



Přínos aerodynamických vyšetření pro foniatrickou praxi

Jiří Pešta, Monika Vohlídková, Jaroslav Slípka

ORL klinika FN Plzeň

Edvarda Beneše 13

305 99 Plzeň-Bory

e-mail: pestaj@fnplzen.cz

Pavel Nový

FAV ZČU Plzeň

Univerzitní 22

306 14 Plzeň

e-mail: novyp@kiv.zcu.cz

Aerodynamická vyšetření

Historie a lidé:

- rozvoj aerodynamických vyšetřovacích metod (80. a 90. léta minulého století)
- Hirano, Smitheran, Hoit, Hixon, Vandenberg, Schutte, Isshiki, von Leden, ...

Cíl: před rutinní aplikací této funkční diagnostické metody testovat:

- vazby na výsledky metod **VRP** a **MDVP**
- spolehlivost a reprodukovatelnost výsledků
- závislost výsledků na podmínkách vyšetření
- oblast použití

Aerodynamická vyšetření

Používané zařízení



Aerodynamická vyšetření

Typy aerodynamických vyšetření:

- vitální kapacita plic
- při dlouhodobé fonaci – časové průběhy průtoku
 - výška základního hrtanového tónu
 - intenzita fonace
 - délka fonace
- aerodynamický odpor
- hlasová účinnost

Aerodynamická vyšetření

Definice vybraných parametrů:

- aerodynamický odpor **ARES**

poměr subglotického tlaku k průtoku vzduchu hlasivkami v průběhu fonace

(Aerodynamic Resistance)

$$\text{ARES} = \frac{\text{MPAP}}{\text{TARF}} \text{ cm H}_2\text{O} / (\text{l} / \text{s})$$

- hlasová účinnost **AEFF**

poměr akustického výkonu k aerodynamickému výkonu

(Aerodynamic Efficiency)

$$\text{AEFF} = \frac{1,4137 * 10^{-7} * 10^{\text{MEAB}/10}}{\text{APOW}}$$

Fyziologické hodnoty:

- aerodynamický odpor **ARES**

- **ženy** ... **38** cm H₂O/(l/s),

podle SI **372,8** kPa / m³ / s

- **muži** ... **35** cm H₂O/(l/s),

podle SI **343,4** kPa / m³ / s

- hlasová účinnost **AEFF**

- **ženy** ... **220 * 10⁻⁶**

- **muži** ... **150 * 10⁻⁶**

Aerodynamická vyšetření

Základní údaje o souboru a podmínkách aerodynamických vyšetření,
ze kterých vycházíme:

- počet vyšetřovaných jedinců ... 51
 - z toho
 - **zdraví** jedinci ... 24
 - **pacienti** s poruchou hlasu ... 27
 - **muži** ... 25
 - **ženy** ... 26

- podmínky vyšetření
 - stálá intenzita fonace na hladině **75** dB
 - konstantní frekvence základního hrtanového tónu
 - fonace slabiky „ **pa**, ..., **pa** “

- soubor měřených aerodynamických parametrů
MAXDB, MEADB, PHODB,
MEAP, RANP, FET100, PAP, MPAP, PEF, TARF, FVC, MFPHO,
APOW, **ARES**, AOHM, **AEFF**

Vyšetření VRP a MDVP

Výběr parametrů **VRP** a **MDVP**

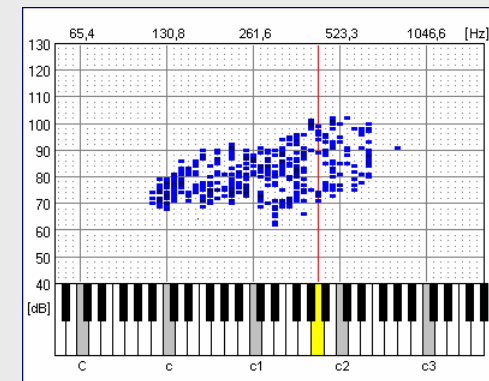
(pro testování vazeb na aerodynamická vyšetření)

