



# Efekt neuromuskulární elektrické stimulace a dechových cvičení s koncovkou u pacientů s Parkinsonovou nemocí

*M. Frič, P. Amarante Andrade, M. Kučera, S. Ritterová, Z. Drahoš*

*Výzkumné centrum hudební akustiky, HAMU Praha  
UP Olomouc*

**19. česko-slovenský foniatrický kongres, XXXII. celostátní foniatrické dny Evy Sedláčkové, 13. - 15.10.2022**

# Obsah

- Úvod
- Metody
- Výsledky
- Diskuze
- Závěry

# Parkinsonova nemoc

- Vzniká ztrátou (degenerací) dopamingenních neuronů v substantia nigra (pars compacta)
- Neurodegener. Onemocnění
  - Svalová tuhost
  - Tremor
  - Zpomalený pohyb (bradykinisia)
- Hlasové / řeč postižení
  - Zhoršená funkce (rigidita) hrtanových, hltanových a obecně artik. svalů, postižení funkčního použití dechu
- 70-90% pac. Má hlasové a řečové (komunikační) problémy
  - Zhoršená kvalita
    - Dyšný hlas
    - Astenie
    - Chrapot
    - Vysoká poloha
    - Snížená hlasitost
  - Snížena prosodická exprese
    - Monotonnost / sníž. dynam.
  - Tremolo / vibrato
  - Porucha artikulace (hypokin. dysartria)
    - Nesrozumitelné vyslovování

# Cíl studie

*Standardní metody hlasové reedukace pacientů s PN se opírají o postupy, které snižují vliv hypokinetické poruchy hlasu, posilují respiro-fonační část hlasového systému a stimulují atrofované svaly.*

- Porovnání efektu NMES a hry na koncovku u pacientů s PN

# Metody

- Skupina členů Parkinson klubu (celkem 18: 10F, 8M) v Plzni
- **Rehabilitační pobyt v Soběšicích** (celkem 1 týden)
- **3 NMES stimulačních sezení:**
  - 1. sezení: 3 min. 80Hz, 12 min 10Hz
  - 2. sezení: 15 min. 80 Hz,
  - 3. sezení: 15 min. 10Hz.
- **2 hod. společné hry na koncovku**
  - Rozdělení na skupiny A/B
    - A – hra na koncovku před poslední NMES
    - B – hra na koncovku po poslední NMES

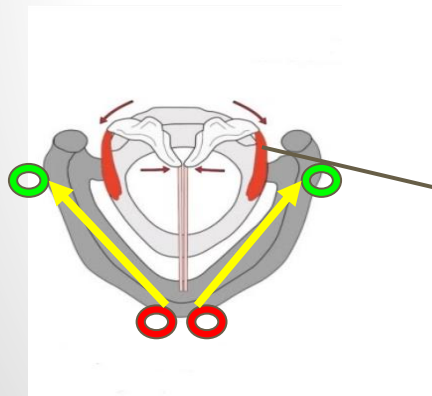
- **Úkoly zjednodušeného hlasového pole**

- Habituační a hlasité čtení 5 vět
- zpěv stupnice (slabika „vá“) v *mf* dynamice v celém výškovém rozsahu
- gradace volání „máma“ do maximální hlasitosti
- před prvním sezením (1b- before),
- po druhém (2a –after)
- po třetím (3a) sezení.

# Nízkofrekvenční povrchová neuromuskulární elektrická stimulace (NMES)

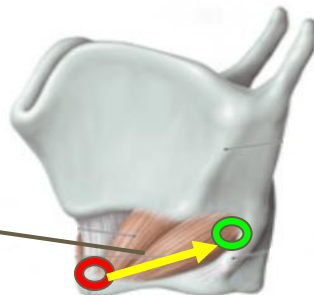
- Elektrostimulace je podpůrná léčba zabraňující atrofii denervovaných svalů, napomáhá regeneraci poškozené svalové tkáně a zabraňuje fibrilaci a tak umožňuje rychlejší návrat hlasové funkce.

