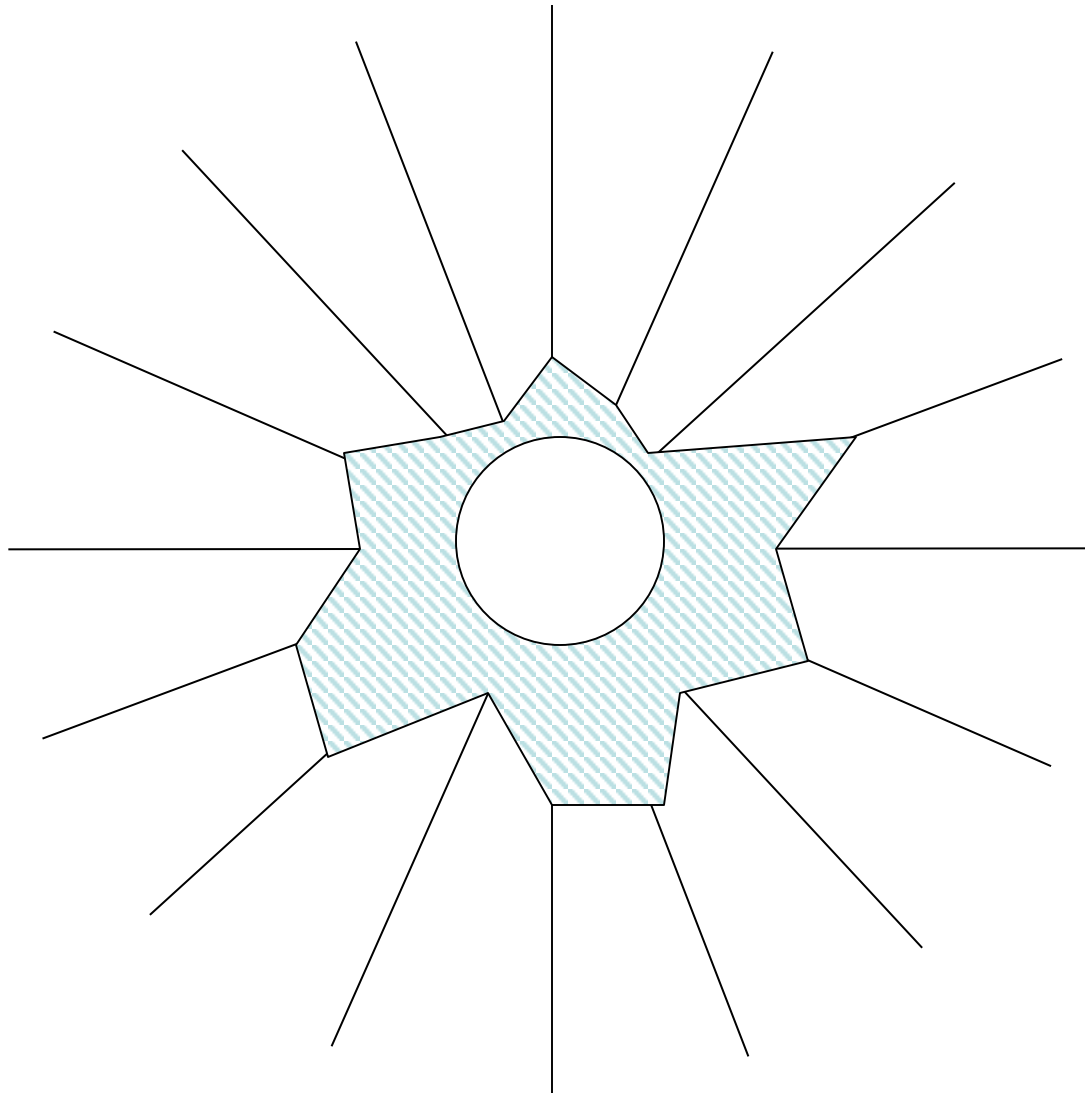


Jednotlivé opakující se potenciály sluchové dráhy při ASSR

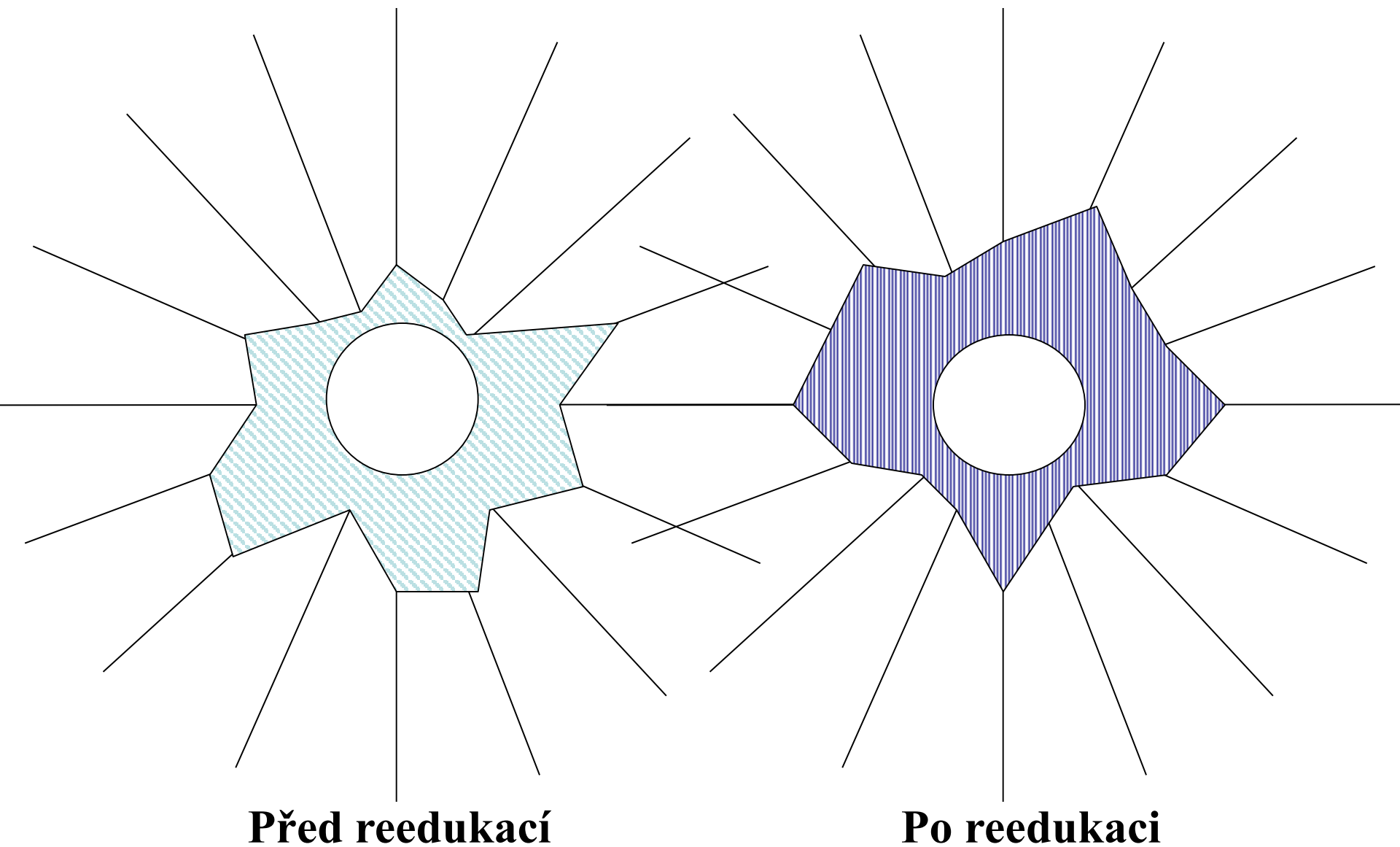
Výpočet pomocí Fourierovy transformace

- **Fourierova transformace** je integrální transformace převádějící signál mezi časově a frekvenčně závislým vyjádřením pomocí harmonických signálů, tj. funkcí $e^{j\omega t}$ a $e^{-j\omega t}$, obecně tedy funkcí komplexní exponenciály. Slouží pro převod signálů z časové oblasti do oblasti frekvenční. Signál může být buď ve spojitém či diskrétním čase.
- Příklady hodnocení kvality hlasu

