

FORMANTOVÉ CHARAKTERISTIKY BĚHEM VYJÁDŘENÍ DŮRAZU U PARKINSONOVY NEMOCI

T. Tykalová¹⁾, J. Ruzs^{1,2)}, R. Čmejla¹⁾

¹⁾Katedra teorie obvodů, Fakulta elektrotechnická, ČVUT v Praze

²⁾Neurologická klinika 1. LF UK a VFN, Univerzita Karlova v Praze

Abstrakt

Přestože hypokinetická dysartrie u Parkinsonovy nemoci (PN) se projevuje v mnoha řečových dimenzích, snížená schopnost vyjádření důrazu je považována za druhý nejvíce postižený řečový aspekt. Této studii se zúčastnilo 20 osob mužského pohlaví s diagnózou PN v brzké fázi a 16 zdravých jedinců srovnatelného věku. Cílem této práce, bylo ověřit vhodnost měření prvních tří formantových frekvencí a délky samohlásky pro hodnocení schopnosti vyjádřit důraz u osob s PN. Během nahrávání byl každý účastník studie požádán o přečtení krátkého úryvku textu s cílem nepřírozně zdůraznit 5 klíčových slov vyznačených v textu. Pro akustické analýzy bylo využito čtyř řečových parametrů; délka samohlásky, první formantová frekvence, druhá formantová frekvence a třetí formantová frekvence. Pro statistické vyhodnocení bylo využito programu MATLAB. Pro nalezení statisticky významných rozdílů mezi skupinami PN a KS byla použita víceměrná analýza rozptylu. Výsledky ukázaly, že přestože osoby s PN nepřesně artikulují, jsou-li požádáni o důrazné přečtení textu, dokáží cíleně zlepšit svůj řečový výkon a přiblížit se ke zdravým jedincům. Tento efekt byl zřetelný u všech měření s výjimkou měření délky samohlásky a nejméně výrazně se projevil u měření třetího formantu.

1 Úvod

Poruchy řeči u Parkinsonovy nemoci (PN), označované jako hypokinetická dysartrie, se projevují zhoršením řeči ve všech řečových subsystémech, tj. fonaci, respiraci, artikulaci, prozodii a resonanci. Vývoj hypokinetické dysartrie v průběhu nemoci je předpokládán u 70 – 90 % osob trpících PN a její přítomnost byla prokázána již v brzkých stádiích nemoci [1-2]. U pacientů s PN dochází v jejich promluvách k těmto charakteristickým příznakům: nepřesná artikulace, zhoršená schopnost vyjádření důrazu, snížená melodičnost, snížená hlasitost, nepravidelnosti v držení rytmu, chrapot, dyšnost a další projevy, které snižují celkovou srozumitelnost řeči [3]. Tyto změny v řeči mohou mít významný negativní dopad na sociální interakce a celkovou kvalitu života pacienta [4].

Pro tuto studii byla vybrána vokální úloha vyžadující zdůraznění slova v kontextu věty, neboť snížená schopnost vyjádření důrazu je považována za druhý nejvíce postižený řečový aspekt u PN [3]. Hlavním cílem této práce, bylo ověřit vhodnost měření prvních tří formantů a délky samohlásky pro hodnocení schopnosti vyjádřit důraz u PN. Předpokládáme, že pacienti s PN nebudou schopni přesně vyjádřit důraz z pohledu všech zkoumaných parametrů. Největší změny pak očekáváme u měření třetí formantové frekvence, která se spojuje s vyššími lingvistickými funkcemi, jako je například vyjádření emocí [5].

2 Metodika

Této studii se zúčastnilo 36 osob mužského pohlaví. U dvaceti osob, ve věku od 34 do 82 let (průměrná hodnota 60,5 ± směrodatná odchylka (SD) 11,3) byla diagnostikována PN v brzké fázi. Stádium nemoci bylo stanoveno dle stupnice Hoehn & Yahr (rozsah stupnice 1-3, průměrná hodnota

2.2 ± SD 0,5). Všichni pacienti byli nahráni v době stanovení diagnózy, tj. před nasazením farmakoterapeutické léčby. Šestnáct dobrovolníků, ve věku od 36 do 80 let (průměrná hodnota 61,8 ± SD 13,3) bylo zařazeno do kontrolní skupiny (KS). Všichni účastníci studie podepsali informovaný souhlas s účastí ve studii.

