

ANÁLISE ACÚSTICA DA PROSÓDIA EM MULHERES COM DOENÇA DE PARKINSON

Comparação com controles normais

Luciana L. Azevedo¹, Francisco Cardoso², César Reis

RESUMO - Motivo do estudo: Alterações da voz, denominadas disartria hipocinética, têm sido bem caracterizadas em doença de Parkinson (DP), ocorrendo em 90% dos pacientes. No entanto, estudos da fala em DP, sobretudo em falantes nativos de outros idiomas que não o inglês são escassos. Nosso objetivo é comparar as características da prosódia de mulheres com DP com controles pareadas por idade, utilizando-se análise acústica. **Método:** Nós estudamos 8 mulheres com DP ($68,4 \pm 6,4$ anos) e 8 mulheres controles ($63,5 \pm 6,8$ anos). As pacientes (estágio H-Y 2, uma; estágio 2,5, quatro; estágio 3, três), embora tratadas com l-dopa, foram examinadas quando *off*. A frequência fundamental (Fo), intensidade e duração da fala foram analisadas com o programa WinPitch 1.8 (Philippe Martin®). Os parâmetros Fo analisados foram: Fo usual (Fo us), Fo máxima (Fo max), Fo mínima (Fo min), Fo max da tônica pré-nuclear (Fo max PNT), Fo min da tônica pré-nuclear (Fo min PNT), Fo max da tônica nuclear (Fo max NT), Fo min da tônica nuclear (Fo min TN), velocidade da variação melódica da PNT (VPNT), velocidade da variação melódica da NT (VNT), amplitude da variação melódica da PNT (APNT), e amplitude da variação melódica da NT (ANT). Duração da sentença (D), duração da PNT (DPNT), duração da NT (DNT) e número de sílabas por segundo (NSS) foram os parâmetros de duração investigados. Foram estudadas as seguintes variáveis da intensidade: intensidade média (MI), intensidade máxima (I max), intensidade mínima (I min), intensidade da PNT (IPNT) e intensidade da NT (INT). Diferenças foram estatisticamente significativas se $p < 0,05$. **Resultados:** Pacientes tiveram resultados significativamente diferentes dos controles quanto às seguintes variáveis- Fo max mais baixa ($232,1 \pm 32,9$ Hz), Fo max PNT mais baixa ($168,5 \pm 83,5$ Hz), Fo max NT mais baixa ($18,1 \pm 29,5$ Hz), VNT mais baixa ($0,2 \pm 0,1$ Hz), APNT menor ($20,4 \pm 12,1$ Hz), ANT menos ($26 \pm 12,6$ Hz), NSS ($4,8 \pm 0,1$) menor, IM mais alta ($32,7 \pm 5,6$ dB), I max mais alta ($37,1 \pm 2,9$ dB), I min mais alta ($23,2 \pm 6,1$ dB) e IPNT mais alta ($35,4 \pm 2,9$ dB). Nas controles estas variáveis tiveram os seguintes valores- $248,7 \pm 23,9$ Hz, $216,4 \pm 25,6$ Hz, $197,5 \pm 35,8$ Hz, $0,3 \pm 0,2$ Hz, $22,7 \pm 15,9$ Hz, $36,3 \pm 21,8$ Hz, $5,3 \pm 0,8$, $30,4 \pm 6,1$ dB, $20,2 \pm 6,6$ dB, $33,1 \pm 2,9$ dB e $30,9 \pm 4,3$ dB. **Conclusão:** Em comparação com controles, brasileiras com DP têm uma fala caracterizada por pequena variação de Fo (o que possivelmente explica sua tessitura vocal pobre), mais lenta e de maior intensidade que controles. Este último achado é compatível com esforço para compensar pobre tessitura vocal.

PALAVRAS-CHAVE: doença de Parkinson, prosódia, fonoaudiologia, voz, fala.