VITALSTIM



LATERAL  
CRICOARYTENOID  
MUSCLES (LCA)

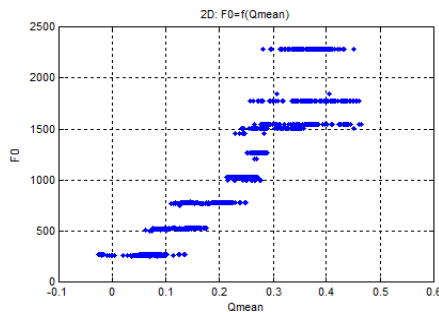
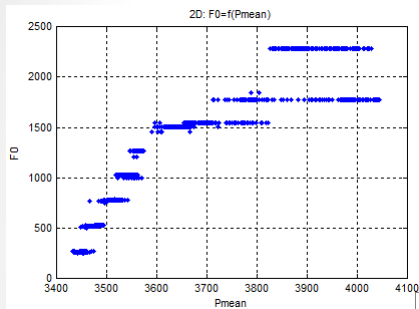
CRICOTHYROID  
MUSCLES (CT)



- Andrade, P.A., Frič, M., Otčenášek, Z. Assessment of Changes in Laryngeal Configuration and Voice Parameters Among Different Frequencies of Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) and Cumulative Effects of NMES in a Normophonic Subject: A Pilot Study, *Journal of Voice* (in press)
- Andrade, P.A., Frič, M., Dršata, J., Krtičková, J., Chrobok, V. Comparative study on the effects of surface neuromuscular electrical stimulation between subjects with unilateral vocal fold paralysis in the paramedian and median positions., *Journal of Voice* (in press)

# Aerodynamický princip hry na koncovku

- $f_0$  je závislá na tlaku a průtoku



- Není potřeba žádná jiná kontrola výšky zvuku (dírký)

## Cvičení:

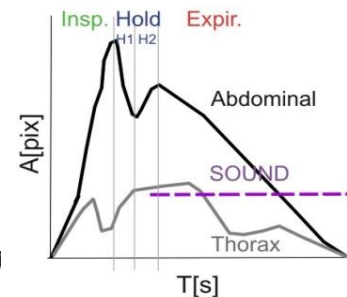
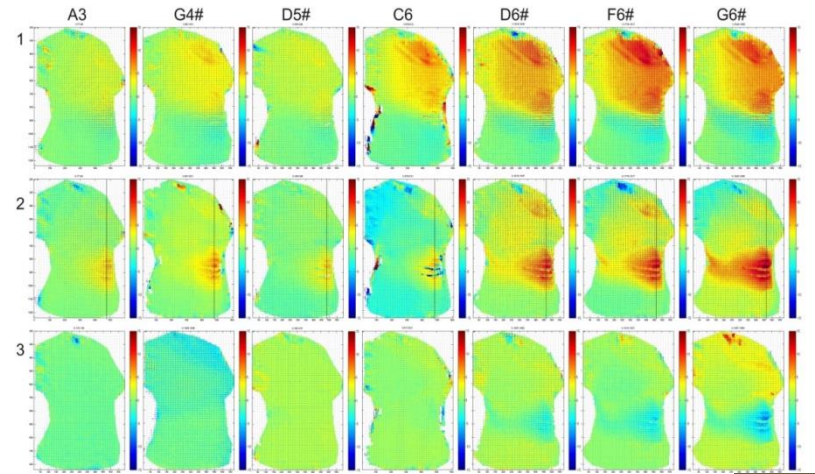
- Oddělené dlouhé tóny
- Staccato tóny
- Legatová změna dlouhých tónů
- Staccatová změna krátkých tónů
- Střídání 2 tónů (dlouhých a krátkých):
  - stejná výška tónu
  - Druhý tón je vyšší
  - Druhý tón je nižší
- Glissando v celém rozsahu

# Naše předešlé zkušenosti s „koncovkou“

## Systematický způsob dechových pohybů (jedna flétnistka)

- Dominance břišních pohybů
- Systematická změna objemu plic s rostoucí výškou tónu (a SPL)
- V dechové pauze (zadržení dechu těsně před zvukem) - natlakování - pohyb dovnitř v oblasti břicha
- Se zvyšující se výškou tónu se prohlubuje negativní zářez - tj. břicho je více vtahováno dovnitř a zvětšuje se plocha tohoto vtažení.

