

Variação da intensidade vocal: estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia

Henry U. Koishi¹, Domingos H. Tsujii²,
Rui Imamura³, Luiz Ubirajara Sennes⁴

Vocal intensity variation: a study of vocal folds vibration in humans with videokymography

Palavras-chave: cordas vocais, quimografia,
vibração, acústica da fala.
Key words: vocal folds, kymography,
vibration, voice acoustic.

Resumo / Summary

O aumento da resistência glótica é o principal mecanismo responsável pela elevação da intensidade vocal em baixas frequências. Esse aumento da resistência, em situações normais, é determinado pela contração dos músculos adutores das pregas vocais que promovem o aumento da tensão e a aproximação das pregas vocais em direção à linha mediana. No entanto, essas mesmas alterações podem estar presentes em algumas doenças funcionais que envolvem a laringe, como a disфония espasmódica em adução e a disфония hipertônica, mesmo durante a emissão vocal em baixa intensidade. Objetivo: Avaliar o padrão de vibração das pregas vocais em indivíduos com vozes normais em condições distintas de intensidade vocal, na tentativa de estabelecer valores que expressem a normalidade, para as diferentes fases do ciclo vibratório, de acordo com o nível de intensidade. Forma de estudo: Clínico prospectivo. Casuística e Métodos: Foram avaliados 58 indivíduos durante emissão vocal em intensidade habitual (suave) de conversação e durante emissão vocal elevada. A análise da vibração das pregas vocais foi realizada com a videoquimografia e para a análise da intensidade vocal, foi utilizado um programa de análise acústica computadorizado. Resultados: Os resultados mostraram aumento involuntário da frequência fundamental (F0) e redução do quociente de abertura, com o aumento da intensidade. Conclusão: Foram estabelecidos os valores de intensidade sonora para a condição habitual (63,46dB) e elevada (72,55dB) de emissão vocal e seus respectivos valores de quociente de abertura (OQ- *open quotient*).

The increase of glottal resistance is the main mechanism to increase vocal intensity at low fundamental frequency. This increase is due to adductory forces provoked by the contraction of intrinsic laryngeal muscles that increases tension and approximates the vocal folds to the midline. However, the same behavior can be observed in functional disorders, like adductor spasmodic dysphonia and hyperfunctional dysphonia, even during soft phonation. Aim: To evaluate the vibratory pattern of the vocal folds in subjects with normal voice according to intensity variation, in order to establish standard values for the vibratory cycle phases. These values may improve the diagnosis and the follow up of those disorders. Study design: Clinical prospective. Subjects and Methods: Fifty-eight adults were evaluated during habitual (soft) and loud phonation. Vocal folds vibration patterns were analyzed with videokymography. Vocal intensity variation was studied with acoustic analysis software, comparing the intensity levels during habitual phonation and loud phonation. Results: The results showed a spontaneous fundamental frequency (F0) rise as vocal intensity grew and a decrease of the open quotient at loud intensity phonation. Conclusion: Sound intensity levels were established at habitual (63,46 dB) and loud phonation (72,55dB). Open quotient (OQ) values were also established for those intensity phonation levels.

¹ Médico pós-graduando da Disciplina de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

² Professor livre docente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

³ Médico assistente da Disciplina de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

⁴ Professor livre docente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para Correspondência: Henry Ugadin Koishi – Rua da Consolação, 3638 apto 82C Jd. Paulista São Paulo 01416-000
Tel (0xx11)5585-9119 – E-mail: henry@osite.com.br

Artigo recebido em 06 de maio de 2003. Artigo aceito em 01 de julho de 2003.

INTRODUÇÃO

A emissão vocal é um fenômeno extremamente comum, que faz parte do dia-a-dia de todas as pessoas, mas conhecer em detalhes seu mecanismo fisiológico ainda é muito complexo e desafiador^{1,2}.

Stevens³ refere que os fisiologistas, engenheiros e físicos continuam intrigados com a interação de mecanismos não-lineares que são encontrados na vibração das pregas vocais. Relata, ainda, que essas duas estruturas são capazes de assumir várias formas e características biomecânicas, podendo gerar infinitas combinações de sons.

Essa grande versatilidade na produção de sons pode ser atribuída a algumas propriedades da prega vocal humana como o controle neuromuscular extremamente preciso e a grande maleabilidade de suas estruturas, decorrente de características histológicas específicas^{4,5}.