Acoustic analysis of prosody in females with Parkinson's disease: comparison with normal controls

ABSTRACT - Background: Voice abnormalities, collectively labeled as hypokinetic dysarthria, have been well characterized and occur in 90% of Parkinson's disease (PD) patients. However, studies of speech in PD, particularly of patients whose native language is other than English, are rarely found. The aim of this study is to compare the prosodic features of the speech of female PD patients and gender- and age-matched controls using acoustic analysis. **Method:** We have studied 8 PD female patients (68.4 ± 6.4 years) and 8 female controls (63.5 ± 6.8 years). The PD patients (H-Y stage 2, one subject; stage 2.5, four patients; stage 3, three patients), although treated with l-dopa, were examined when *off*. The fundamental frequency (Fo), intensity and duration of the speech were analysed with the software WinPitch 1.8 (Philippe Martin®). The analysed Fo parameters were: usual Fo (Fo us), maximal Fo (Fo max), minimal Fo (Fo min), Fo max of the pre-nuclear tonic (Fo max PNT), Fo min of the pre-nuclear tonic (Fo min PNT), Fo max of the nuclear tonic (Fo max NT), Fo min of the nuclear

¹Fonoaudióloga, Clínica de Distúrbios do Movimento, Serviço de Neurologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Laboratório de Fonética, Faculdade de Letras, UFMG, Belo Horizonte MG, Brasil, ²Neurologista, Professor e Chefe do Serviço de Neurologia, Clínica de Distúrbios do Movimento, Serviço de Neurologia, UFMG; ³Professor. Laboratório de Fonética, Faculdade de Letras, UFMG.

Recebido 7 Março 2003, recebido na forma final 11 Julho 2003. Aceito 15 Julho 2003.

Dr. Francisco Cardoso - Avenida Pasteur 89/1107 - 30150-290 Belo Horizonte MG - Brasil. E-mail: cardosofe@terra.com.br

tonic (Fo min TN), velocity of melodic variation of the PNT (VPNT), velocity of melodic variation of the NT (VNT), amplitude of melodic variation of the PNT (APNT), and amplitude of melodic variation of the NT (ANT). Duration of the statement (D), duration of the PNT (DPNT), duration of the NT (DNT) and number of syllables per second (NSS) were the duration parameters investigated. The following intensity variables were studied: mean intensity (MI), maximal intensity (I max), minimal intensity (I min), intensity of the PNT (IPNT) and intensity of the NT (INT). Differences were statistically significant if $p < 0.05$. *Results:* PD patients had significantly lower Fo max (232.1 ± 32.9 Hz), lower Fo max PNT (168.5 ± 83.5 Hz), lower Fo max NT (182.1 ± 29.5 Hz), lower VNT (0.2 ± 0.1 Hz), smaller APNT (20.4 ± 12.1 Hz), smaller ANT (26 ± 12.6 Hz), smaller NSS (4.8 ± 0.1), higher IM (32.7 ± 5.6 dB), higher I max (37.1 ± 2.9 dB), higher I min (23.2 ± 6.1 dB) and higher IPNT (35.4 ± 2.9 dB) than controls (respectively: 248.7 ± 23.9 Hz, 216.4 ± 25.6 Hz, 197.5 ± 35.8 Hz, 0.3 ± 0.2 Hz, 22.7 ± 15.9 Hz, 36.3 ± 21.8 Hz, 5.3 ± 0.8 , 30.4 ± 6.1 dB, 20.2 ± 6.6 dB, 33.1 ± 2.9 dB, and 30.9 ± 4.3 dB). *Conclusion:* In comparison with controls, Brazilian female PD patients have a slower speech characterized by a narrow range of Fo variation (which likely accounts for the poor vocal tessiture of parkinsonian speech) and higher intensity. The latter is consistent with a compensatory attempt to overcome the latter.

KEY WORDS: parkinson's disease, prosody, phonoaudiology, voice, speech.

Pacientes com doença de Parkinson (DP) apresentam incidência significativa de alterações de voz e fala¹. Estima-se que 89% dos pacientes com DP experimentarão alterações vocais com a progressão da doença². De forma geral, tanto os indivíduos idosos quanto os indivíduos com DP apresentam fala caracterizada por intensidade vocal reduzida, articulação imprecisa, menor variação de frequência fundamental e de intensidade, qualidade vocal alterada, diminuição da velocidade de fala e uma tendência ao emprego de mais baixa³⁻⁶. A entonação, uma das características prosódicas de maior interesse linguístico, manifesta-se por variações na frequência fundamental, intensidade e duração, sendo a frequência fundamental o principal correlato físico da melodia. Um estudo acústico da prosódia requer a análise de três parâmetros: a frequência fundamental (correlato físico correspondente à melodia), a duração (correlato físico correspondente ao tempo de articulação) e a intensidade (correlato físico correspondente à energia vocal utilizada pelo falante).

