

UNIVERZITET U BEOGRADU – FAKULTET ZA SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU  
UNIVERSITY OF BELGRADE – FACULTY OF SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

# 10. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP

Specijalna edukacija  
i rehabilitacija DANAS

**Zbornik radova**

10<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC CONFERENCE

Special Education  
and Rehabilitation TODAY

**Proceedings**

Beograd, 25–26. oktobar 2019. godine  
Belgrade, October, 25–26<sup>th</sup>, 2019



UNIVERZITET U BEOGRADU – FAKULTET ZA  
SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU  
UNIVERSITY OF BELGRADE – FACULTY OF  
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

10. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP  
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS  
Beograd, 25–26. oktobar 2019. godine

**ZBORNİK RADOVA**

10<sup>th</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY  
Belgrade, October, 25–26<sup>th</sup>, 2019

**PROCEEDINGS**

Beograd, 2019.  
Belgrade, 2019

10. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP  
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS  
BEOGRAD, 25–26. OKTOBAR 2019. GODINE  
ZBORNİK RADOVA

10<sup>th</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY  
BELGRADE, OCTOBER, 25–26<sup>th</sup>, 2019  
PROCEEDINGS

IZDAVAČ / PUBLISHER

Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju  
University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation

ZA IZDAVAČA / FOR PUBLISHER

Prof. dr Snežana Nikolić, dekan

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK / EDITOR-IN-CHIEF

Prof. dr Mile Vuković

UREDNICI / EDITORS

Prof. dr Vesna Žunić Pavlović

Prof. dr Aleksandra Grbović

Prof. dr Vesna Radovanović

RECENZENTI / REVIEWERS

Prof. dr Ranko Kovačević, prof. dr Vesna Bratovčić

*Univerzitet u Tuzli – Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Tuzla, BiH*

Prof. dr Viviana Langher

*Università Sapienza di Roma – Facoltà di Medicina e Psicologia, Roma, Italia*

Prof. dr Branislava Popović Čitić, doc. dr Slobodan Banković, doc. dr Ljubica Isaković

*Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju,  
Beograd, Srbija*

LEKTURA I KOREKTURA / PROOFREADING AND CORRECTION

Maja Ivančević Otanjac, predavač

DIZAJN I PRIPREMA / DESIGN AND PROCESSING

Mr Boris Petrović

Biljana Krasić

Zbornik radova biće publikovan u elektronskom obliku CD

Proceedings will be published in electronic format CD

Tiraž / Circulation: 200

ISBN 978-86-6203-129-7

---

Objavlјivanje Zbornika radova podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i  
tehnološkog razvoja Republike Srbije.