Během nahrávání byl každý účastník studie požádán o přečtení krátkého úryvku textu o délce pěti vět dle předem stanovených instrukcí. Cílem úlohy bylo v průběhu čtení „nepřirozeně“ zdůraznit 5 klíčových slov (zítra, navštívíme, všechny, své, známé) vyznačených v textu (viz Tabulka 1). Pro lepší pochopení úlohy byla klíčová slova v textu napsána velkými písmeny a úloha byla též předvedena řečovým specialistou. Nahrávky byly pořízeny za pomoci videokamery s externím mikrofonom, který byl umístěn přibližně 15cm od úst. Audio záznam byl extrahován ve vysoké kvalitě se vzorkovací frekvencí 48 kHz a 16-ti bitovým rozlišením.

Část věty:	Text řečové úlohy
kontextová:	Příbuzné jsme již navštívili,
hlavní:	možná <i>zítra navštívíme všechny své ZNÁMÉ</i> , zbude-li čas.
kontextová:	Jeho známé jsme již navštívili,
hlavní:	možná <i>zítra navštívíme všechny SVĚ známé</i> , zbude-li čas.
kontextová:	I když jsme se s některými známými již setkali,
hlavní:	možná <i>zítra navštívíme VŠECHNY své známé</i> , zbude-li čas.
kontextová:	I když jsme s nimi už mluvili telefonicky,
hlavní:	možná <i>zítra NAVŠTÍVÍME všechny své známé</i> , zbude-li čas.
kontextová:	Dnes jsme to již nestihli,
hlavní:	možná <i>ZÍTRA navštívíme všechny své známé</i> , zbude-li čas.

Tabulka 1. Text řečové úlohy. Velkými písmeny jsou označena slova, na kterých byli účastníci instruováni k umístění důrazu. Kurzívou jsou označeny běžně čtená slova, která byla použita pro srovnání.

Pro akustické analýzy bylo využito čtyř řečových parametrů; délka samohlásky [s], první formantová frekvence (F1) [Hz], druhá formantová frekvence (F2) [Hz] a třetí formantová frekvence (F3) [Hz]. Parametry byly extrahovány z šesti předem definovaných samohlásek - 2 realizace /a/, /e/ a /i/ - vyskytujících se ve slovech v hlavní části věty (*zítra, navštívíme, všechny, své, známé*). Formantové frekvence byly měřeny z 30 ms intervalu ve středu hlásky [6] s využitím specializovaného řečového softwaru PRAAT. Výsledné hodnoty jednotlivých parametrů byly poté zprůměrovány pro každou samohlásku /a/, /e/ a /i/ zvlášť.

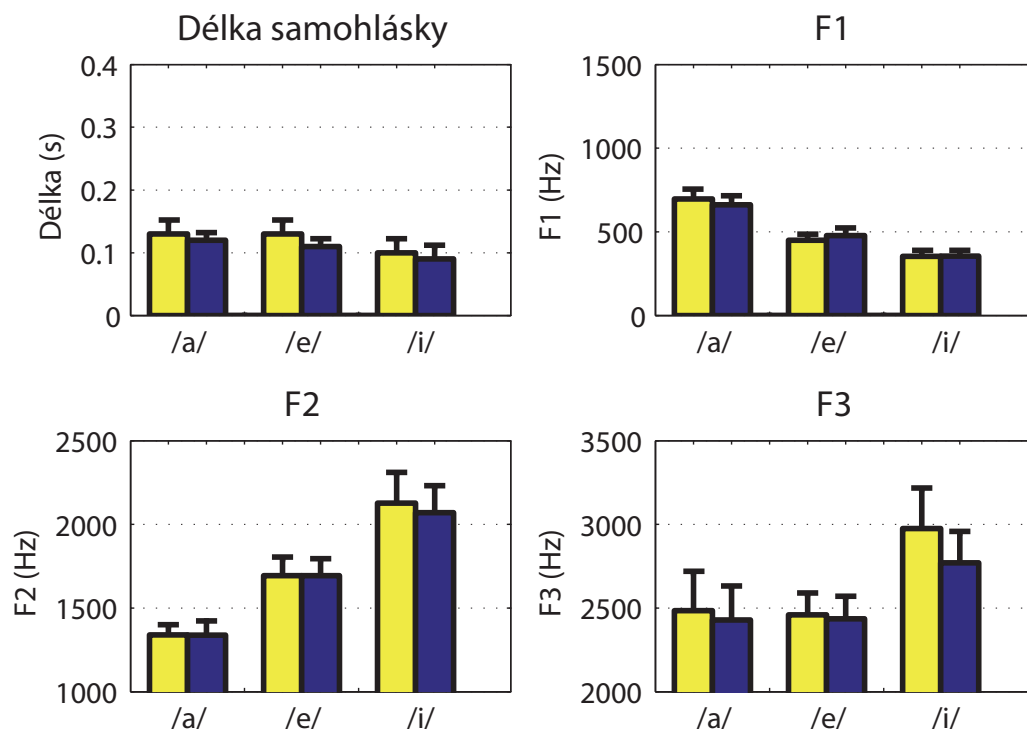
Pro následné statistické vyhodnocení byly výsledné hodnoty jednotlivých parametrů pro každé klíčové slovo rozděleny do dvou skupin podle způsobu přečtení. První skupina, dále značená jako "důraz", obsahovala vždy jedno zdůrazněné přečtení daného slova. Druhá skupina, dále značená jako "norma", obsahovala vždy průměrnou hodnotu parametru získanou ze čtyř normálně čtených opakování daného slova. Pro výpočet statistiky bylo využito programu MATLAB. Pro nalezení statisticky významných rozdílů mezi skupinami PN a KS byla použita vícesměrná analýza rozptylu (RM-ANOVA, Repeated Measures Analysis Of Variance) zahrnující faktory SKUPINA (PN, KS) a HLASKA (/a/, /e/, /i/). Hladina významnosti byla nastavená na hodnotu $\alpha = 0.05$.