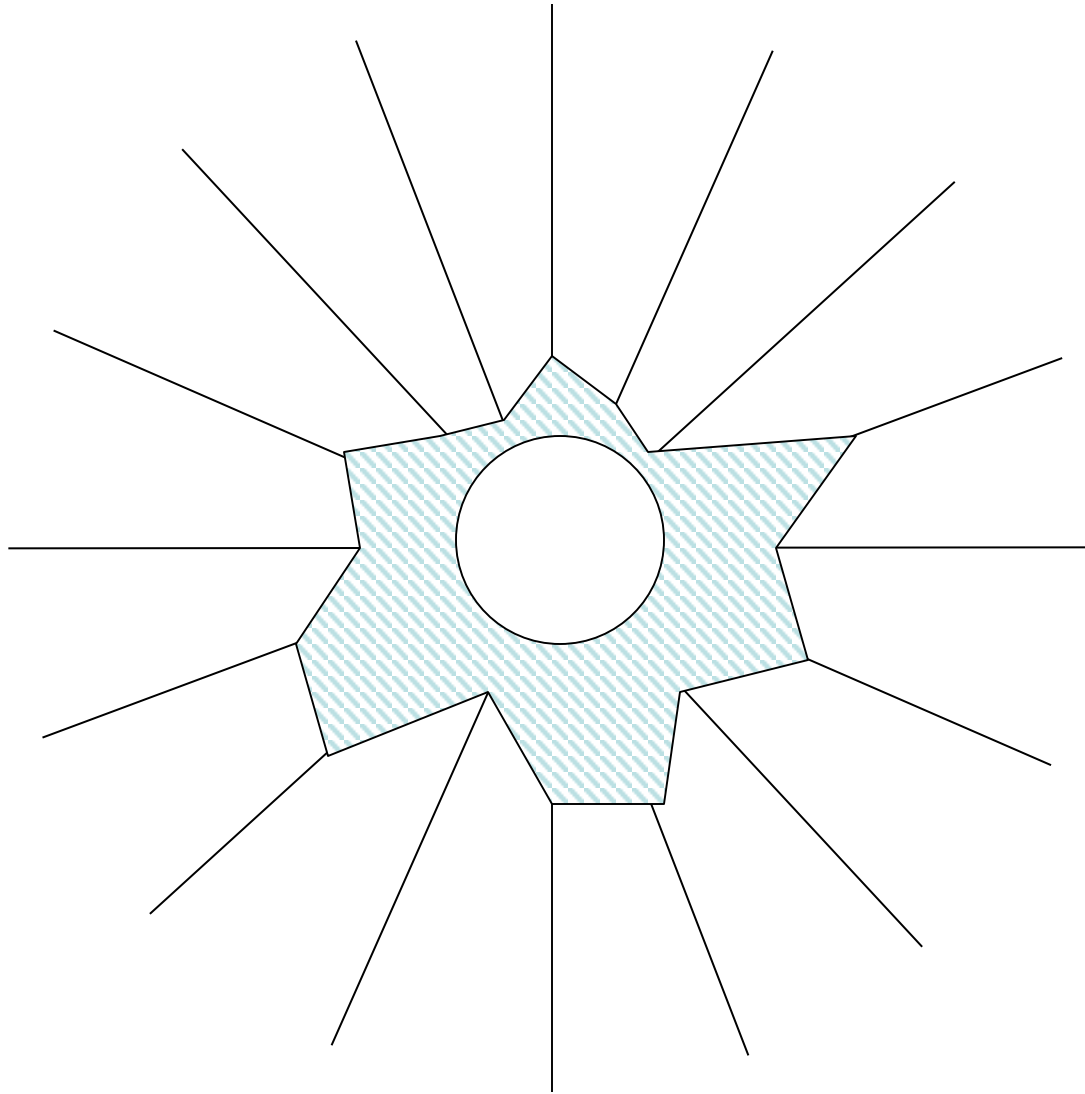
•Multidimenzionální analýza hlasu



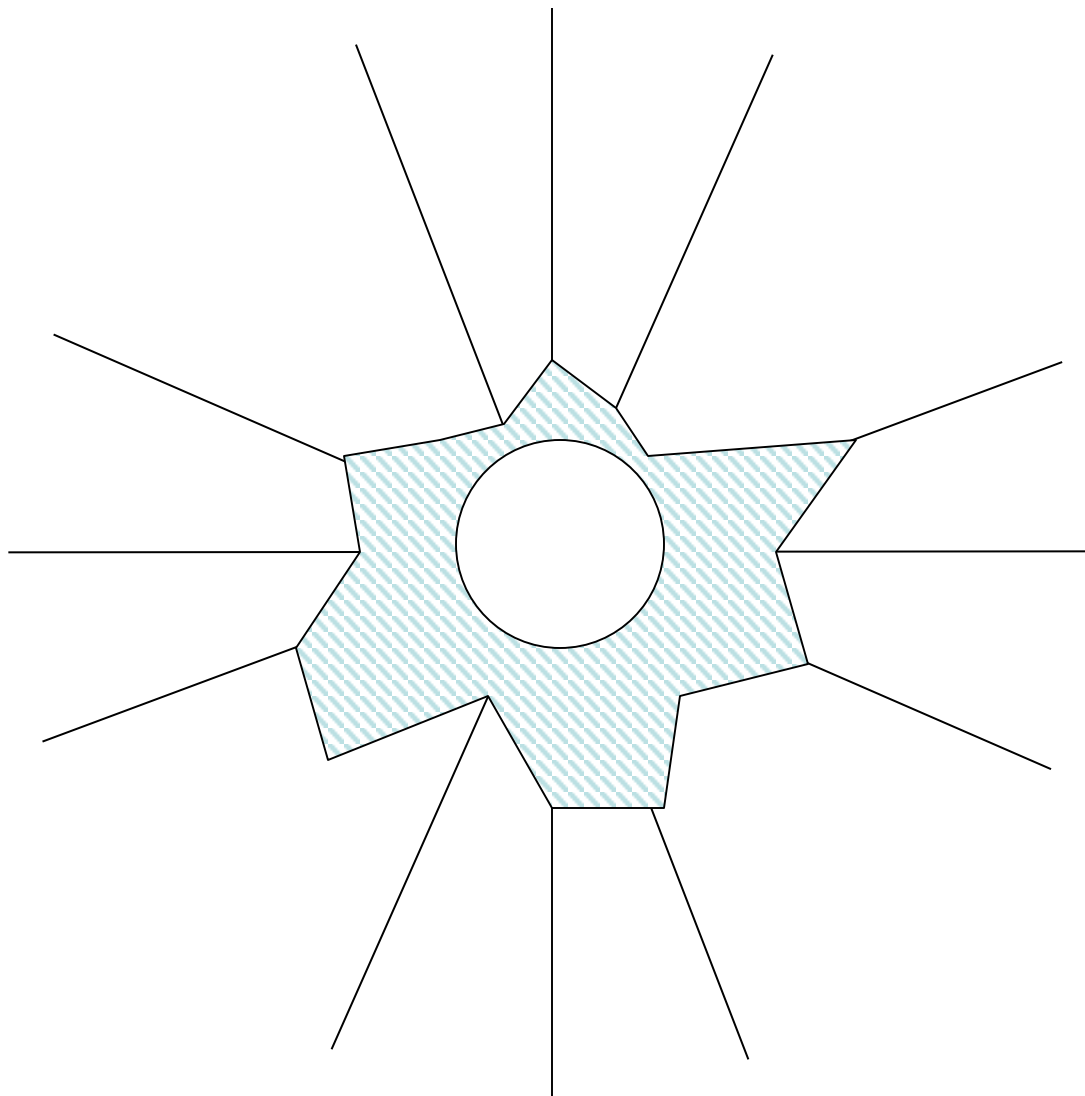
• Multidimenzionální analýza hlasu



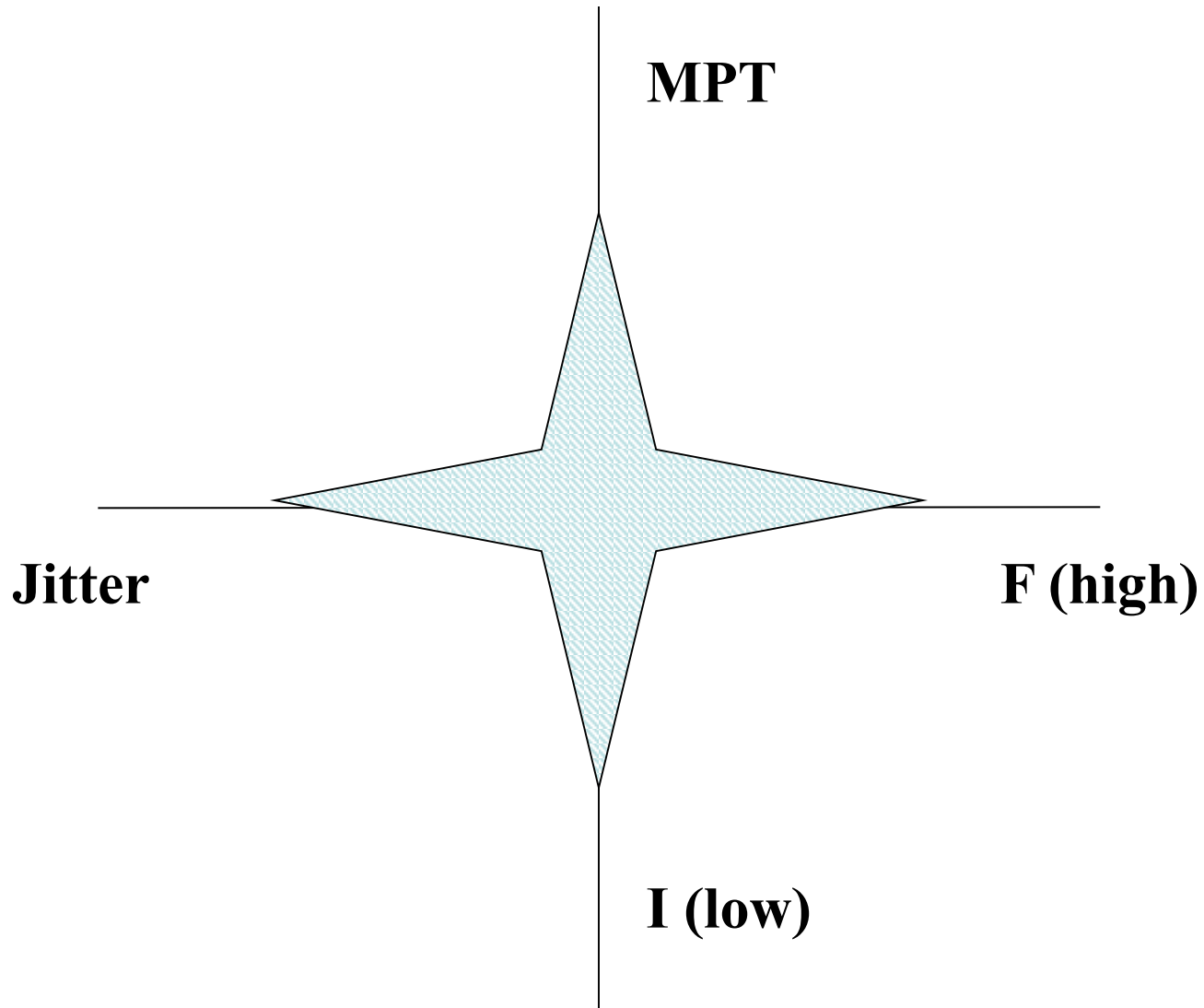
•Multidimenzionální analýza hlasu