## Digital Image Correlation



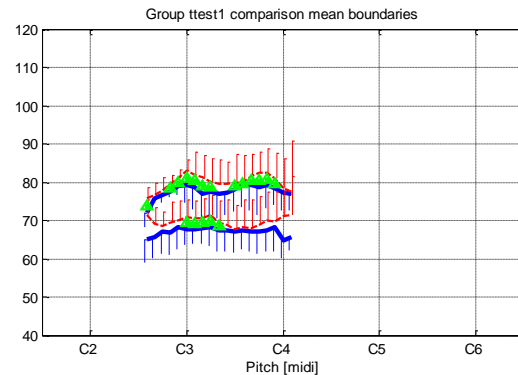


# Práce s muzikoterapeutem

# Habituální čtení

1stb vs 3rda	P.mean	P.min	P.max	toneR	L.mean	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	52.0389	47.4278	56.2333	8.8069	74	64.6111	81.4167	16.8222	111.8667
std1	4.2203	4.1897	4.148	1.9738	4.4097	4.8379	4.8005	3.0054	26.2367
mean2	52.3556	47.8278	56.7833	8.9456	75.6833	66.5278	83.7278	17.1889	115.5611
std2	4.0693	4.1338	3.7447	1.4827	5.2832	5.8131	4.9603	2.0102	23.0184
meandiff	-0.3167	-0.4	-0.55	-0.1388	-1.6833	-1.9167	-2.3111	-0.3667	-3.6944
stddiff	1.471	1.5092	1.7823	1.554	2.361	4.0175	1.5669	3.5766	24.6596
ttest1	0	0	0	0	-1x	0	-1xx	0	0
pval	0.3738	0.2764	0.2079	0.7095	0.0076	0.059	8.67E-06	0.6691	0.5335
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.2153	0.265	0.3086	0.0893	0.713	0.4771	1.475	0.1025	0.1498

Před/ po



Kombinovaný efekt:  
↑ SPL: průměr a max.

# Habituální čtení

## efekt koncovky

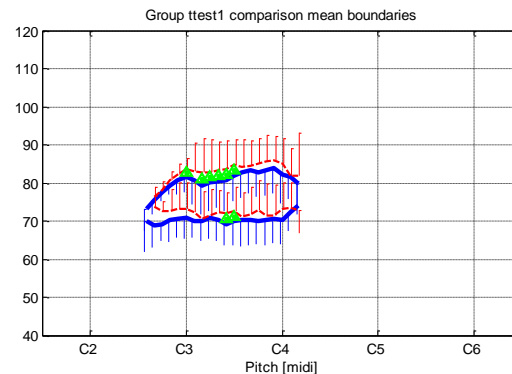
2a-3a A vs B	P.mean	P.min	P.max	toneR	L.mean	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	-0.0556	-0.2333	0.0444	0.2716	0.6556	0.8778	-0.1667	-1.0556	-17.9444
std1	0.9475	1.0476	1.5993	1.2901	3.1993	3.847	3.7007	3.2951	33.1082
mean2	-0.7222	-0.9556	-0.5667	0.3952	-1.9556	-2.7889	-2.0444	0.7889	4.8667
std2	1.0883	1.6949	1.3407	1.6189	1.6241	3.8336	1.7903	2.7493	19.2307
meandiff	0.6667	0.7222	0.6111	-0.1235	2.6111	3.6667	1.8778	-1.8444	-22.8111
stddiff	0.1408	0.6473	0.2586	0.3288	1.5751	0.0135	1.9103	0.5458	13.8775
ttest2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
pval	0.1848	0.293	0.3927	0.8601	0.0443	0.0598	0.1895	0.2156	0.0928
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.6534	0.5126	0.4141	0.0844	1.0292	0.9548	0.646	0.6078	0.8426