---

## PRISUSTVO TREMORA U GLASU ODRASLIH OSOBA SA HIPOKINETIČKOM DIZARTRIJOM

Ivana Arsenić\*\*, Nadica Jovanović Simić, Mirjana Petrović Lazić, Ivana Šehović

Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju,  
Beograd, Srbija

*Hipokinetička dizartrija se najčešće dijagnostikuje u populaciji osoba sa Parkinsonovom bolešću. Pojave koje prate ovu bolest kao što su tremor, bradikinezije, rigiditet i posturalne abnormalnosti utiču na procese respiracije, fonacije i artikulacije. Navedene promene narušavaju govornu produkciju i mogu se akustički izmeriti. Cilj istraživanja se odnosio na utvrđivanje prisustva patološkog tremora u glasu osoba sa hipokinetičkom dizartrijom. Uzorak je činilo 30 ispitanika sa Parkinsonovom bolešću. Ispitanici su bili oba pola (11 muškaraca i 19 žena) uzrasta od 59 do 94 godine (AS = 82). Svaki ispitanik je sniman diktafonom prilikom neprekidne fonacije vokala /A/. Analizirani su akustički parametri koji mere prisustvo tremora u glasu (Fftr, Fatr, FTRI, ATRI). Analiza je rađena posebno za osobe muškog i posebno za osobe ženskog pola. Rezultati su pokazali prisustvo patološkog tremora u glasu ispitanika sa hipokinetičkom dizartrijom. Patološki tremor u glasu se javlja usled nevoljnih i ritmičnih oscilatornih pokreta vokalnog trakta koji dovode do pojave ritmičnih fluktuacija fundamentalne frekvencije i amplitude glasa. Vrednosti parametara Fftr i Fatr kod ispitanika muškog pola nisu statistički značajno odstupale od istih vrednosti kod tipičnih govornika muškog pola, dok su vrednosti parametara FTRI i ATRI značajno statistički odstupale od normi koje važe za tipične govornike. Sa druge strane, kod osoba ženskog pola iz uzorka, statistički značajna razlika je postojala za sva četiri izmerena parametra u poređenju sa normama koje važe za tipične govornike ženskog pola. Prednost akustičke analize je ta što predstavlja objektivnu i neinvazivnu metodu procene. Pokazala se kao veoma korisna metoda u proceni prisustva patološkog glasa kod osoba sa govornim poremećajima. Takođe, omogućava utvrđivanje razlika u govornim karakteristikama zdravih osoba i osoba sa neurološkim oštećenjima, a navodi se i da olakšava dijagnostikovanje prvih simptoma Parkinsonove bolesti.*

*Ključne reči: hipokinetička dizartrija, akustička analiza, tremor*

\*\* ivana.arsenic@yahoo.com

## Uvod

Akustička analiza glasa predstavlja objektivnu i neinvazivnu metodu procene. Pokazalo se da kod osoba sa Parkinsonovom bolešću (PB) ona može da olakša utvrđivanje prvih simptoma (Cohen, 2003). Kod ovih osoba pojava tremora, rigiditeta, bradikinezije, akinezije i posturalnih abnormalnosti utiče na proces respiracije, fonacije i artikulacije. Promene u govornoj produkciji mogu da se akustički izmere, a opažaju se kao poteškoća da se kontroliše intenzitet, frekvencija, brzina i pauze u govoru i predstavljaju osnovne karakteristike hipokinetičke dizartrije (Harel, Cannizzaro, Cohen, Reilly, & Snyder, 2004).

Tremor se kod osoba sa PB javlja i u stanju mirovanja i jedan je od osnovnih simptoma ove bolesti. Pokazalo se da približno 60-90% osoba sa PB ima neku formu vokalnog oštećenja u vidu tremora (Jiang, Lin, Wang, & Hanson, 1999). Ova pojava nastaje zbog krutosti i uvijanja glasnica i nepotpunog zatvaranja glotisa što utiče na promene mase i napetosti glasnica (Rahn III, Chou, Jiang, & Zhang, 2007).

Pacijenti sa vokalnim tremorom nisu u stanju da produkuju stabilnu neprekidnu fonaciju, govor im je nesiguran i javlja se podrhtavanje u glasu (Shao, MacCallum, Zhang, Sprecher, & Jiang, 2010). Patološki tremor u glasu se javlja usled nevoljnih i ritmičnih oscilatornih pokreta vokalnog trakta koji dovode do pojave ritmičnih fluktuacija fundamentalne frekvencije i amplitude glasa (Dromey, Reese, & Hopkin, 2009). Ovakve fluktuacije koje se opažaju kao ritmične (kvazi ritmične) odražavaju se na visinu i jačinu glasa. Fiziološki tremor se javlja kod zdravih osoba u vidu asimptomatske oscilacije, ima malu amplitudu i visoku frekvenciju (Jankovic & Stanley, 1980). Patološki tremor sa druge strane ima niži opseg frekvencije i veće amplitude.

