

AKUSTICKÉ ANALÝZY NESTABILITY RYTMU 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

Poruchy prosodie u Parkinsonovy nemoci (PN) jsou charakteristické změnami v základní hlasivkové frekvenci, amplitudě a časování řeči. Problémy s časováním řeči se pak projevují mimo jiné zhoršenou schopností přesného vnímání a vyjádření rytmu. Této studii se zúčastnilo 18 osob s diagnózou PN v brzké fázi a 16 zdravých jedinců srovnatelného věku. Cílem studie bylo vyhodnocení deficitů v řeči, které vznikají v důsledku rozvoje PN. Každý účastník studie byl požádán o rytmické přečtení krátkého textu o čtyřech rýmech dle předem stanoveného rytmu referenční nahrávky. S využitím navrženého skriptu v prostředí MATLAB byla pro každý rým stanovena variance časových hodnot jednotlivých slabik. První rým byl použit jako referenční a s jeho pomocí byla stanovena relativní změna variance (RZV) pro jednotlivé rýmy. Pomocí nově navrženého parametru $SD(RZV)$ došlo k statisticky významnému oddělení PN a zdravých jedinců. Závěrem lze říci, že schopnost vyjádření rytmu u osob s PN může být narušena již v brzkých stádiích nemoci.

1 Úvod

Poruchy řeči u Parkinsonovy nemoci (PN), označované jako hypokinetická dysartrie, se projevují zhoršením řeči ve všech řečových subsystémech, tj. fonaci, respiraci, artikulaci a prozodii. 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, snížená melodičnost, snížená hlasitost, nepravidelnosti v držení rytmu, chrapot, dyšnost a další projevy, které snižují celkovou srozumitelnost řeči [3]. Přestože poruchy řeči u PN se mohou vyskytovat individuálně, tj. pouze v některých subsystémech, zhoršení v oblasti prozodie bývá považováno za charakteristické. Jako poruchy prozodie jsou označovány relativní změny v základní hlasivkové frekvenci, amplitudě (hlasitost) a časování řeči (rychlost, tempo), pacienti mluví potichu, monotónně a ztrácejí schopnost přesného vnímání a vyjádření rytmu.

2 Metodika

Této studii se zúčastnilo 18 osob s diagnózou Parkinsonovy choroby v brzké fázi a 16 zdravých jedinců srovnatelného věku, kteří byli součástí kontrolní skupiny (KS). Všichni pacienti se zúčastnili studie v době stanovení diagnózy, tj. před nasazením farmakologické léčby. Žádný ze zdravých jedinců neměl historii neurologických, logopedických nebo jiných obtíží, které by mohli ovlivnit kvalitu hlasu a řeči. Každý účastník studie byl požádán o rytmické přečtení krátkého textu (viz. Tabulka 1) o čtyřech rýmech dle předem stanoveného rytmu referenční nahrávky. Nahrávky byly pořízeny v tiché místnosti 1. LF UK za pomoci videokamery s externím mikrofonom.

rým 1:	Že to pivo nevypiju? Že to pivo vypiju!
rým 2:	Že ten džbánek o ten trámek, že ho taky rozbiju.
rým 3:	Že to pivo nevypiju? Že to pivo vypiju!
rým 4:	Támhle stojí můj kamarád, já mu taky připiju.

Tabulka 1: Text řečové úlohy

S využitím automatického skriptu v prostředí MATLAB byly stanoveny časy jednotlivých slabik. Pro vyhodnocení byl navržen nový algoritmus, který je založen na detekci lokálních maxim reprezentujících jednotlivé slabiky. V prvním kroku je řečový signál normalizovaný do intervalu $[-1, 1]$ a následně je spočtena integrální obálka s integrační konstantou nastavenou na hodnotu 0,997. Po provedení obousměrné filtrace klouzavým průměrem získáváme vyhlazený signál, který opět normalizujeme do intervalu $[-1, 1]$. V dalším kroku vyhodnotíme lokální maxima s využitím Signal Processing Toolboxu. Tyto maxima představují jednotlivé slabiky textu. V posledním kroku je pro každý rým stanovena variance časových hodnot. První rým je použit jako referenční a s jeho pomocí je dle vzorce (1) stanovena relativní změna variance (RZV) pro jednotlivé rýmy, kde x je pořadí rýmu v textu. U nestabilního rytmu se pak předpokládá vyšší hodnota směrodatné odchylky RZV [$SD(RZV)$].

$$RZV_x = (Var_{rým1}/Var_{rým_x}) * 100 \quad (1)$$

Pro získání statisticky významných rozdílů mezi PN a zdravými jedinci bylo využito dvourozměrného neparametrického Wilcoxonova testu.