Výraznější ↑ SPL: průměr

# Hlasité čtení

1stb vs 3rda	P.mean	P.min	P.max	toneR	L.mean	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	53.3611	48.0611	57.3778	9.2954	76.8611	66.8722	84.5389	17.6667	122.6889
std1	3.8686	3.8226	4.1407	2.1574	5.4309	5.2185	5.773	2.6824	29.0726
mean2	54.2444	48.2722	58.5722	10.3003	79.2889	68.3222	88.0444	19.7222	137.6778
std2	3.7133	3.5622	3.743	1.8835	5.8351	6.8452	6.4211	4.2228	35.5466
meandiff	-0.8833	-0.2111	-1.1944	-1.0049	-2.4278	-1.45	-3.5056	-2.0556	-14.9889
stddiff	1.6515	1.5785	1.5121	1.2215	2.4127	4.7043	4.5213	4.735	36.0028
tttest1	-1	0	-1x	-1x	-1xx	0	-1x	0	0
pval	0.0366	0.5778	0.0038	0.0028	5.18E-04	0.2084	0.0043	0.083	0.0953
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.5349	0.1337	0.7899	0.8227	1.0063	0.3082	0.7754	0.4341	0.4163

Před/ po



Kombinovaný efekt:

↑ Výšky hlasu průměr a max., výškový rozsah

↑ SPL průměr a max.

# Hlasité čtení

## efekt koncovky

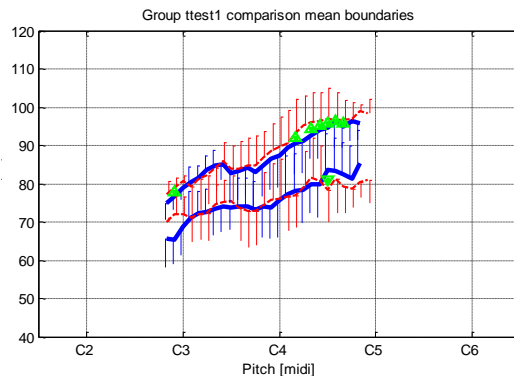
2a-3a A vs B	P.mean	P.min	P.max	toneR	L.mean	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	-0.1111	0.1444	-0.1556	-0.3298	0.2333	1.0333	-1.3667	-2.4	- 18.2333
std1	1.4313	0.8833	1.6734	1.2909	2.3979	3.3723	4.4994	4.335	31.2767
mean2	-0.8444	-0.6	-0.8	-0.2246	-2.0556	-1.2889	-2.8333	-1.5444	- 16.5667
std2	0.9235	1.179	1.3865	1.1521	1.0678	3.5922	3.0765	3.956	23.7097
meandiff	0.7333	0.7444	0.6444	-0.1052	2.2889	2.3222	1.4667	-0.8556	-1.6667
stddiff	0.5078	0.2956	0.2869	0.1388	1.3301	0.2198	1.4229	0.379	7.567
ttest2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
pval	0.2149	0.149	0.3868	0.8575	0.0187	0.1765	0.4314	0.6677	0.9002
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.6089	0.7146	0.4194	0.086	1.2332	0.6665	0.3805	0.2062	0.0601

Výraznější ↑ SPL: průměr

# Gradace volání

1st vs 3rd	P.max	toneR	L.max	dynR	VRPArea
mean1	65.1944	13.8742	93.95	26.7944	177.8222
std1	5.0714	5.6992	8.3408	8.226	67.564
mean2	66.8722	15.6752	98.9222	32.5056	226.8111
std2	4.0937	4.9418	7.6716	6.9868	77.2445
meandiff	-1.6778	-1.801	-4.9722	-5.7111	-48.9889
stddiff	2.7742	2.8127	3.6197	7.1192	77.191
ttest1	-1	-1	-1xx	-1x	-1
pval	0.02	0.0147	2.02E-05	0.0034	0.0154
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.6048	0.6403	1.3737	0.8022	0.6346

Před/ po



Kombinovaný efekt:

↑ Výšky hlasu: průměr a výškový rozsah

↑ SPL: dynamický rozsah a plocha.