Akustičke mere se koriste kako bi se napravila razlika između pacijenata sa neurološkim oboljenjima i zdravih osoba, kao i razlika među različitim neurološkim grupama (Jiang, Lin, & Hanson, 2000). Akustičkom analizom mogu da se dobiju vrednosti parametara koje ukazuju na prisustvo tremora. Navedeni parametri se odnose na frekvenciju tremora ( $F_{tr}$ ) i amplitudu tremora ( $F_{atr}$ ) i izraženi su u hercima (Hz) i indeks intenziteta tremora fundamentalne frekvencije (FTRI) i indeks intenziteta amplitudnog tremora (ATRI) koje se prikazuju u procentima (%).

## Cilj istraživanja

Cilj istraživanja se odnosio na utvrđivanje prisustva tremora u glasu osoba sa hipokinetičkom dizartrijom. Ispitano je da li vrednosti akustičkih parametara koji ukazuju na tremor u glasu kod ispitanika iz uzorka statistički značajno odstupaju od normi koje postoje za tipične govornike.

## Metod rada

Uzorak je činilo 30 ispitanika sa Parkinsonovom bolešću i hipokinetičkom dizartrijom. Ispitanici su bili oba pola (11 muškaraca i 19 žena) uzrasta od 59 do 94 godine ( $Mdn = 82$ ). Za analizu je korišćen uzorak neprekidne fonacije vokala /a/.

Primenom programa za multidimenzionalnu analizu glasa (MDVP) utvrđene su vrednosti akustičkih parametara (Fftr, Fatr, FTRI, ATRI) koje mere dugoročne varijabilnosti signala koje ukazuju na tremor. U priručniku programa data su objašnjenja za svaki parametar (Deliyski & Gress, 1998):

*Fftr (Hz)* – Frekvencija tremora fundamentalne frekvencije predstavlja frekvenciju najintenzivnije niskofrekventne komponente modulacije fundamentalne frekvencije u određenom opsegu analize. Ako je vrednost parametra FTRI ispod specificiranog praga, vrednost Fftr je nula.

*Fatr (Hz)* – Frekvencija amplitudnog tremora predstavlja frekvenciju najintenzivnije niskofrekventne amplitudne modulacije u određenom opsegu analize. Ako je vrednost parametra ATRI ispod specificiranog praga, vrednost Fatr je nula.

FTRI (%) – Indeks intenziteta tremora fundamentalne frekvencije predstavlja prosečni odnos jačine frekvencije najintenzivnije niskofrekventne modulišuće komponente (F0-tremor) i ukupne jačine frekvencije analiziranog glasovnog signala.

ATRI (%) – Indeks intenziteta amplitude tremora predstavlja prosečni odnos amplitude najjače niskofrekventne amplitudne modulacije (amplitudni tremor) i ukupne amplitude analiziranog glasovnog signala.

## Rezultati istraživanja

Na osnovu uzorka glasa ispitanika sa hipokinetičkom dizartrijom dobijene su vrednosti akustičkih parametara koje ukazuju na prisustvo tremotra u glasu. Analiza je rađena posebno za osobe muškog i za osobe ženskog pola.

Algoritam za analizu tremora određuje najintenzivniju periodičnu modulaciju frekvencije i amplitude glasa. Tremor sadrži i frekvenzijsku i amplitudnu komponentu (osnovna frekvencija i/ili amplituda signala se mogu menjati na periodičan način). Program će odrediti Fftr i Fatr svakog signala ukoliko je jačina ovih tremora iznad donjeg praga detekcije. Brzina amplitudnog i frekventnog tremora mora se interpretirati u zavisnosti od jačine ovih tremora. Jačina se meri preko parametara FTRI i ATRI (Deliyski & Gress, 1998).

T testom za jedan uzorak testirane su razlike dobijenih akustičkih parametara u odnosu na norme. Vrednosti akustičkih parametara Fftr i FTRI nisu detektovane kod 3 od ukupno 11 osoba muškog pola iz uzorka, a vrednosti parametara Fatr i ATRI nisu detektovane kod 4 od ukupno 11 osoba muškog pola iz uzorka. Sa druge strane kod osoba ženskog pola program nije detektovao vrednosti parametara Fftr i FTRI kod 5 od ukupno 19 osoba iz uzorka, dok vrednosti parametara Fatr i ATRI nisu detektovane samo kod jedne osobe ženskog pola. Na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da li postoji statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima za četiri navedena parametara kod osoba sa hipokinetičkom dizartrijom u odnosu na norme.