O presente estudo tem como objetivo descrever os parâmetros mensuráveis que caracterizam a fala do paciente parkinsoniano do sexo feminino. Isto foi feito através de análise acústica dos aspectos prosódicos da fala, comparando-se pacientes com DP sem efeito de medicações antiparkinsonianas com controles. Com esta estratégia pretendeu-se avaliar objetivamente se as características observadas na fala das mulheres parkinsonianas são decorrentes do processo natural de envelhecimento e até que ponto são provocadas pela DP.

MÉTODO

Foram selecionados 08 indivíduos do sexo feminino com DP idiopática (média de idade \pm desvio padrão: $68,4 \pm 6,4$ anos). Os critérios para o diagnóstico desta enfermidade foram os do Banco do Cérebro da Sociedade de Par-

kinson do Reino Unido.⁷ As pacientes estavam entre os estágios 2 e 3 de Hoehn & Yahr (estágio 2, uma; estágio 2,5, quatro; estágio 3, três).⁸ Foram também recrutados 08 indivíduos do sexo feminino ($63,5 \pm 6,8$ anos) com avaliação neurológica normal (grupo controle). A idade do grupo de parkinsonianas (G1) foi estatisticamente maior que a do grupo controle (GC), com $p < 0,038$.

Todas as informantes, falantes do português brasileiro, foram submetidas a avaliação neurológica, laringológica (com o intuito de eliminar a existência de possíveis patologias laringeas orgânicas, que poderiam interferir nas medidas de Fo e audiológica (a fim de eliminar perdas auditivas significativas, capazes de prejudicar o retorno auditivo da própria voz, alterando, desta forma, o padrão de fala). No grupo controle, foram selecionadas aquelas que apresentaram avaliação neurológica normal. As parkinsonianas, embora tratadas com levodopa, foram examinadas após abstenção do uso da medicação por período mínimo de 12 horas (período *off*).

Posteriormente, os indivíduos foram levados a uma sala isolada acusticamente e induzidos a falar cinco enunciados declarativos (este quadrado é azul; o elefante é gordo; o livro está aberto; este livro é grosso; a girafa tem pescoço grande), uma vez cada um deles. Os enunciados foram registrados em um gravador DAT (Digital Audio Tape) da marca Sony, modelo TCD-D8 e um microfone de cabeça Leson HD-74, cardióide (unidirecional), posicionado lateralmente a uma distância de 5 cm da boca do informante. A análise acústica dos dados foi realizada a partir do programa de análise acústica WinPitch, de Philippe Martin®, versão 1.8. O referido programa permitiu a análise dos parâmetros acústicos de Fo, intensidade e duração. Os parâmetros de Fo analisados foram: Fo usual, Fo máxima, Fo mínima, Fo máxima da tônica pré-nuclear, Fo mínima da tônica pré-nuclear, Fo máxima da tônica nuclear, Fo mínima da tônica nuclear, velocidade da variação melódica da tônica pré-nuclear, velocidade da variação melódica da tônica nuclear, amplitude da variação melódica da tônica pré-nuclear e amplitude da variação melódica da tônica nuclear. Duração da sentença, duração da tônica pré-nuclear, duração da tônica nuclear e número de

Tabela 1a. Média e respectivo desvio padrão dos valores de FO (Hz).