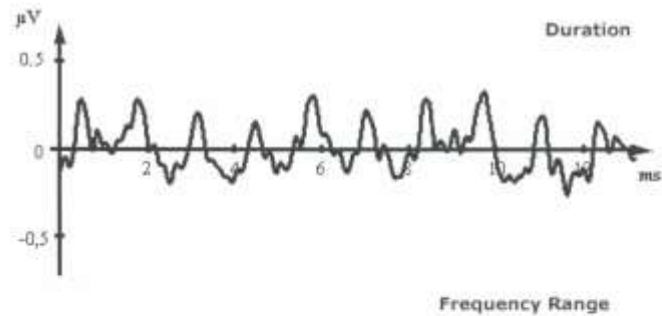


•Multidimenzionální analýza hlasu



•Dysphonia Severity Index

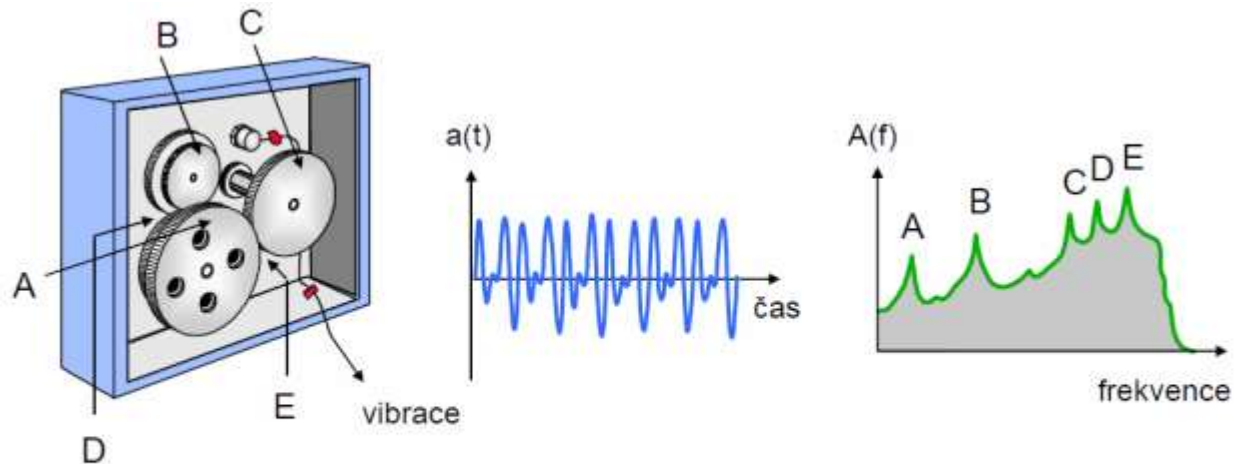




Jak posoudit takto nepravidelný průběh křivky ?

Je třeba převést na číslo !!!