3 Výsledky

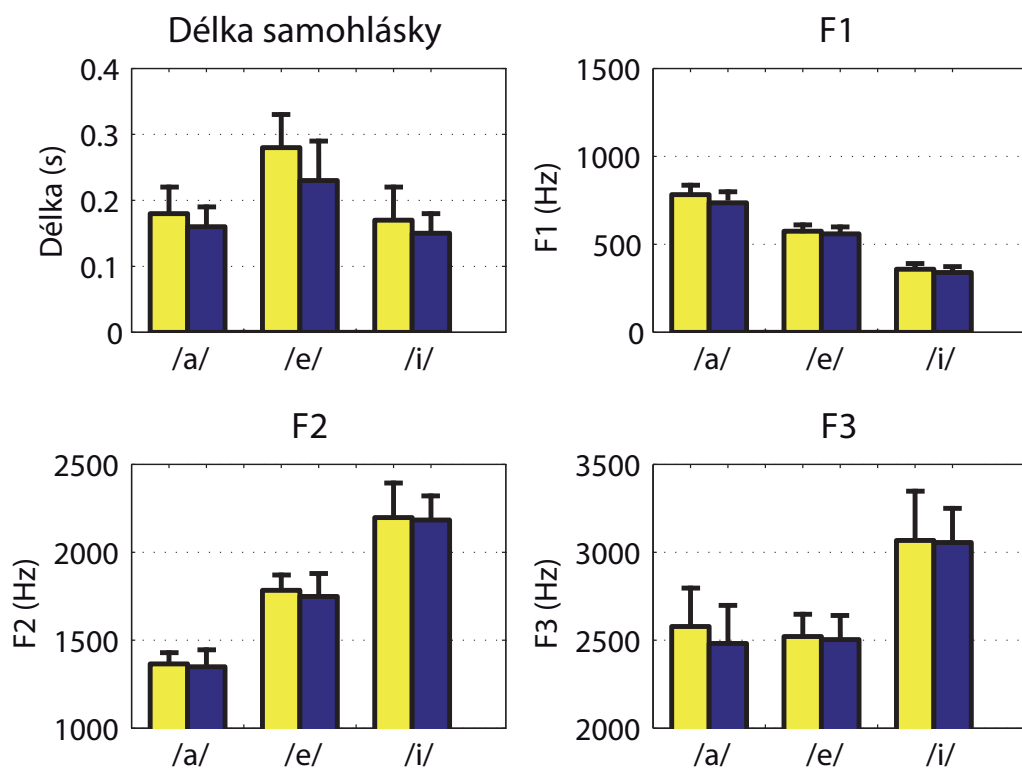
Výsledné střední hodnoty a směrodatná odchylky pro všechna měření a oba typy promluv - zdůrazněné a běžně čtené - jsou přehledně znázorněny v Obrázku 1 a Obrázku 2.

U parametru délka samohlásky byl objeven hlavní efekt SKUPINA [$F(1,104) = 10,62; p < 0,01$] pro analýzu zdůrazněných slov a hlavní efekt SKUPINA [$F(1,104) = 11,19; p < 0,01$] pro analýzu

běžně čtených slov. Délka samohlásky u skupiny zdravých jedinců byla o zhruba 3-5ms delší než u osob s PN.