Ishizaka e Matsudaira⁶ afirmam que parâmetros fonatórios como frequência, duração, timbre e intensidade podem sofrer ajustes finos, de acordo com o padrão de vibração das pregas vocais. Referem que, para esse ajuste, é necessária a coordenação de alguns fatores como:

- a) pressão aérea na subglote;
- b) fluxo de ar passando pela glote;
- c) resistência glótica;
- d) contração dos músculos da prega vocal;
- e) padrão de fechamento da glote (completo e fendas glóticas);
- f) massa vibrátil, rigidez e elasticidade das pregas vocais;
- g) acoplamento acústico das cavidades acima e abaixo das pregas vocais (caixas de ressonância).

Esses fatores atuam de maneira simultânea durante a fonação⁷. No entanto, desvios nesses parâmetros levam às distorções no padrão vocal e estão presentes em várias doenças que causam prejuízo na qualidade da voz.

Muitas dessas alterações vocais estão intimamente relacionadas com distúrbios da intensidade vocal, provocando alterações na sensação de intensidade sonora ("loudness"). Isshiki^{8,9}, estudando as alterações de intensidade vocal, conclui, em seus estudos, que a resistência glótica é o principal mecanismo envolvido no controle da intensidade vocal em baixas frequências.

Em algumas doenças como na paralisia de prega vocal em posição paramediana, nota-se diminuição da resistência glótica, aumento do fluxo aéreo, baixa pressão subglótica e redução da intensidade vocal^{10,11}. Alterações semelhantes também podem ser observadas em outras condições, como na doença de Parkinson e na senilidade¹².

Por outro lado, na disфония hipertônica e na disфония espasmódica de adução podemos observar, mesmo durante a emissão vocal em baixa intensidade, contração excessiva dos músculos adutores, aumento da resistência glótica

com um aumento evidente do tempo em que as pregas vocais permanecem em contato na linha mediana e uma redução do tempo em que elas permanecem afastadas.^{13,14} Esse padrão do ciclo vibratório nos quadros hiperfuncionais já havia sido descrito por Wendler¹⁵, em estudo com videostroboscopia, método de exame que continua sendo muito importante no auxílio diagnóstico desses quadros, mas que depende da interpretação subjetiva do examinador.

Essas mesmas alterações do ciclo vibratório também podem estar presentes em algumas situações da fonação normal. Prolongar o tempo em que as pregas vocais permanecem em contato (fase fechada) é um dos mecanismos fisiológicos de aumento da resistência glótica, fator importante para elevar a intensidade vocal. O aumento da fase fechada pode então estar presente durante a emissão vocal normal em intensidade elevada, mas sem estar associado a qualquer doença.

Diante da subjetividade na interpretação da videostroboscopia e de algumas características do ciclo vibratório que estão presentes tanto na emissão vocal normal quanto em algumas doenças, surge a necessidade de um método objetivo que permita quantificar, com precisão, a vibração das pregas vocais, correlacionando-a com os diferentes níveis de intensidade vocal. A determinação desses valores pode favorecer de maneira significativa a precisão do diagnóstico e o estabelecimento de diretrizes ao longo do tratamento das disfonias funcionais, de acordo com sua evolução.

O objetivo deste estudo é avaliar com a videoquimografia as variações do padrão vibratório das pregas vocais em indivíduos com vozes sabidamente normais, em duas situações distintas de intensidade vocal, durante a emissão habitual (suave) de conversação e a mais elevada possível.

Desta maneira, são estudados:

- a) variação da intensidade vocal;
- b) variação da frequência fundamental durante a variação de intensidade;
- c) tempo de fase aberta e tempo de fase fechada do ciclo vibratório das pregas vocais;
- d) quociente de abertura (OQ- *Open Quotient*).

CASUÍSTICA E MÉTODOS

O estudo foi realizado, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, no Ambulatório de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e na clínica privada de um dos autores.

Foram incluídos 58 indivíduos adultos, que procuraram avaliação otorrinolaringológica com queixas de alteração na função nasal, como quadros de rinorréia, espirros, sinusopatias e alergias, e que concordaram com a realização da avaliação vocal. Foi utilizada como critério de exclusão a presença de

história de disfonia, de doenças pulmonares prévias, de cirurgias no trato vocal e de queixas auditivas. Nesse grupo de indivíduos, 35 eram do sexo feminino e 23 do sexo masculino, com as idades variando de 18 a 64 anos.

Os indivíduos foram submetidos à telaringoscopia e, posteriormente, à videoquimografia da laringe. Todos os indivíduos foram previamente treinados para a emissão sustentada da vogal /e/ em diferentes níveis de intensidade sonora, tentando-se manter a mesma frequência de emissão vocal.