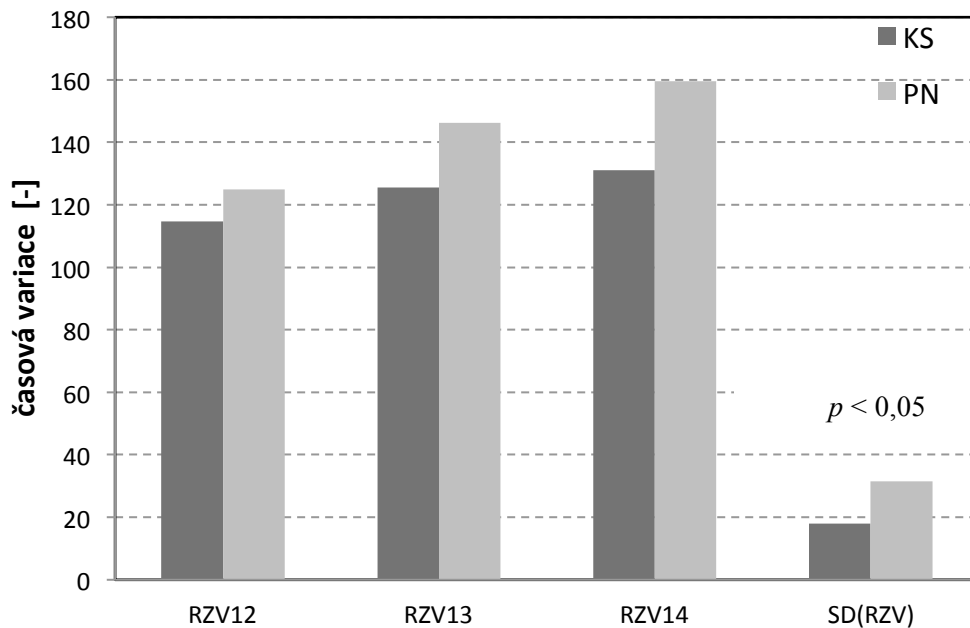
3 Výsledky

Pro všechna měření byla dopočtena střední hodnota, směrodatná odchylka a statistická hladina významnosti (p). U parametru RZV, který byl stanoven z poměru prvního a druhého rýmu (RZV12), prvního a třetího rýmu (RZV13), ani prvního a čtvrtého rýmu (RZV14) nedošlo k statisticky významnému odlišení skupin PN a KS.

S využitím nově navrženého parametru vyjádřeného pomocí směrodatné odchylky $SD(RZV)$ došlo k statisticky významnému oddělení PN a zdravých jedinců ($p < 0,05$), neboť takto vyjádřený parametr zohledňuje efekt všech čtyř rýmů, tzn., odráží změny ve schopnosti vyjádření rytmu po celé délce textu.

Výsledné hodnoty pro jednotlivé zkoumané parametry jsou též přehledně znázorněny v Obrázku 1.

Relativní změna variace



Obrázek 1: Výsledné hodnoty pro jednotlivé parametry

4 Závěr

V této studii bylo analyzováno 18 českých pacientů v raném stádiu PN ve srovnání s 16 zdravými mluvčími. Pro akustické analýzy byla zvolena vokalická úloha vyžadující přesné napodobení předem definovaného rytmu, neboť pacienti s PN mají zhoršenou schopnost vnímání a vyjádření rytmu. Pro vyhodnocení bylo využito automatického skriptu navrženého v prostředí MATLAB a nového parametru RZV. Pomocí parametru $SD(RZV)$ došlo k statisticky významnému oddělení PN a zdravých jedinců, neboť takto vyjádřený parametr zohledňuje změny ve schopnosti vyjádření rytmu v celé délce textu. Závěrem lze tedy říci, že schopnost vyjádření rytmu u osob s PN může být narušena již v brzkých stádiích nemoci. Navržený vokalický test a nové algoritmy mohou být použity k rozšíření objektivního hodnocení dysartrií nejen u PN, ale i u jiných neurodegenerativních onemocnění, které způsobují poruchy 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, Růžičková H, Růžička 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