Tabela 1. Akustički parametri tremora u glasu, deskriptivni pokazatelji kod muškaraca

	N	Min	Max	Median	t	df	p
Fftr	8	2,35	5,71	3,40	0,48	7	0,642
Fatr	7	2,76	8,89	3,08	2,08	6	0,082
FTRI	8	0,36	10,66	3,94	19,60	7	< 0,001
ATRI	7	4,06	10,16	7,36	15,83	6	< 0,001

N – broj ispitanika, Min – minimalna vrednost na uzorku, Max – maksimalna vrednost na uzorku, t – t test, df – stepen slobode, p – statistička značajnost

Kod ispitanika muškog pola vrednosti akustičkih parametar Fftr i Fatr nisu bile statistički značajno različite u odnosu na norme, dok su parametri FTRI i ATRI pokazali statistički značajnu razliku. Ako se izolovano posmatra svaka dobijena prosečna vrednost, parametar Fftr je u proseku jedini bio nešto niži u odnosu na norme za muškarce (3.655 Hz). Preostala tri parametra su imala prosečno više skorove u odnosu na norme koje važe za tipične govornike: Fatr (2.728 Hz), FTRI (0.311 %) i ATRI (2.133 %).

Tabela 2. Akustički parametri tremora u glasu, deskriptivni pokazatelji kod žena

	N	Min	Max	Median	t	df	p
Fftr	14	2,08	6,90	3,54	2,02	13	< 0,001
Fatr	18	2,07	9,52	3,87	3,76	17	< 0,001
FTRI	14	0,58	22,49	2,57	20,63	13	< 0,001
ATRI	18	3,05	19,71	6,85	16,86	17	< 0,001

N – broj ispitanika, Min – minimalna vrednost na uzorku, Max – maksimalna vrednost na uzorku, t – t test, df – stepen slobode, p – statistička značajnost

Kod osoba ženskog pola iz uzorka statistički značajne razlike u odnosu na norme su utvrđene za sve ispitane parametre. Prosečni skorovi za sva četiri akustička parametra koja ukazuju na prisustvo tremora u glasu su statistički značajno viši u odnosu na norme kod tipičnih govornika ženskog pola: Fftr (3.078 Hz), Fatr (2.375 Hz), FTRI (0.304 %) i ATRI (2.658 %).

## Diskusija

Tremor koji se definiše kao oscilatorno kretanje dela tela često se ispituje kod osoba sa dizartrijom. Oscilacije koje se javljaju kod tremora se kreću od 2 do 10 Hz. Smatra se da on može da bude izuzetno primetan kod osoba sa neurološkim oboljenjima prilikom neprekidne fonacije vokala (Kent, Weismer, Kent, Vorperian, & Duffy, 1999). Utvrđeno je da je kod osoba sa dizartrijom nastalom usled Parkinsonove bolesti tremor relativno spor (od 3-7 Hz) (Ackermann & Ziegler, 1991).

Na osnovu dobijenih podataka našeg istraživanja se može zaključiti da parametri koji ukazuju na prisustvo tremora u glasu kod osoba sa hipokinetičkom dizartrijom statistički značajno odstupaju od normi. Jedino prosečni skorovi parametara Fftr i Fatr kod osoba muškog pola nisu pokazali statistički značajnu razliku u odnosu na norme koje važe za zdrave muškarce.