As imagens (vídeo) e a emissão vocal (áudio) foram adquiridas simultaneamente e gravadas durante a fonação em intensidade habitual (suave) de conversação e em intensidade a mais elevada possível.

Para a gravação foi utilizado um sistema de vídeo adaptado à câmera de quimografia. O estudo dos ciclos vibratórios e da emissão vocal foi realizado, utilizando-se programas computadorizados específicos para cada um dos tipos de análise.

Aquisição e gravação das imagens (vídeo)

Foi realizada a telaringoscopia em todos os indivíduos, para afastar possíveis alterações laringeas como assimetrias, lesões mucosas e fendas glóticas, que pudessem interferir na análise com a videoquimografia. Para a realização desse procedimento, os indivíduos foram colocados em posição sentada e submetidos à anestesia tópica da faringe com solução de lidocaína 10%. Foi utilizado um telescópio (laringoscópio) da marca Machida, modelo LY-CS30, adaptado à fonte de luz Machida, modelo RG- 2500A e à microcâmera da marca Toshiba, modelo IK-M41A.

Após essa etapa, os voluntários aptos foram submetidos à videoquimografia. Utilizou-se a câmera de videoquimografia da marca Kay Elemetrics Corp., manufaturada pela Lambert Instruments Company da Holanda, adaptada ao mesmo telescópio utilizado na telaringoscopia (Figura 1).

Foi solicitada a emissão sustentada da vogal /e/ em duas condições distintas. Uma, em intensidade suave de fala na qual o indivíduo foi orientado a emitir a vogal em nível habitual de fala, simulando uma conversação habitual para um ambiente isento de ruídos. Outra, em nível de intensidade o mais elevado possível, no mesmo tipo de registro (modal), procurando manter a mesma frequência de emissão e evitando padrão hipertônico durante a fonação (constricção supraglótica e compressão das pregas vocais). Iniciou-se, então, o registro das imagens no modo quimográfico.

Essa seqüência de imagens foi gravada em fita S-VHS com aparelho de vídeo Panasonic, modelo GT4W NV-FS90, no sistema NTSC.

Gravação da emissão vocal (áudio)

Para a gravação do som, foi utilizado um microfone omnidirecional de resposta plana da marca Sony, modelo

ECM T110, conectado ao mesmo aparelho de vídeo utilizado para a gravação das imagens. O microfone foi fixado à haste de um fone de ouvido tipo "headset" para que fosse mantida uma distância fixa de cinco centímetros da boca.

Esses equipamentos foram calibrados de maneira semelhante à técnica descrita por Finnegan¹⁶. Para essa calibração utilizou-se ruído branco emitido por rádio FM, de intensidade constante e uniforme, um decibelímetro da marca Bruel e Kjaer modelo 2230, o gravador de som do programa Windows e o programa de análise acústica computadorizada Multi Speech modelo 3700, produzido pela Kay Elemetrics Corp. nos Estados Unidos da América.

O microfone e o decibelímetro foram colocados lado a lado e à mesma distância da fonte sonora (rádio FM), que gerava um ruído de intensidade conhecida (medida pelo decibelímetro). O sinal do microfone foi ajustado através do controle de intensidade de gravação do aparelho de vídeo ("rec level") e gravado em fita S-VHS. Este sinal de áudio, correspondente à reprodução da fita S-VHS, foi adquirido pelo computador através de uma conexão entre a saída de áudio do aparelho de vídeo ("audio out") e a porta de entrada do microfone, localizada na placa de som Sound Blaster Live instalada no computador.

Foram realizadas várias gravações mantendo-se as mesmas características da fonte sonora, mas com diferentes níveis de sensibilidade de gravação ("rec level"), até que a amostra analisada pelo gravador de som do Windows e pelo programa Multi Speech apresentasse um valor semelhante à intensidade sonora registrada pelo decibelímetro.

Análise das imagens com videoquimografia

As seqüências de quimografia gravadas de cada indivíduo (caso), nas duas condições de intensidade vocal (habitual e elevada), foram selecionadas, excluindo-se os trechos onde havia assimetria de amplitude ou irregularidade na vibração. Posteriormente foram digitalizadas com uma placa de captura de imagens da marca Voodoo, modelo 3dfx Visual Reality TV Turner.

Foram medidos diversos parâmetros do ciclo vibratório e calculados os quocientes propostos por Hirano¹⁷ (1975), descritos a seguir:

- Tempo de fase fechada (TFF): intervalo de tempo em que as pregas vocais permanecem em contato.
- Tempo de fase aberta (TFA): intervalo de tempo em que as pregas vocais não se tocam.
- Quociente de abertura (OO): $TFA / TFA + TFF$.