# Gradace volání efekt koncovky

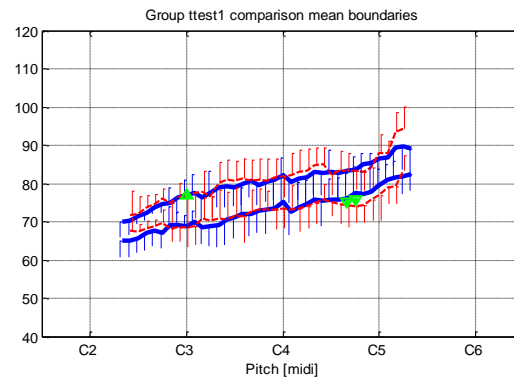
1b-3a A vs B	P.max	toneR	L.max	dynR	VRPArea
mean1	-1.9222	-2.4393	-6.6556	-8.8222	-75.1556
std1	3.383	3.1224	3.0381	7.2024	89.8351
mean2	-1.4333	-1.1627	-3.2889	-2.6	-22.8222
std2	2.1852	2.4789	3.498	5.8352	55.2342
meandiff	-0.4889	-1.2766	-3.3667	-6.2222	-52.3333
stddiff	1.1978	0.6435	0.4599	1.3672	34.6009
ttest2	0	0	-1	0	0
pval	0.7205	0.3511	0.0445	0.0612	0.156
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.1717	0.4528	1.0276	0.9493	0.7018

Méně výrazné ↑ SPL max.

# Zpěv stupnic v mf dynamice

Před/ po

1st vs 3rd	P.min	P.max	toneR	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	46.3722	67.5056	21.1245	65.1167	87.2556	22.1222	165.8278
std1	5.1605	7.3171	8.8706	4.7482	5.0852	5.6317	50.3606
mean2	45.8722	68.6056	22.7426	64.9167	89.8833	24.9722	204.0278
std2	5.414	7.0605	8.866	3.5922	7.0009	6.1452	61.5468
meandiff	0.5	-1.1	-1.6181	0.2	-2.6278	-2.85	-38.2
stddiff	2.4086	1.9817	3.3304	4.7081	4.1201	6.0655	64.5788
ttest1	0	-1	0	0	-1	0	-1
pval	0.3907	0.0308	0.0549	0.8591	0.015	0.0625	0.0225
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.2076	0.5551	0.4859	0.0425	0.6378	0.4699	0.5915



Kombinovaný efekt:

↑ Výšky hlasu: max.

↑ SPL: max. a plocha



# Zpěv stupnic v mf dynamice

## efekt koncovky

2a-3a A vs B	P.min	P.max	toneR	L.min	L.max	dynR	VRPArea
mean1	-0.5333	0.9667	1.4641	-1.6	0.0556	1.6556	40.5111
std1	1.1874	2.1983	1.8801	3.748	2.774	4.2388	63.9857
mean2	-0.1111	-0.5	-0.4001	-0.1222	-1.1444	-1	-33.1556
std2	2.108	1.1413	1.9502	4.7945	2.5613	6.1626	59.943
meandiff	-0.4222	1.4667	1.8643	-1.4778	1.2	2.6556	73.6667
stddiff	0.9206	1.057	0.0701	1.0465	0.2127	1.9237	4.0427
ttest2	0	0	0	0	0	0	1
pval	0.6078	0.0947	0.0556	0.4768	0.3545	0.3026	0.0227
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.2468	0.8374	0.9733	0.3434	0.4495	0.5021	1.1882