Grupos	Fo us.	Fo máx. ^a	Fo mín.	Fo máx. - Fo mín. ^b	Fo máx. - Fo us.	Fo máx. TPN ^c	Fo mín. TPN	Fo máx. TN ^d	Fo mín. TN
GC	208,1 ±19,1	248,7 ±23,9	142,4 ±32,7	106,3 ±39,6	40,6 ±29,2	216,4 ±25,6	196,2 ±11,1	197,5 ±35,8	161,2 ±35,3
G1	199,6 ±27,4	232,1 ±32,9	149,1 ±31	83 ±23,1	32,5 ±18,2	168,5 ±83,5	190,3 ±26,8	182,1 ±29,5	156,1 ±28,7

Fo us. = Fo usual; Fo máx. = Fo máxima; Fo mín. = Fo mínima; Fo máx. - Fo mín. = Fo máxima - Fo mínima; Fo máx. - Fo us. = Fo máxima - Fo usual; Fo máx.TPN = Fo máxima da tônica pré-nuclear; Fo mín.TPN = Fo mínima da tônica pré-nuclear; Fo máx.TN = Fo máxima da tônica nuclear; Fo mín.TN = Fo mínima da tônica nuclear; TxV TPN = taxa de velocidade de variação melódica da tônica pré-nuclear; TxV TN = taxa de velocidade de variação melódica da tônica nuclear; Ampl. TPN = amplitude de variação melódica da tônica pré-nuclear; Ampl. TN = amplitude de variação melódica da tônica nuclear; Fo atTPN = Fo da átona pretônica (que precede a tônica pré-nuclear); Fo TPN = Fo inicial da tônica pré-nuclear; Fo at - TPN = variação melódica entre a átona pretônica e a tônica pré-nuclear; Fo atTN = Fo da átona pretônica (que precede a tônica nuclear); Fo TN = Fo inicial da tônica nuclear; Fo at - TN = variação melódica entre a átona pretônica e a tônica nuclear. a p = 0,012; b p = 0,002; c p = 0,001; d p = 0,031; e p = 0,001; f p = 0,005; g p = 0,011; h p = 0,021

Tabela 1b. Média e respectivo desvio padrão dos valores de Fo (Hz).

Grupos	TxV TPN	TxV TN ^e	Ampl. TP ^f	Ampl. TN ^g	Fo at TPN	Fo TPN	Fo at - TPN	Fo at TN ^h	Fo TN	Fo at - TN
GC	0,16 ±0,2	0,28 ±0,2	22,7 ±15,9	36,3 ±21,8	197,5 ±21	201,5 ±14,7	-4 ±22,8	226,4 ±26,9	192,3 ±40,2	34,1 ±42,2
G1	0,15 ±0,1	0,17 ±0,1	20,4 ±12,1	26 ±12,6	189 ±25,5	191,3 ±28,6	-2,3 ±19,9	208,6 ±35,2	177,4 ±31,5	31,1 ±20,9

(Fo us. = Fo usual; Fo máx. = Fo máxima; Fo mín. = Fo mínima; Fo máx. - Fo mín. = Fo máxima - Fo mínima; Fo máx. - Fo us. = Fo máxima - Fo usual; Fo máx.TPN = Fo máxima da tônica pré-nuclear; Fo mín.TPN = Fo mínima da tônica pré-nuclear; Fo máx.TN = Fo máxima da tônica nuclear; Fo mín.TN = Fo mínima da tônica nuclear; TxV TPN = taxa de velocidade de variação melódica da tônica pré-nuclear; TxV TN = taxa de velocidade de variação melódica da tônica nuclear; Ampl. TPN = amplitude de variação melódica da tônica pré-nuclear; Ampl. TN = amplitude de variação melódica da tônica nuclear; Fo atTPN = Fo da átona pretônica (que precede a tônica pré-nuclear); Fo TPN = Fo inicial da tônica pré-nuclear; Fo at - TPN = variação melódica entre a átona pretônica e a tônica pré-nuclear; Fo atTN = Fo da átona pretônica (que precede a tônica nuclear); Fo TN = Fo inicial da tônica nuclear; Fo at - TN = variação melódica entre a átona pretônica e a tônica nuclear. e p = 0,001; f p = 0,005; g p = 0,011; h p = 0,021

sílabas por segundo foram os parâmetros de duração investigados. Foram estudadas as seguintes variáveis da intensidade: intensidade média, intensidade máxima, intensidade mínima, intensidade da tônica pré-nuclear e intensidade da tônica nuclear. As variáveis em estudo foram comparadas através do método t de Student e diferenças foram consideradas estatisticamente significativas se $p < 0,05$.