U istraživanju koje su sprovedli Kent i saradnici (Kent et al., 1999) takođe je ukazano na prisustvo statistički značajnih razlika u vrednostima parametara koje

ukazuju na prisustvo tremora u glasu. Akustičkom analizom glasa kod ispitanika sa dizartrijom nastalom usled Parkinsonove bolesti zabeležene su abnormalne vrednosti parametara perturbacije frekvencije glasa, parametara amplitude, parametara koji predstavljaju indeks prigušene fonacije i indeks intenziteta amplitudnog tremora (ATRI). Smatra se čak i da varijabilnost vrednosti prvog formanta vokala može da ukaže na postojanje tremora ili drugih artikulatornih nestabilnosti kod osoba sa Parkinsonovom bolešću (Kent & Kim, 2003).

U novijoj studiji (Tanaka, Nishio, & Niimi, 2011) poređene su akustičke karakteristike glasa osoba muškog i ženskog pola sa Parkinsonovom bolešću i zdravih ispitanika. Utvrđeno je da su prosečne vrednosti parametara FTRI i Fftr bile značajno više kod osoba muškog pola sa hipokinetičkom dizartrijom u odnosu na ispitanike kontrolne grupe, što se delimično poklapa sa rezultatima našeg istraživanja. Sa druge strane, kod osoba ženskog pola samo je prosečna vrednost parametra FTRI bila statistički značajno različita u odnosu na kontrolnu grupu ispitanika, što se pokazalo i u našem istraživanju.

U drugoj studiji (Gillivan-Murphy, Miller, & Carding, 2018) je sprovedena analiza tremora glasa kod 30 ispitanika sa hipokinetičkom dizartrijom i 28 ispitanika kontrolne grupe. Rezultati su pokazali da je frekvencija tremora fundamentalne frekvencije (Fftr) kod ispitanika sa PB bila viša od vrednosti dobijenih kod ispitanika iz kontrolne grupe, ali je samo frekvencija amplitudnog tremora (Fatr) kod osoba sa PB bila značajno viša u odnosu na kontrolnu grupu. U ovom istraživanju analiza nije rađena posebno za ispitanike muškog i ženskog pola. Ako uporedimo sa našim istraživanjem, vrednosti parametra Fatr su takođe bile više u odnosu na norme, kod osoba ženskog pola statistički značajno, dok kod muškaraca bez statističke značajnosti. Sa druge strane prosečan skor za parametar Fftr je bio nešto niži kod muškaraca u odnosu na norme, dok je kod osoba ženskog pola bio statistički značajno viši u odnosu na norme.

## Zaključak

Akustička analiza glasa predstavlja objektivnu i neinvazivnu metodu procene čijom primenom se dobijaju kvantitativne vrednosti akustičkih parametara koje se lako mogu uporediti sa normama koje su dobijene na osnovu uzorka tipičnih govornika. Takođe, ovakav način analize glasa se pokazao kao veoma koristan metod u proceni prisustva patološkog glasa kod osoba sa govornim poremećajima. Kao što se i pokazalo u našem istraživanju, kod osoba sa hipokinetičkom dizartrijom omogućava utvrđivanje prisustva tremora u glasu kroz objektivne pokazatelje. Takođe, akustička analiza omogućava utvrđivanje razlika u govornim karakteristikama zdravih osoba i osoba sa neurološkim oštećenjima, a navodi se i da olakšava dijagnostikovanje prvih simptoma Parkinsonove bolesti.