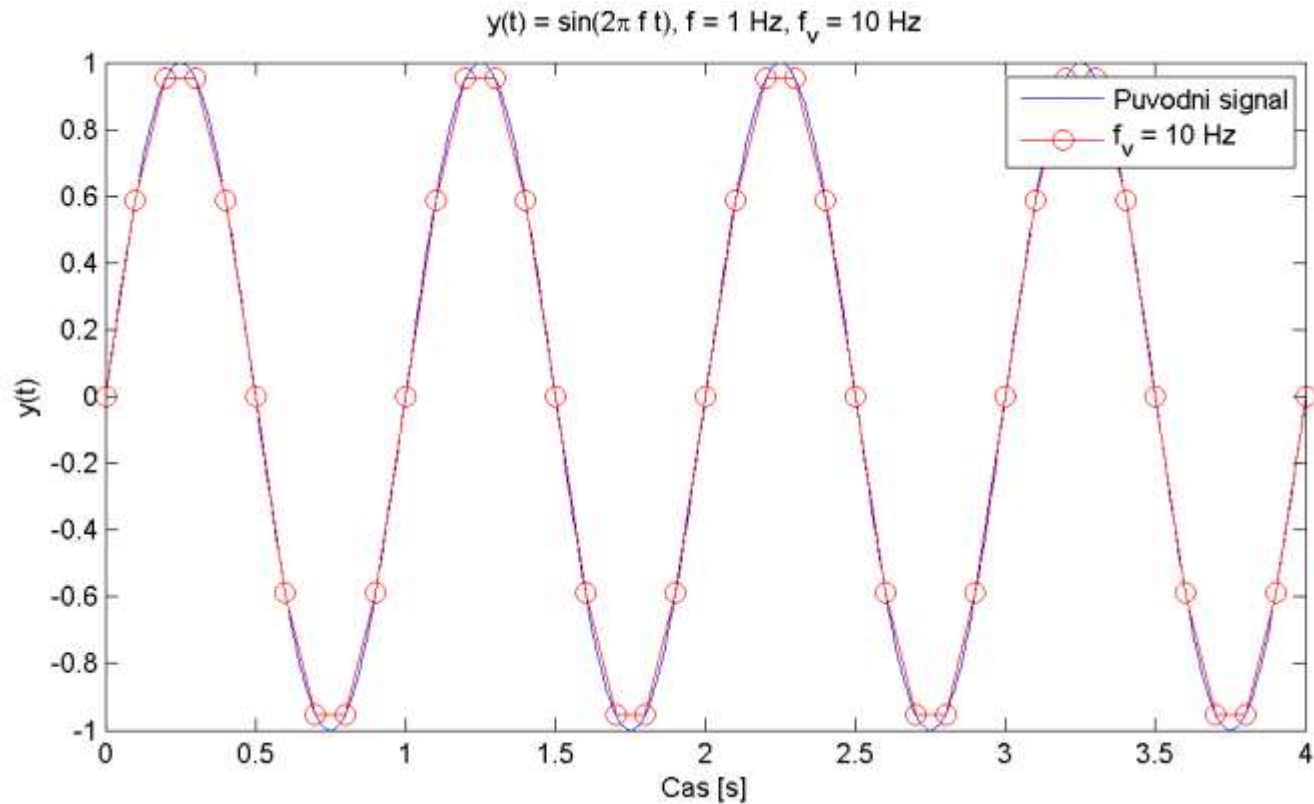
Fourierova transformace



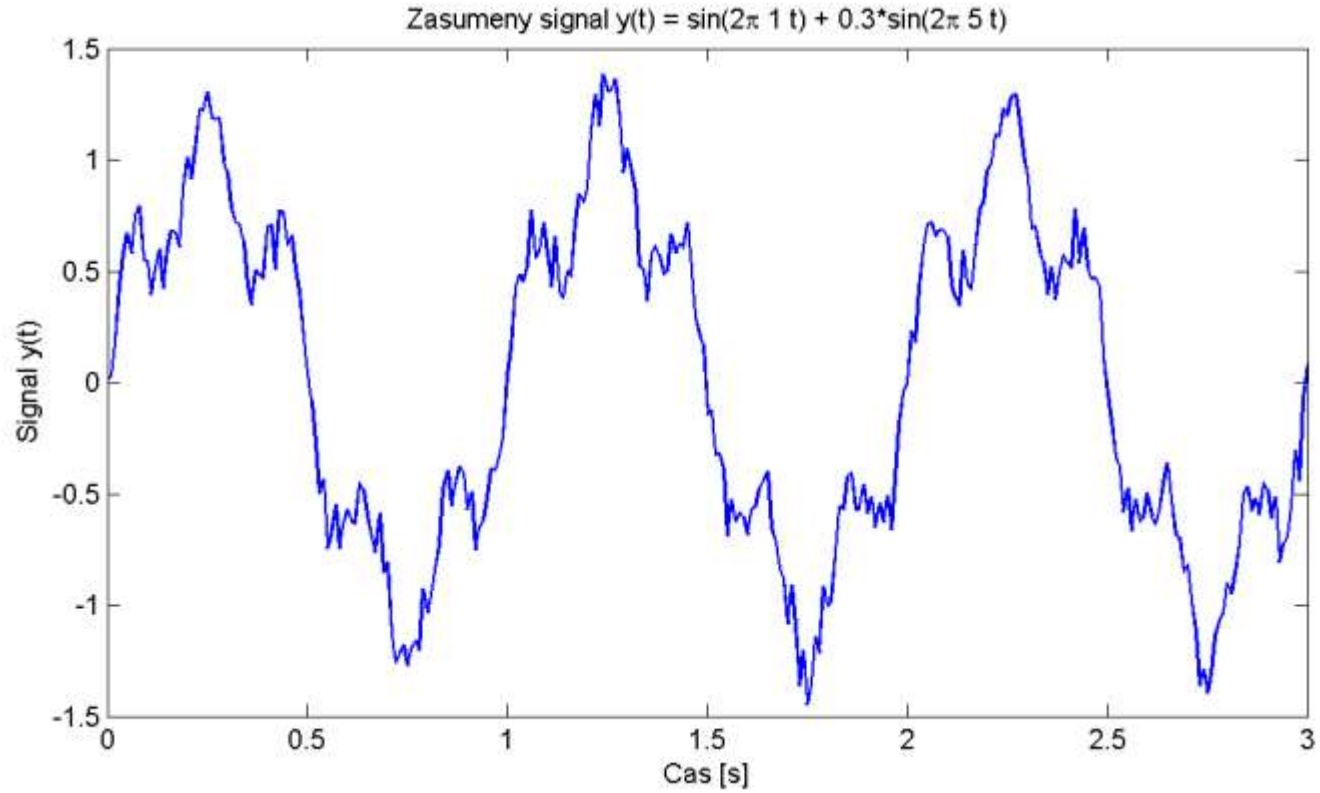
- Jednotlivé jevy jsou v časové oblasti promíchány