RESULTADOS

As Tabelas 1 a 3 contêm os resultados das variáveis analisadas nos grupos GC e G1. Adicionalmente, quando as diferenças foram estatisticamente significativas é dado o respectivo p .

Em resumo, quanto ao parâmetro Fo, foram encontrados os seguintes resultados estatisticamente significativos: Fo máxima da tônica pré-nuclear mais baixa em G1; a amplitude de variação melódica da tônica pré-nuclear menor em G1; Fo da átona pretônica (que precede a tônica nuclear) e a Fo máxima foi mais baixa para o G1; diferença entre a Fo máxi-

ma e a Fo mínima produzida durante a emissão dos enunciados menor para o G1; e menor Fo máxima, menor amplitude de variação melódica e menor taxa de velocidade de variação melódica da tônica nuclear para o G1. Quanto ao parâmetro duração, encontramos apenas um valor significativo: o número de sílabas produzidas a cada segundo foi menor para o G1. Em relação ao parâmetro intensidade, foram encontradas diferença estatisticamente significativa em relação aos seguintes parâmetros: intensidade máxima, intensidade média utilizada durante a emissão dos enunciados, intensidade mínima e intensidade da tônica pré-nuclear foram maiores em G1.

DISCUSSÃO

As medidas de Fo usual (ou seja, a Fo média utilizada pelo falante durante a produção dos enunciados) encontradas em nosso estudo estão de acordo com os valores referidos na literatura, em que temos valores de Fo média variando entre 150 e 250

Tabela 2. Média e respectivo desvio padrão dos valores de duração.

Valores	D (ms)	DTPN (ms)	DTN (ms)	Nss (s) ^a
GC	1439,4 ± 383,6	130,1 ± 40,6	146,4 ± 54,1	5,3 ± 0,8
G1	1453,3 ± 432,9	142,4 ± 47,9	163,5 ± 59,5	4,8 ± 0,1

D = duração do enunciado; DTPN = duração da tônica pré-nuclear; DTN = duração da tônica nuclear; Nss = número de sílabas por segundo. a p = 0,046

Tabela 3. Média e respectivo desvio padrão dos valores de intensidade (dB).

Valores	IM ^a	I máx. ^b	I mín. ^c	I máx. - I mín.	I TPN ^d	I TN
GC	30,4 ± 6,1	35 ± 3,2	20,2 ± 6,6	14,7 ± 6	33,1 ± 2,9	30,9 ± 4,3
G1	32,7 ± 5,6	37,1 ± 2,9	23,2 ± 6,1	13,9 ± 6,3	35,4 ± 2,9	32,4 ± 4

IM = média da intensidade dos enunciados; I máx. = intensidade máxima dos enunciados; I mín. = intensidade mínima dos enunciados; I máx. - I mín. = diferença entre a intensidade máxima e a intensidade mínima dos enunciados; I TPN = média da intensidade da tônica pré-nuclear; I TN = média da intensidade da tônica nuclear. a p = 0,001; b p = 0,006; c p = 0,009; d p = 0,001

Hz para falantes do sexo feminino⁹. A comparação entre controles (GC) e parkinsonianas (G1) em relação ao parâmetro Fo genericamente indica que a DP em mulheres se caracteriza por emprego de Fo mais baixa. Confirmando tal afirmação, verificamos que a Fo da átona pretônica (que precede a tônica nuclear) e a frequência fundamental máxima foram significativamente mais baixas para o G1 em relação ao GC. Deve ser frisado que a diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos a partir da diferença entre a frequência fundamental máxima e a frequência fundamental mínima produzida durante a emissão dos enunciados (menor no G1, quando comparada ao GC) reforça estes achados. Em termos de comunicação, isto implica em menor tessitura, quando da emissão de enunciados declarativos. Nossa interpretação é que estes achados refletem combinação de processo de envelhecimento com o da DP. Esta possibilidade é sustentada pelo estudo de Miranda¹⁰. Nesta investigação, ao serem analisados os aspectos prosódicos da fala do idoso do sexo feminino em relação a jovens, encontraram-se valores mais baixos da Fo da átona pretônica e da Fo máxima e diferença entre a Fo máxima e a Fo mínima durante a emissão de enunciados declarativos para idosos do sexo feminino. Por outro lado, como nós encontramos diferenças entre controles e parkinsonianas, podemos concluir que a DP intensifica os achados característicos do envelhecimento. Nossos achados e conclusões são consistentes com os resultados de Gamboa et al.³, que também encontraram menor tessitura vocal para pacientes com DP quando compa-