VRP – hlasové pole

funkční akustická vyšetřovací metoda

kvantitativní parametry

- rozsah hlasového pole F_{rng} , SPL_{MAX} , ΔSPL

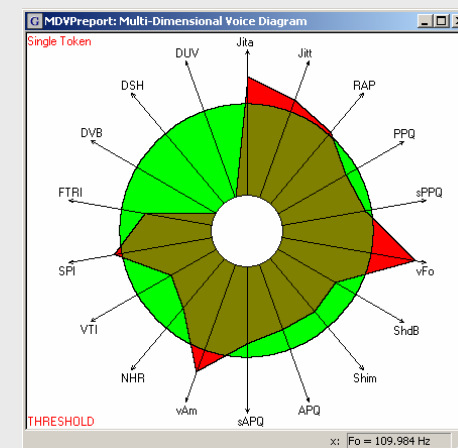


MDVP – multidimenzionální analýza

funkční akustická vyšetřovací metoda

kvalitativní parametry

- frekvenční kolísání
 - amplitudové kolísání
 - šumové parametry
- Jitt**
Shim
NHR, VTI, SPI



Korelační struktura

Zdraví jedinci

(nadprahové korelace pro práh $\pm 0,7$)

Popis značení:

	... pozitivně korelováno, nadprahové hodnoty, (+ práh)
	... negativně korelováno, podprahové hodnoty, (- práh)
	... diagonála, "téměř" jednotková korelace

korelace zdraví		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
		Frng	SPLmax	SPLdit	Jitt	Shim	NHR	VTI	SPI	MAXDB	MEADB	PHODB	MEAP	RANP	FET100	PAP	MPAP	PEF	TARF	FVC	MFPHO	APOW	ARES	AOHM	AEFF	
8	Frng	■																								
9	SPLmax	■	■																							
10	SPLdit		■	■																						
11	Jitt			■	■																					
12	Shim				■	■																				
13	NHR					■	■																			
14	VTI						■	■																		
15	SPI							■	■																	
16	MAXDB								■	■																
17	MEADB								■	■																
18	PHODB								■	■																
19	MEAP									■																
20	RANP										■															
21	FET100											■														
22	PAP												■													
23	MPAP													■												
24	PEF														■											
25	TARF															■										
26	FVC																■									
27	MFPHO																	■								
28	APOW																		■							
29	ARES																				■					
30	AOHM																					■				
31	AEFF																							■		

AEFF ↔ MAXDB, MEADB, PHODB

PEF ↔ FET100 [negativně korelováno]

APOW ↔ PAP, MPAP

Korelační struktura

Pacienti s poruchou hlasu

(nadprahové korelace pro práh $\pm 0,7$)

Popis značení:

	... pozitivně korelováno, nadprahové hodnoty, (+ práh)
	... negativně korelováno, podprahové hodnoty, (- práh)
	... diagonála, "téměř" jednotková korelace

korelace nemocní	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	Frng	SPLmax	SPLdlt	Jitt	Shim	NHR	VTI	SPI	MAXDB	MEADB	PHODB	MEAP	RANP	FET100	PAP	MPAP	PEF	TARF	FVC	MFPHO	APOW	ARES	AOHM	AEFF		
8	Frng																									
9	SPLmax																									
10	SPLdlt																									
11	Jitt																									
12	Shim																									
13	NHR																									
14	VTI																									
15	SPI																									
16	MAXDB																									
17	MEADB																									
18	PHODB																									
19	MEAP																									
20	RANP																									
21	FET100																									
22	PAP																									
23	MPAP																									
24	PEF																									
25	TARF																									
26	FVC																									
27	MFPHO																									
28	APOW																									
29	ARES																									
30	AOHM																									
31	AEFF																									

AEFF ↔ MAXDB, MEADB, PHODB

PEF ↔ FET100 [negativně korelováno]

APOW ↔ PAP, MPAP

Korelační struktura

Výsledky a jejich interpretace

(pro daný soubor vyšetřovaných jedinců a vybrané parametry VRP a MDVP)

❑ nebyla prokázána korelační vazba

- aerodynamická vyšetření ↔ hlasové pole **VRP**
- aerodynamická vyšetření ↔ multidimenzionální analýza **MDVP**