- Jednotlivé jevy jsou ve frekvenční oblasti od sebe odděleny

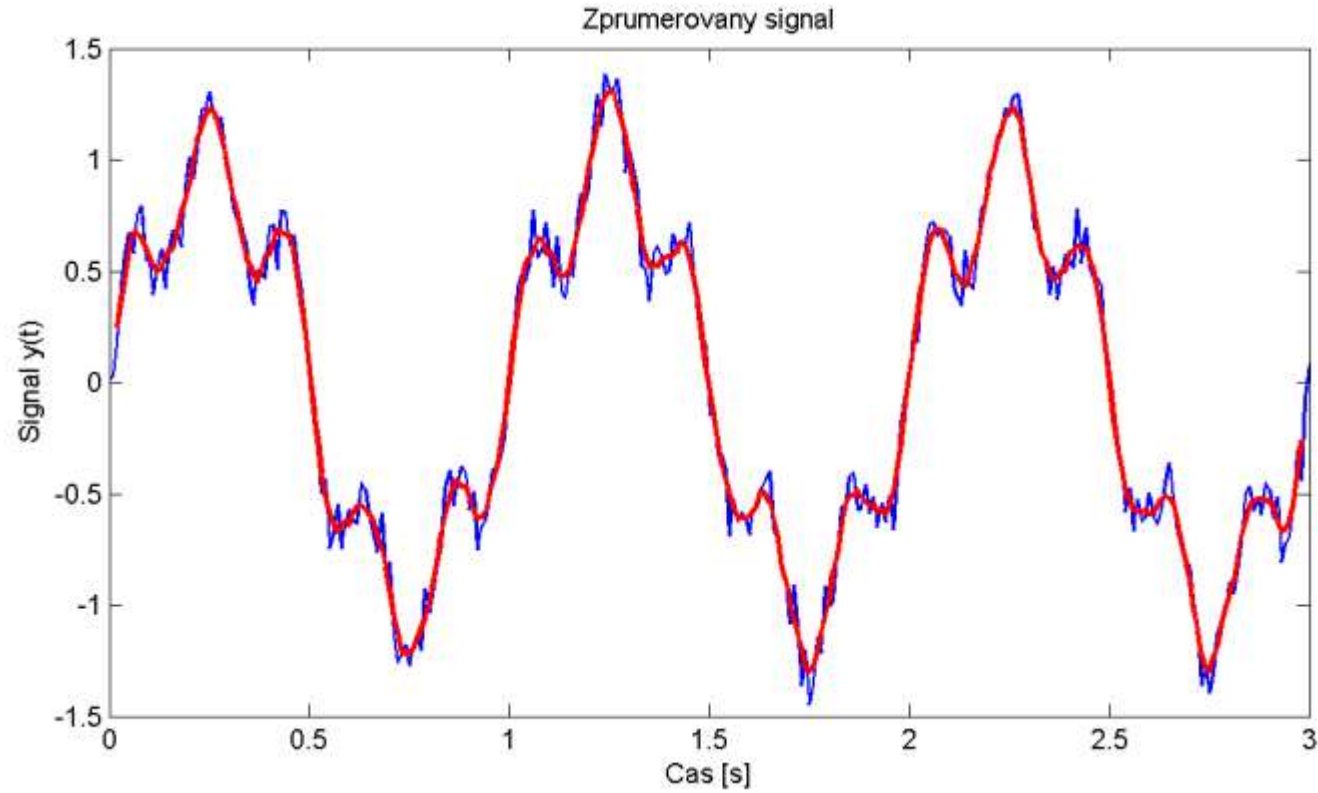
Fourierova transformace



Fourierova transformace



Fourierova transformace

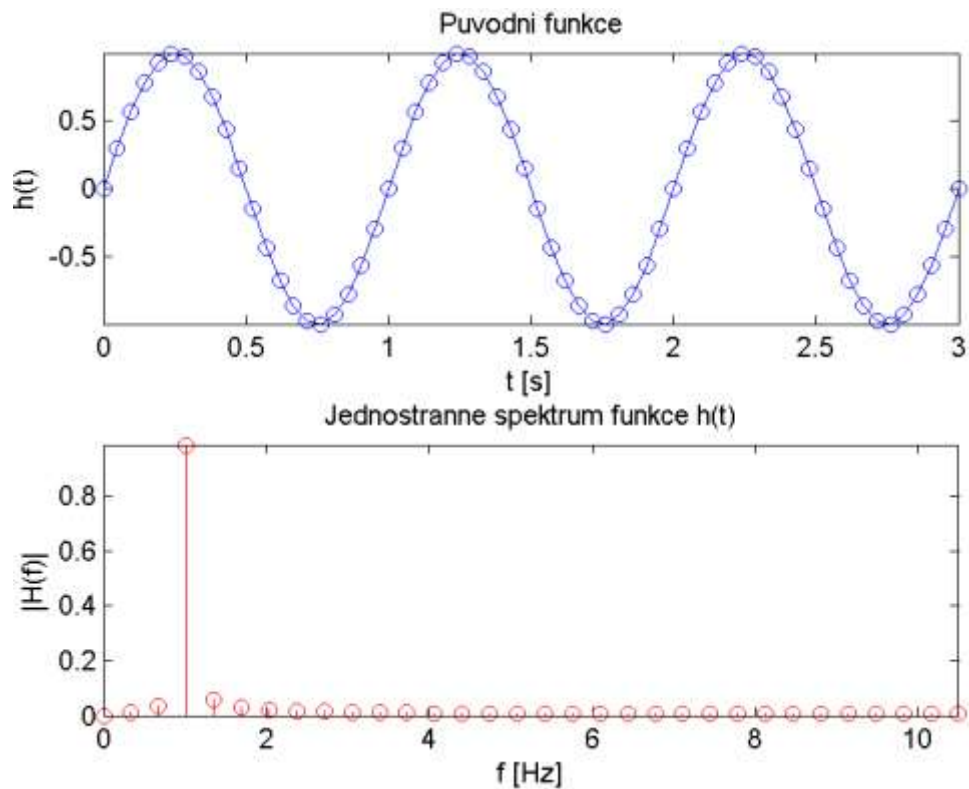


Fourierova transformace

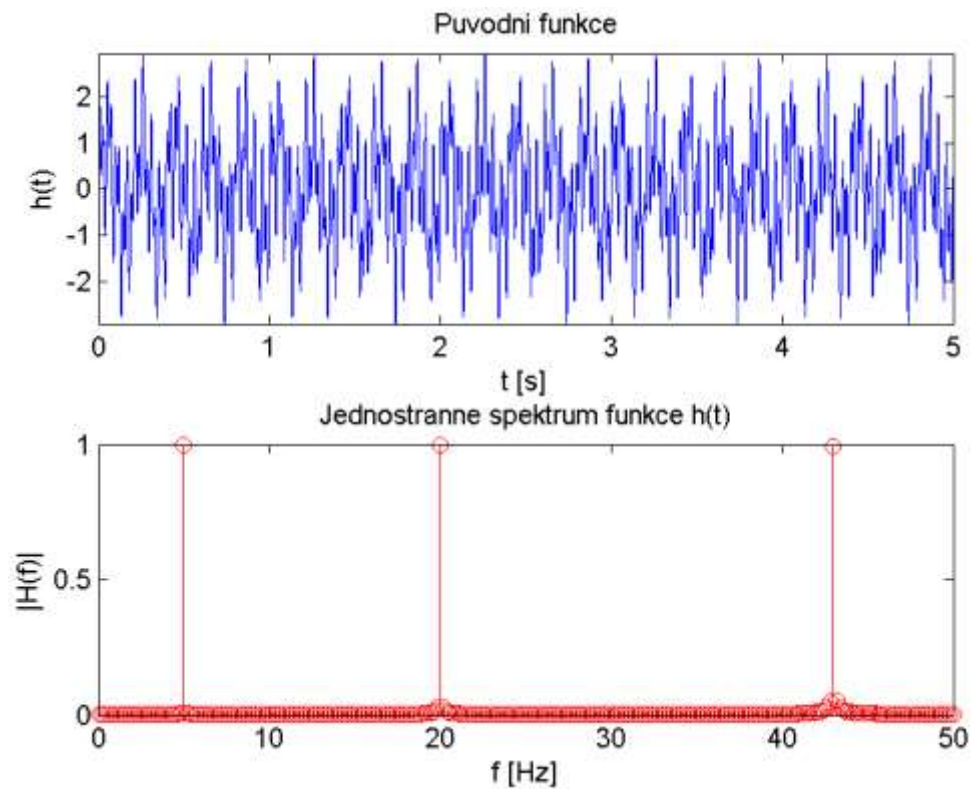
Tab. 2. Základní vlastnosti Fourierovy transformace

Originál	Obraz
$x(t), \quad -\infty < t < +\infty$	$X(\omega), \quad -\infty < \omega < +\infty$
$x'(t)$	$j\omega X(\omega)$
$\int x(t)dt$	$X(\omega)/j\omega$
$x(t - t_0)$	$X(\omega) \exp(-j\omega t_0)$
$x(t) \exp(j\omega_0 t)$	$X(\omega - \omega_0)$
$x(t)y(t)$	$\frac{1}{2\pi} X(\omega) * Y(\omega)$
$x(t) * y(t)$	$X(\omega)Y(\omega)$