Obrázek 1. Střední hodnoty a směrodatné odchylky pro jednotlivé samohlásky a měření vypočtené ze zdůrazněných promluv (KS - žlutá barva, PN - modrá barva).



Obrázek 2. Střední hodnoty a směrodatné odchylky pro jednotlivé samohlásky a měření, vypočtené z běžně čtených promluv (KS - žlutá barva, PN - modrá barva)..

Pro měření F1 byl objeven hlavní efekt SKUPINA [$F(1,104) = 10,22; p < 0,01$] pro analýzu zdůrazněných promluv a hlavní efekt SKUPINA [$F(1,104) = 6,44; p < 0,05$] pro analýzu běžně čtených promluv. V obou případech dosahovala hodnota prvního formantu vyšších hodnot u KS ve srovnání s PN skupinou.

Pro parametr F2 nebyl objeven žádný statisticky významný rozdíl ani interakce, nicméně i zde zdravý jedinci dosahovali o něco vyšších hodnot než pacienti s PN.

U měření F3 byl objeven hlavní efekt SKUPINA [$F(1,104) = 6,95; p < 0,001$] pro analýzu běžně čtených slov, kdy KS dosahovalo hodnot o zhruba 100 Hz vyšších než pacienti trpící PN. Nejlépe pozorovatelný byl tento efekt u hlásky /i/.

Z výsledků studie vyplývá, že pacienti s PN zkracují délku samohlásek a nepřesně artikulují, nicméně jsou-li požádáni o důrazné přečtení textu, dokáží cíleně zlepšit svůj řečový výkon a přiblížit se zdravým jedincům. Tento efekt se projevil u všech měření s výjimkou měření délky samohlásky a nejméně se projevil u měření F3/i/. Tento závěr je v souladu s předešlou publikací, která se zabývala měřením základní hlasivkové frekvence, délky slova, intenzity a jejich vzájemným působením a prokázala, že i přes trvale sníženou schopnost vyjádřit důraz, jsou pacienti s PN schopni cíleně zlepšit svůj řečový výkon[7].

4 Závěr

V této studii bylo analyzováno 20 českých pacientů v raném stádiu PN ve srovnání s 16 zdravými mluvčími. Pro akustické analýzy byla zvolena vokální úloha vyžadující zdůraznění předem definovaných slov v kontextu věty, neboť pacienti s PN mají zhoršenou schopnost vyjádření důrazu. Výsledky ukázaly, že přestože osoby s PN nepřesně artikulují, jsou-li požádáni o důrazné přečtení textu, dokáží cíleně zlepšit svůj řečový výkon a přiblížit se ke zdravým jedincům. Navržený vokální test a metodika může být použita k rozšíření objektivního hodnocení poruch řeči nejen u PN, ale i u jiných neurodegenerativních onemocnění, které způsobují poruchy řeči. Objektivní analýzy hlasových nahrávek mohou být důležité při určování míry dysartrie, monitorování změny stavu pacienta a při poskytování zpětné vazby u terapie řeči.

Poděkování

Tento výzkum byl podpořen projekty GAČR 102/12/2230 a SGS 12/185/OHK4/3T/13.

Reference

- [1] Logemann JA, Fisher HB, Boshes B, Blonsky ER. *Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunction in the speech of a large sample of Parkinson patients*. J Speech Hear Disord 1978; 43:47-57.
- [2] Rusz J, Čmejla R, Růžicková H, Růžicka E. *Quantitative acoustic measurements for characterization of voice and speech disorders in early untreated Parkinson's disease*. J Acoust Soc Am 2011; 129:350-367.
- [3] Darley FL, Aronson AE, Brown JR. *Motor speech disorders*, Philadelphia: Sanders 1975; 1-305
- [4] Miller N, Noble E, Jones D, Burn D. *Life with communication changes in Parkinson's disease*. Age Ageing. 2006; 35:235-239
- [5] Waaramaa T, Alku P, Laukkanen AM. *The role of F3 in the vocal expression of emotions*. Logop Phoniatr Voco 2006; 31:153-156
- [6] Skodda S, Visser W, Schneegel U. *Impairment of Vowel Articulation as a possible marker of disease progression in Parkinson's disease*. Plos One 2012; 7:e32132
- [7] Tykalova T, Rusz J, Cmejla R, Ruzickova H, Ruzicka E. *Acoustic investigation of stress patterns in Parkinson's disease*. J Voice; doi: 10.1016/j.jvoice.2013.07.001