❑ skupina parametrů aerodynamického vyšetření

byla prokázána korelační vazba nad souborem zdravých jedinců, ($k_R > 0,80$)

u pacientů s poruchou hlasu tato korelační vazba mizí: ($k_R < 0,50$)

- **AEFF** ↔ { **MAXDB, MEADB, PHODB** } ≈ Sound Pressure Level
(Aerodynamic Efficiency)
- **APOW** ↔ { **PAP, MPAP** } ≈ Air Pressure
(Aerodynamic Power)

Aerodynamická vyšetření

Výsledky ARES a AEFF a jejich interpretace

(pro daný soubor vyšetřovaných jedinců)

□ ARES

- **naměřená hodnota \approx fyziologické hodnotě**
→ odpovídá bezchybnému závěru glottis
- **naměřená hodnota $<$ fyziologická hodnota**
→ nedomykavost hlasivek nebo útvar na okraji hlasivek
- **naměřená hodnota $>$ fyziologická hodnota**
→ na hlasivkách je překážka bránící proudění vzduchu hlasivkami

$$\text{ARES} \approx \text{ARES}_{\text{fyziolog}}$$

$$\text{ARES} < \text{ARES}_{\text{fyziolog}}$$

$$\text{ARES} > \text{ARES}_{\text{fyziolog}}$$

□ AEFF

- **naměřená hodnota $<$ fyziologická hodnota**
→ bylo prokázáno u všech pacientů s poruchou hlasu

$$\text{AEFF} < \text{AEFF}_{\text{fyziolog}}$$

Aerodynamická vyšetření

Závěrečné zhodnocení

- nevýhodou je náročnost na spolupráci vyšetřovaného jedince
 - intenzita fonace by měla být konstantní, SPL = 75 dB
 - konstantní frekvence hrtanového tónu
 - manipulace s obličejovou maskou a snímačem tlaku
 - časová náročnost vyšetření

- výsledné parametry aerodynamických vyšetření jsou nezávislé na hodnotách parametrů hlasového pole a multidimenzionální analýzy (v tomto smyslu jsou výsledky jedinečné a přináší novou informaci)

- kromě aplikace jako diagnostické metody lze aerodynamická vyšetření použít pro hodnocení v průběhu terapie nebo rehabilitace

Aerodynamická vyšetření – poznámky (1)

Fyziologické hodnoty: (stanoveno pro MAEDB \approx 75 dB)

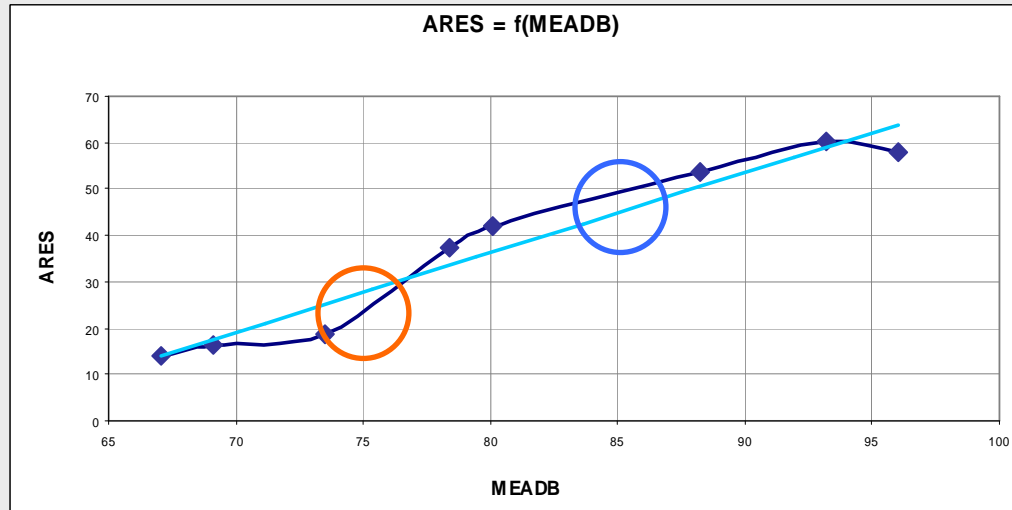
- aerodynamický odpor **ARES**
 - **ARES**_{ženy} = 38 cm H₂O/(l/s)
 - **ARES**_{muži} = 35 cm H₂O/(l/s)