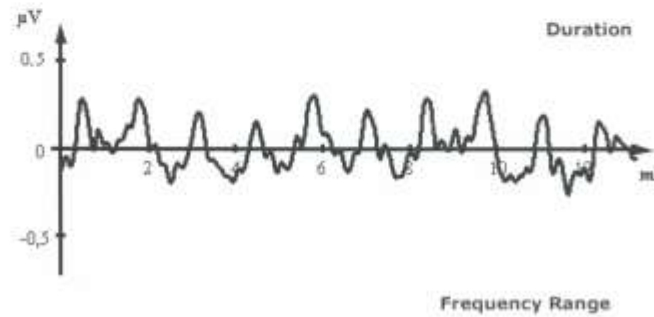
Fourierova transformace



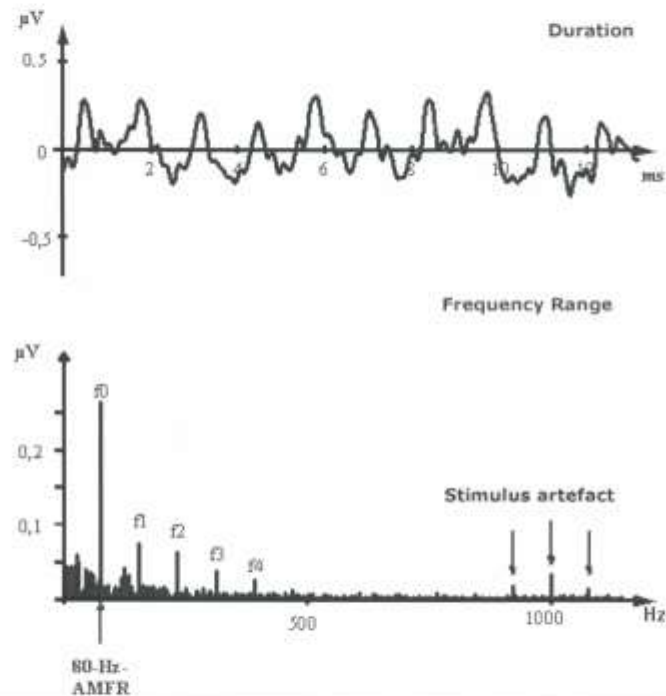
Fourierova tranformace



Fourierova transformace



Fourierova transformace



Estimated audiogram

- Příklad na základě steady state záznamu odpovědí na, frekvenční amplitudově pravidelně modulované stimulace, provede výpočet pomocí Fourierovy transformace a výsledná čísla na základě stochastických principů odhadne pravděpodobnost existence sluchu.
 - Stochastický systém (náhodný) = předpoklad, že ustálený stav náhodných jevů v minulosti předpovídá stejný stav i v budoucnosti s využitím asymptotiky
 - Asymptota je křivka, která nikdy nedosáhne shody (až v nekonečnu) i když se shodě stále přibližuje

Obsah

- I. Teorie
- II. Užití
- III. Hodnocení
- IV. Limity
- V. Rozdíly ABR x ASSR

Užití klinické

- Vždy pokud je třeba stanovit práh sluchu ve frekvenční závislosti.
- Empirická zkušenost ukazuje, že je nejvhodnější na velmi těžké a hluboké vady sluchu.
- Nenahrazuje ABR, které je mnohem méně zatíženo chybami technickými i matematickými.

- Objektivní metody detekce ASSR™ s možností současně testovat více frekvencí v obou uších z něj činí atraktivní metodu screeningu stavu sluchu u nejmenších dětí.
- Současné metody, jako je automatizované ABR a otoakustické emise (OAE) jsou ve screeningových technologiích velmi dobře zavedené a mají výbornou citlivost a specifičnost.
- Jakékoli ASSR screeningové technologie budou tedy muset jasně prokázat alespoň stejnou úroveň spolehlivosti a účinnosti.

Obsah

- I. Teorie
- II. Užítí
- III. Hodnocení
- IV. Limity
- V. Rozdíly ABR x ASSR

Hodnocení

- Estimated audiogram pak poskytuje podobné informace jako behaviorální audiogram.
- Hodnocení vyžaduje nezbytné korekce. Každý ASSR přístroj poskytuje korekční tabulku pro každé měření k vytvoření estimated audiogramu.

Korekce výsledku

Myška,P. – osobní sdělení „ Rozdíl mezi prahy sluchu u středních a lehkých sluchových vad může být až 30 dB . Čím je vada sluchu hlubší, tím přesnější odhadovaný audiogram.

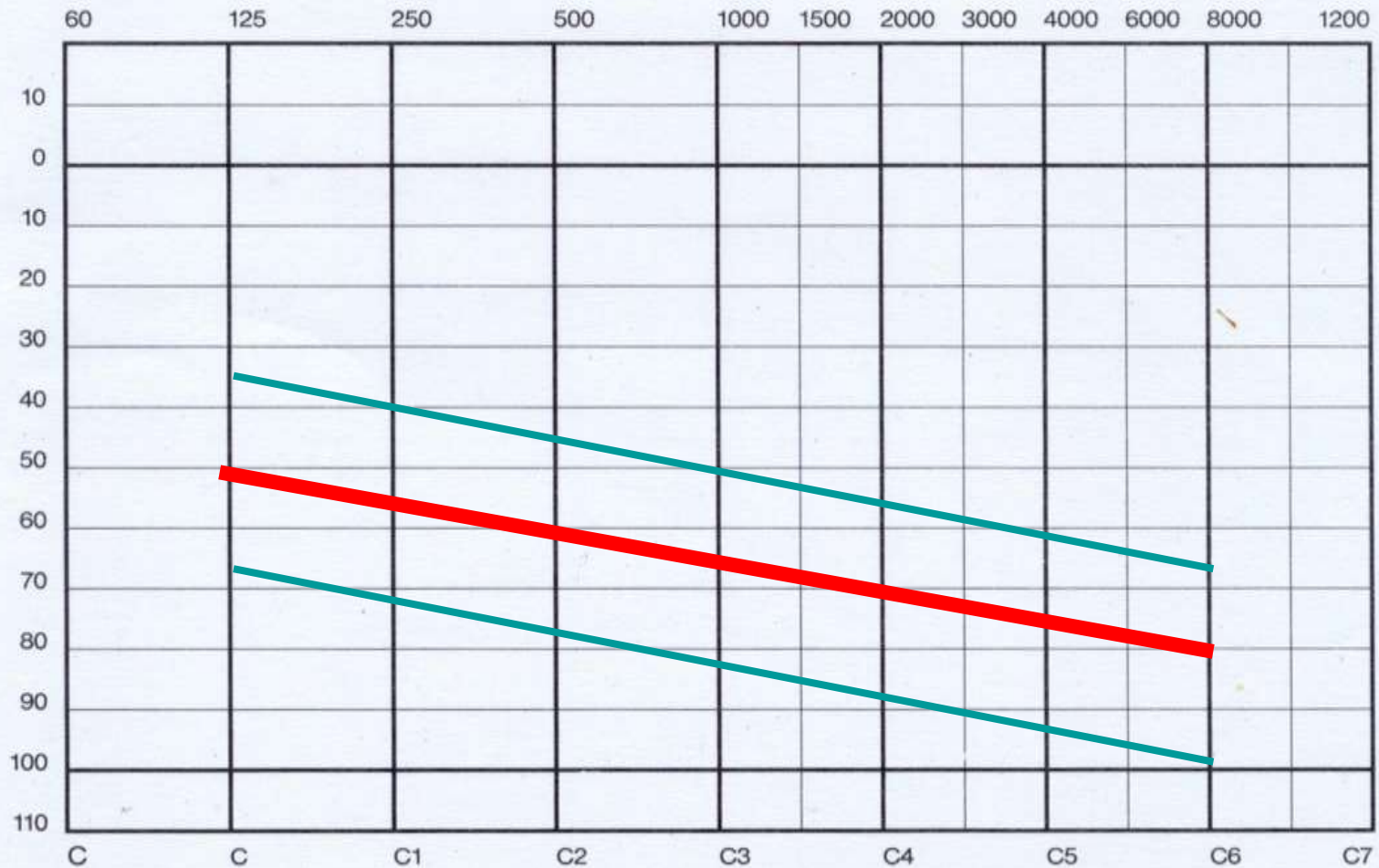
Picton a kol (2005) na základě studia publikovaných prací uvádí, že rozptyl výsledků je mezi 10-15 dB od skutečného prahu sluchu.