## Literatura

- Ackermann, H., & Ziegler, W. (1991). Cerebellar voice tremor: an acoustic analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 54(1), 74-76.
- Cohen, H. (2003). Disorders of speech and language in Parkinson's disease. In, *Mental and behavioral dysfunction in movement disorders* (pp. 125-134). Totowa, NJ: Humana Press.
- Deliyski, D., & Gress, C. (1998). Intersystem reliability of MDVP for Windows 95/98 and DOS. In, *Annual Convention of American Speech-Language-Hearing Association*. San Antonio, Texas.
- Dromey, C., Reese, L., & Hopkin, J. A. (2009). Laryngeal-level amplitude modulation in vibrato. *Journal of Voice*, 23(2), 156-163.
- Gillivan-Murphy, P., Miller, N., & Carding, P. (2018). Voice tremor in Parkinson's disease: an acoustic study. *Journal of Voice*, 33(4), 526-535.
- Harel, B. T., Cannizzaro, M. S., Cohen, H., Reilly, N., & Snyder, P. J. (2004). Acoustic characteristics of Parkinsonian speech: a potential biomarker of early disease progression and treatment. *Journal of Neurolinguistics*, 17(6), 439-453.
- Jankovic, J., & Stanley, F. (1980). Physiologic and pathologic tremors: diagnosis, mechanism, and management. *Annals of Internal Medicine*, 93(3), 460-465.
- Jiang, J., Lin, E., & Hanson, D. G. (2000). Acoustic and airflow spectral analysis of voice tremor. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(1), 191-204.
- Jiang, J., Lin, E., Wang, J., & Hanson, D. G. (1999). Glottographic measures before and after levodopa treatment in Parkinson's disease. *The Laryngoscope*, 109(8), 1287-1294.
- Kent, R. D., & Kim, Y. J. (2003). Toward an acoustic typology of motor speech disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17(6), 427-445.
- Kent, K., Weismer, G., Kent, J., Vorperian, H., & Duffy, J. (1999). Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress and potential. *Journal of Communication Disorders*, 32, 141-186.
- Rahn III, D. A., Chou, M., Jiang, J. J., & Zhang, Y. (2007). Phonatory impairment in Parkinson's disease: evidence from nonlinear dynamic analysis and perturbation analysis. *Journal of Voice*, 21(1), 64-71.
- Shao, J., MacCallum, J. K., Zhang, Y., Sprecher, A., & Jiang, J. J. (2010). Acoustic analysis of the tremulous voice: assessing the utility of the correlation dimension and perturbation parameters. *Journal of Communication Disorders*, 43(1), 35-44.
- Tanaka, Y., Nishio, M., & Niimi, S. (2011). Vocal acoustic characteristics of patients with Parkinson's disease. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 63(5), 223-230.

## PRESENCE OF VOICE TREMOR IN ADULTS WITH HYPOKINETIC DYSARTHRIA

Ivana Arsenić, Nadica Jovanović Simić, Mirjana Petrović Lazić, Ivana Šehović

University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation,  
Belgrade, Serbia

*Hypokinetic dysarthria is usually diagnosed in people with Parkinson's disease. Clinical symptoms of this disease, such as tremor, bradykinesia, rigidity and postural abnormalities, affect the processes of respiration, phonation and articulation. These changes can impair speech production and can be acoustically measured. The aim of this study was to determine the presence of pathological voice tremor in patients with hypokinetic dysarthria using acoustic voice analysis. The sample consisted of 11 male and 19 female participants, 59 to 96 years of age (M = 82). Voice sample of each participant was recorded during sustained phonation of vowel /A/. Voice tremor parameters (Fftr, Fatr, FTRI, ATRI) were analyzed. Given the gender differences in the values of acoustic parameters, the analysis was conducted separately for men and women. The results showed the presence of pathological voice tremor in participants with hypokinetic dysarthria. Pathological tremor in voice occurs due to involuntary and rhythmic oscillatory movements of vocal tract that cause rhythmic fluctuations of the fundamental frequency and amplitude. In men, values of parameters Fftr and Fatr did not differ significantly from norms in typical population. However, values of FTRI and ATRI parameters differ significantly from male norms in typical population. On the other hand, all observed parameters in women significantly differ from norms in typical population. The benefit of acoustic analysis is that it provides objective data and it is a non-invasive method of assessment, proved to be very useful in assessing pathological voice in people with speech impairments. Also, it is useful in determining the speech differences between healthy individuals and those with neurological impairments, as well as in early diagnosis of Parkinson's disease.*

*Key words: hypokinetic dysarthria, acoustic analysis, tremor*