↑ plochy VRP

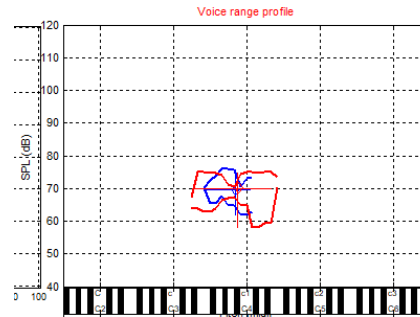
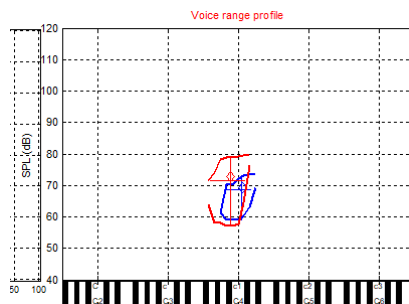
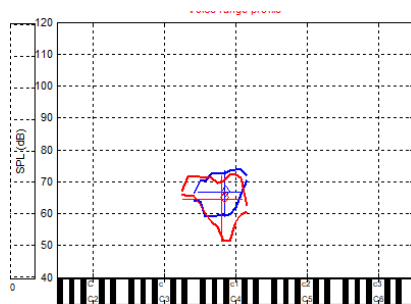
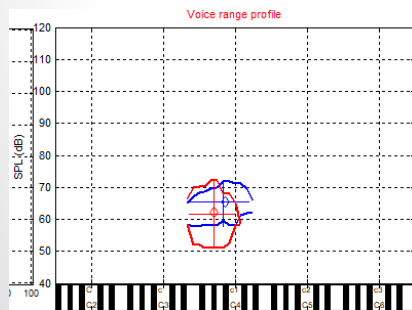
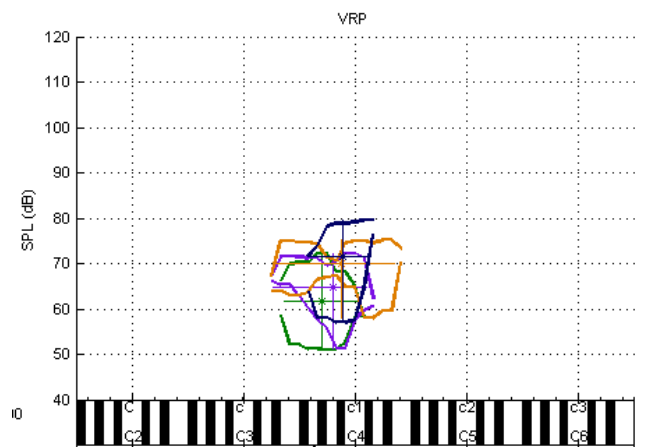
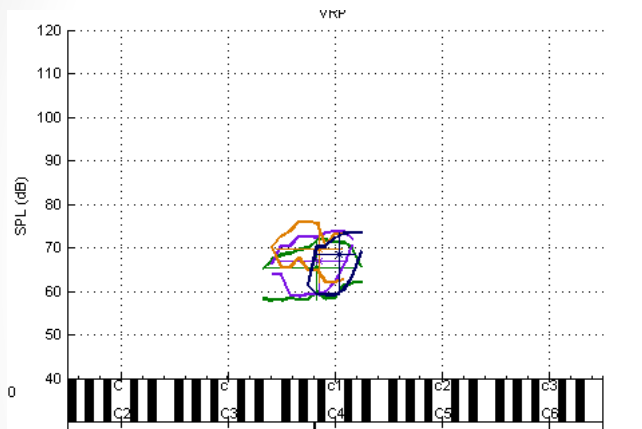
# Maximální fonační čas

bef. vs aft.	1b-1a	2b-2a	3b-3a
mean1	20.9956	18.5278	20.5222
std1	6.6038	4.9143	3.8429
mean2	22.8611	22.2111	20.4333
std2	7.1054	7.8009	4.1322
meandiff	-1.8656	-3.6833	0.0889
stddiff	5.1845	5.2955	2.3589
ttest1	0	-1x	0
pval	0.1452	0.0089	0.8749
Effect Size (Cohen's d Measure)	0.3598	0.6956	0.0377

MPT se zvýšilo jenom v následku NMES při 80 Hz stimulaci o 3,6 s.

# Společenská aktivace

# F, 84 let



# Závěr

- Akustické parametry hlasového pole mluvních a základního zpěvního úkolu ukazují na změnu v průběhu rehabilitačního pobytu.
  - Obecně nastává celkový nárůst výšky i intenzity (SPL) hlasu.
- Efekt koncovky není jednoznačný (krátká doba nácviku).
  - Projevil se jenom mírně významným nárůstem průměrné SPL a nárůstem minimální výšky habituálního hlasu, větším nárůstem průměrné výšky hlasitého čtení, významnějším nárůstem plochy hlasového pole při zpěvu v *mf* dynamice, ale snížením nárůstu maximální SPL u gradace volání.
- Maximální fonační čas se systematicky zvýšil jen při stimulaci 80 Hz.

# Děkuji za pozornost



[marek.fric@hamu.cz](mailto:marek.fric@hamu.cz)

**Hledáme foniatra/ ORL lékaře  
ke spolupráci v MARC**

Tato studie vznikla na Akademii múzických umění v Praze v rámci projektu "Subjektivní a objektivní aspekty kvality hudebních zvuků" podpořeného z prostředků Institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace, kterou poskytlo MŠMT v roce 2022.