Auditory Steady-State Response (ASSR): A Beginner's Guide, 2007

„Porovnáním zjištěná diference je mezi 10-15 dB od skutečného prahu sluchu.“

<http://www.learningview.com/2007/11>

Korekce výsledku



Hodnocení

- Empirie ukazuje, že výtěžnost metody ASSR je lepší, oč je nedoslýchavost hlubší.
- Lehké a střední nedoslýchavosti jsou nepřesné – viz výše.
- ABR nedokáže rozlišit nedoslýchavosti vyšší než 80-90 dB ztráty.
- V oblasti velmi těžkých, v oblasti hluchot je ASSR jedinou vyšetřovací metodou

Hodnocení

- Otázkou zůstává, zda pro korekci sluchu je nutné vědět, že sluch reaguje na hladině např. 110 nebo 125 dB ???????

Obsah

- I. Teorie
- II. Užítí
- III. Hodnocení
- IV. Limity
- V. Rozdíly ABR x ASSR

Limity a omezení

- Technické
 - z přístroje
 - ze způsobu hodnocení
- Vyšetřovaného

Limity a omezení

- Technické
 - z přístroje

Jedná se o složitý elektro-digitální přístroj, který může mít technické potíže ve všech částech – tvorba speciálního signálu, svod a záznam evokovaných potenciálů

Limity a omezení

- **Technické**
 - ze způsobu hodnocení

Jedná se o složitý elektro-digitální přístroj, který může mít technické potíže ve všech částech – zpracování evokovaných potenciálů, matematický přepočít Fourierovou transformací, tvorba estimated audiogramu na základě do přístroje vložených komparativních dat

Limity a omezení

- **Vyšetřovaného**

Vyšetřovaný – nejčastěji nejmenší dítě může být zdrojem potíží:

-Vrozené tvarové vady – vnější ucho

-Nerozliší převodní a percpeční

-Nedokáže určit postižení nitroušní a retrokochleární

-Vůbec neumí posoudit centrální složku sluchu

Obsah

- I. Teorie
- II. Užítí
- III. Hodnocení
- IV. Limity
- V. Rozdíly ABR x ASSR

Rozdíly ABR x ASSR

- ABR – Auditory Brainstem Responses
- ASSR– Auditory Steady State Responses

Rozdíly

- **PODOBNOSTI ABR x ASSR**
 - obě zaznamenávají bioelektrickou aktivitu pomocí elektrod uložených ve stejných oblastech
 - obě jsou sluchovou stimulací vyvolané elektrické odpovědi centrální části sluchového orgánu
 - obě užívají akustické stimuly vedené prostřednictvím vložených sluchátek
 - podle obou lze vytvořit odhadovaný práh sluchu

Rozdíly

- ROZDÍLNOSTI ABR x ASSR
 - ABR hodnotí amplitudu a latenci, ASSR hodnotí amplitudu a fázi ve frekvenční oblasti měření
 - ASSR závisí více na detekci vrcholů vln v celém rozsahu měření než na celkovém tvaru vlny vzhledem k času (latenci) jako ABR
 - při ASSR je důležitá vysoká frekvence opakování více než náhlá změna jako u kliku
 - ABR typicky užívá klik nebo tone burst na jednom uchu, ale ASSR měří současně obě uši při měření širokopásmovou stimulací nebo i frekvenční stimulací
 - ABR odhaduje dobře práh v oblasti 1-4 kHz, a to především u lehkých, středně těžkých a těžkých vad. ASSR je více frekvenčně specifická a lze posoudit i hluboké vady sluchu
 - ABR je závislá na subjektivním hodnocení vyšetřujícím, ASSR pak je vyhodnocována matematickou statistikou
 - ABR je měřeno v mikrovoltech (miliontina voltu) a ASSR v nanovoltech (miliardina voltu)

Výhody ABR

- Jednoduché k pochopení i provedení
- Jasně a nepochybné výsledky
- Využívá rychlé změny potenciálu a tzv. jednotkovou stimulaci

- Senzitivita 98 % = kdo má normální , je zdravý
- Specifita 68 % = špatný výsledek ABR, neznamená, že není zdravý

Nevýhody ABR

- Vyžaduje zkušeného hodnotitele
- Rušení neklidem pacienta nebo elektrickou nestabilitou prostředí
- Nemá frekvenčně specifické výsledky
- Neuposuzuje velmi těžké postižení

Výhody ASSR

- Provádí se automaticky
- Hodnotit může kdokoliv
- Uvádí frekvenčně specifický výsledek
- Lze zhodnotit i velmi těžké

Nevýhody ASSR

- Velmi komplikovaný systém = přístroj
- Nepoužívá „jednotkové stimulační“
- Velký rozptyl výsledků (až o 2 kategorie)
- Nepřesnost u středně těžkých a těžkých nedoslýchavostí

Doporučené použití

- ABR (BERA)

- vždy jako metoda první volby
- validní informace o normálním sluchu versus nedoslýchavost
- velmi přesné hodnoty energetické oblasti 1000 – 4000 dB
- velmi přesné informace u lehkých, středních i těžkých nedoslýchavostí (cca 80 dB HL)

- ASSR

- pokud nelze stanovit práh sluchu pomocí ABR
- pokud se jedná o velmi těžké vady sluchu
- frekvenční posouzení pomocí ASSR není zcela validní

(lépe frekv. klik 500 Hz nebo porovnání VRA)

DEVIČKA ZA POZORNOST