As medidas de tempo do ciclo vibratório foram realizadas por meio da contagem do número de linhas geradas pelo aparelho de quimografia ao longo do registro. Como o quimógrafo registra 7812,5 linhas por segundo, foi possível relacionar o número de linhas com o intervalo de tempo (Figura 2).



Figura 1. Câmera de de quimografia e telescópio de laringe

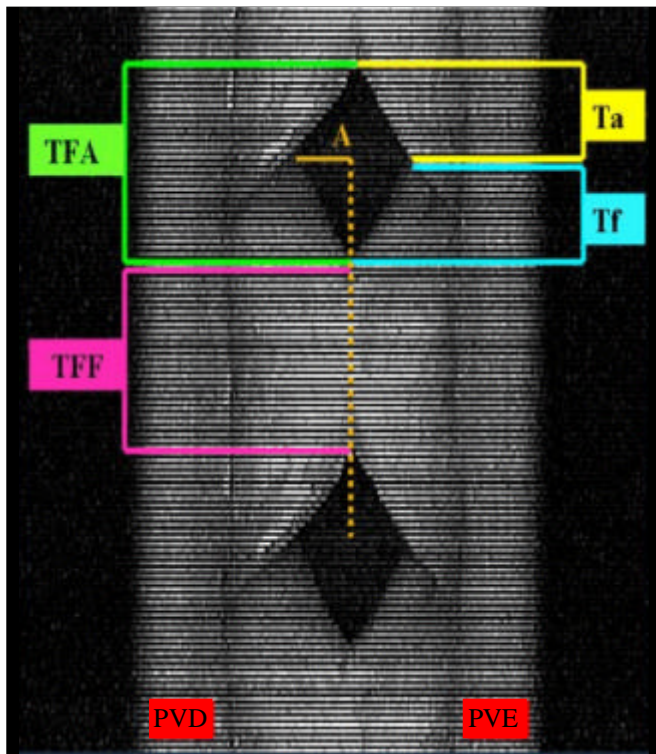


Figura 2. Imagem quimográfica representando as fases do ciclo vibratório.

TFF: tempo de fase fechada
TFA: tempo de fase aberta
Ta: tempo de abertura
Tf: tempo de fechamento
A: amplitude

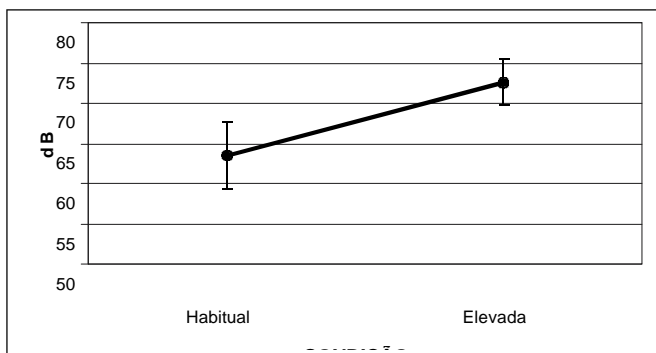


Gráfico 1. Variação da intensidade vocal em dB

Para facilitar a análise, foi criado um instrumento de medida, um tipo de régua, no programa Corel Photo, no mesmo formato "bitmap jpg", com a mesma resolução e dimensão dos arquivos das imagens digitalizadas. Para criação deste instrumento foi adotado modelo proposto por Figueiredo¹⁸.

Análise da intensidade e frequência da emissão vocal

Para análise da intensidade e frequência fundamental (F0) da emissão vocal, foram selecionadas as seqüências gravadas em fita S-VHS nas duas condições de intensidade vocal (habitual e elevada) e que eram coincidentes com as imagens quimográficas já digitalizadas para cada caso.

O sinal de áudio correspondente a cada trecho foi digitalizado, realizando-se os ajustes no controle de volume do gravador de som do Windows.

Esses arquivos foram exportados para o programa de análise acústica Multi Speech, modelo 3700, produzido pela Kay Elemetrics Corp.

O sinal armazenado foi pré-processado, removendo-se as porções instáveis iniciais e finais, padronizando-se os sinais com aproximadamente três segundos de duração. Cada amostra foi avaliada isoladamente, considerando intensidade em dB SPL e frequência em Hz.

Análise estatística dos dados

Após a obtenção dos resultados, foram realizadas comparações dos diversos parâmetros videoquimográficos, considerando-se um grupo do sexo masculino e outro do sexo feminino. Foram comparadas as variações desses parâmetros durante a emissão vocal em intensidade habitual e durante a emissão em intensidade elevada.