rados aos do grupo controle. Nossos achados ainda mostram emprego de menor taxa de velocidade de variação melódica da tônica nuclear pelos indivíduos do G1. Isto significa que esses indivíduos parkinsonianos levam mais tempo para variar a melodia da tônica nuclear. Sob o ponto de vista perceptivo, esta característica corresponde ao caráter monótono usualmente percebido na fala do parkinsoniano.

Quanto às medidas de duração, confirmamos da hipótese inicial de que os indivíduos com DP apresentam fala mais lenta pois o número de sílabas produzidas por segundo durante a emissão dos enunciados pelos indivíduos do G1 (4,8) foi menor em relação ao GC (5,3).

De forma geral, verificamos consistência dos achados em relação ao parâmetro intensidade entre os grupos comparados, ocorrendo o emprego de uma intensidade maior para parkinsonianos em relação ao GC. Isto contradiz vários estudos que avaliaram estas variáveis na literatura que, em sua maioria, descrevem o emprego de uma intensidade mais baixa na fala de indivíduos com DP^{3,4,11}. Da mesma forma, em relação à fala do idoso sem alteração neurológica, os estudos têm referido intensidade reduzida⁵. A exceção é o estudo realizado por Feijó et al.⁶, em que foi observado aumento da intensidade média para idosos. Acreditamos que o emprego de uma intensidade maior pelas parkinsonianas seria uma forma de compensar a redução na tessitura vocal.

Em conclusão, as variáveis de Fo demonstram que a parkinsoniana apresenta menor tessitura vocal e

variação melódica mais lenta da tônica nuclear, o que confere característica monótona à sua fala. Já as medidas de duração confirmam a observação de que mulheres portadoras de DP apresentam fala mais lenta que controles. Por fim, surpreendentemente, as variáveis de intensidade mostraram valores mais altos entre a parkinsonianas, o que pode se tratar de uma estratégia compensatória para a menor tessitura vocal e lentidão da fala.

Agradecimento - Ao Núcleo de Otorrino-BH pela realização dos exames complementares.

REFERÊNCIAS

- Hasson MBC, Vianna MS, Sarvat MA. The incidence of voice problems in Parkinson's disease and of bowed vocal folds. *Anais do Second World Voice Congress* 1999;70-71.
- Perez KS, Ramig LO, Smith ME, Dromey C. The Parkinson larynx: tremor and videostroboscopic findings. *J Voice* 1996;10:354-361.
- Gamboa J, Jiménez FJ, Nieto, A et al. Acoustic voice analysis in patients with Parkinson's disease treated with dopaminergic drugs. *J Voice* 1997;11:314-320.
- Fox CM, Ramig LO. Speech characteristics associated with aging and idiopathic Parkinson disease in men and women. *NCVS Status and Progress Report* 1996;10:69-77.
- Behlau M, Pontes P. O desenvolvimento ontogenético da voz: do nascimento à senescência. In Behlau M, Pontes P (EDS). *Avaliação e tratamento das disfonias* 1995;39-52.
- Feijó A, Estrela F, Scalco M. Avaliação perceptiva e quantitativa da voz na terceira idade. *Fonoaudiologia Brasil* 1998;1:22-31.
- Hughes AJ, Daniel S, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992;55:181-184.
- Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967;17:427-442.
- Behlau M. Considerações sobre a análise acústica em laboratórios computadorizados de voz. In Araújo RB, et al. (EDS) *Fonoaudiologia Atual* 1997;93-115.
- Miranda ICC. Aspectos prosódicos da fala do idoso. *Dissertação, Universidade Federal de Minas*, 2001.
- Illes J. Language production in Parkinson's disease: acoustic and linguistic considerations. *Brain Lang* 1988;33:146-160.