- hlasová účinnost **AEFF**
 - **AEFF**_{ženy} = 220 * 10⁻⁶
 - **AEFF**_{muži} = 150 * 10⁻⁶

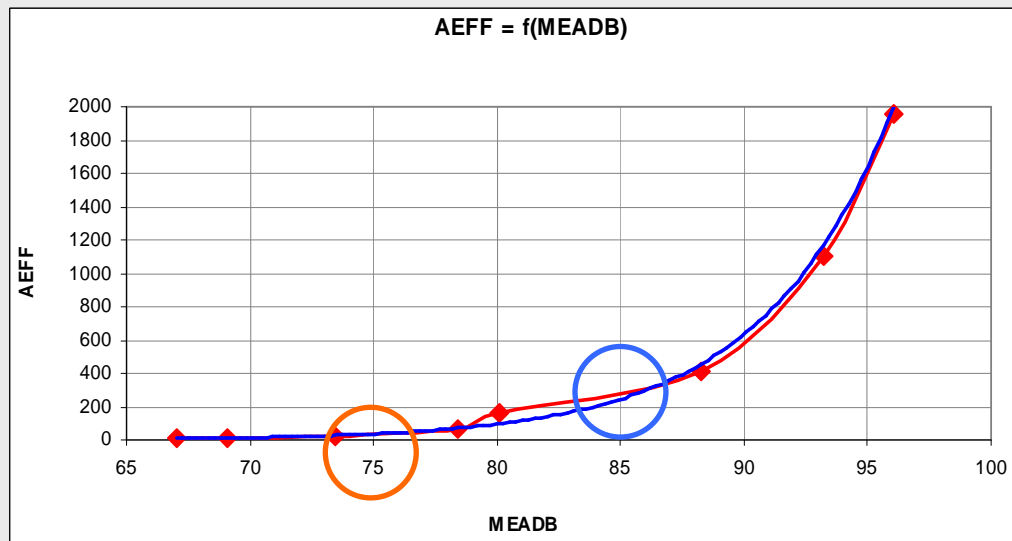
Naměřené hodnoty: (měřeno nad souborem 24 zdravých jedinců)

- střední hodnota intenzity fonace **MEADB** = 84 dB
- aerodynamický odpor **ARES** = 57 cm H₂O/(l/s)
- hlasová účinnost **AEFF** = 270 * 10⁻⁶

Aerodynamická vyšetření – poznámky (2)



lineární spojnice trendu



exponenciální spojnice trendu

Použitá literatura

- [1] Nový, P., Vávra, F., Pešta, J., Marek, P.: *Parameter Identification from Phoniatric Examinations*. Summer School DATASTAT 06, Proceedings, (221-234), ISBN 978-80-210-4493-7, Brno: Masaryk University, 2007.
- [2] Nový, P., Vávra, F., Kotlíková, M.: *Voice range profile examination method and its applications*. Summer School DATASTAT 03, Proceedings, Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brunensis, Mathematica 15, ISBN - 80-210-3564-1, Svatka, 2003.
- [3] Vávra, F., Nový, P., Mašková, H.: *Voice range profile and problem of fundamental frequency*. Summer School DATASTAT 03, Proceedings Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brunensis, Mathematica 15, ISBN - 80-210-3564-1, Svatka, 2003.
- [4] Vávra, F., Nový, P., Netrvalová, A., Neumanová, M., Vokáčová, K.: *Transformation and probability models*. 5th International Conference Aplimat 2006, Slovak University of Technology, Bratislava, 2006.
- [5] *Multi-Dimensional Voice Program MDVP*. Kay Elemetrics Corp., New Jersey <http://www.kayelemetrics.com/>.
- [6] Hátle, J., Likeš, J.: *Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky*. SNTL Praha, ALFA Bratislava, 1974.
- [7] Novák, A.: *Foniatrie a pedaudiologie*. UNITISK s.r.o., Praha, 1996.
- [8] Vokřál, J.: *Akustické parametry chraptivosti*. Doktorská disertační práce, ČVUT Praha, Fakulta elektrotechnická, Praha, 1998.