As variáveis quantitativas foram apresentadas descritivamente em tabelas contendo médias e desvios-padrão.

A técnica multivariada de análise de perfil foi utilizada para o estudo destas variáveis.

Os valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

RESULTADOS

Variação da intensidade

A intensidade sonora em dB SPL (dB) teve aumento significativo entre a condição habitual e a condição elevada para ambos os sexos ($p=0,0001$). As médias gerais foram de 63,46 dB para a condição habitual e de 72,55 dB para a condição elevada. Não houve diferença significativa das médias em relação ao sexo ($p=0,622$), e o perfil das médias para ambos os sexos foi paralelo ($p=0,3635$). A variação de intensidade vocal nas condições habitual e elevada está relacionada no Gráfico 1.

Variação da frequência

Houve aumento da frequência fundamental em ambos os sexos na condição elevada ($p=0,0014$ para o sexo

feminino e $p=0,0001$ para o sexo masculino). As médias para o sexo feminino variaram de 209,34 Hz (desvio-padrão de 43,31) a 238,65 Hz (desvio-padrão de 32,02), nas condições habitual e elevada, respectivamente. Para o sexo masculino as médias variaram de 138,80 Hz (desvio-padrão de 25,82) a 223,44 Hz (desvio-padrão de 32,57) para as mesmas condições.

Fases do ciclo vibratório

Houve aumento do TFF em ambos os sexos entre as condições habitual e elevada. Já o TFA apresentou redução em ambos os sexos na emissão elevada.

Notou-se redução do OQ entre as condições habitual e elevada para ambos os sexos ($p=0,0001$), não havendo diferença na variação das médias entre os sexos ($p=0,3661$) nas duas condições. As médias gerais foram de 0,75 na condição habitual e de 0,43 na condição elevada. Os dados gerais referentes à variação de OQ nas condições habitual e elevada estão relacionados no Gráfico 2.

DISCUSSÃO

Durante a conversação habitual, as pregas vocais vibram em alta velocidade, atingindo facilmente 200 ciclos por segundo ou mais. Para visibilizar os detalhes desse ritmo de vibração, são necessários métodos especiais de exame. Surgem, então, vários recursos como a estroboscopia, câmeras de alta velocidade, eletroglotografia, fotoglografia e RX estroboscópico.

De todos esses métodos, a estroboscopia talvez seja o mais conhecido e utilizado na rotina clínica, apresentando imagens de boa qualidade e relativa facilidade na sua interpretação, pois mostra a anatomia laríngea com grande fidelidade.

Apesar dessas qualidades, a estroboscopia apresenta algumas limitações como a dificuldade de avaliar, objetivamente e com detalhes, os ciclos de vibração das pregas vocais. O uso da filmagem em alta velocidade com câmeras ultra-rápidas elimina essas limitações da estroboscopia, permitindo avaliar as diferentes fases de um único ciclo vibratório em tempo real. No entanto, esse tipo de filmagem requer equipamentos sofisticados e de alto custo, inviabilizando seu uso na rotina clínica.

O videoquimógrafo permite a gravação da vibração das pregas vocais de maneira convencional em sistema de vídeo NTSC e em velocidade ultra-rápida, quando é acionado o modo quimográfico. O sistema convencional de vídeo NTSC fornece apenas 30 quadros (imagens) completos por segundo; já o modo quimográfico gera 7812,5 imagens de uma mesma linha (a primeira linha do monitor) em um segundo¹⁹.

No presente estudo, utilizando a videoquimografia, foram avaliados os valores do OQ em diferentes níveis de intensidade vocal, representando graus distintos de tensão

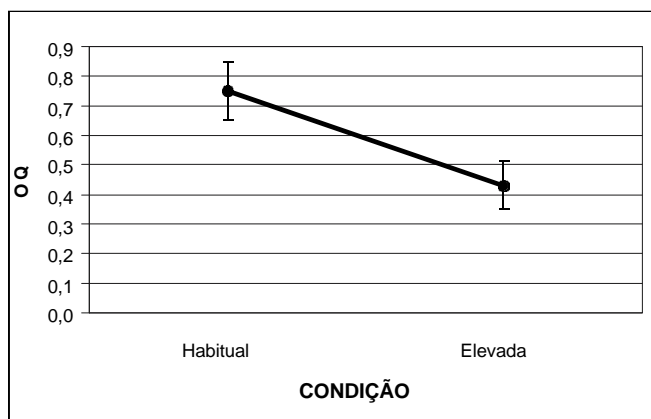


Gráfico 2. Redução do OQ, com a elevação da intensidade vocal.

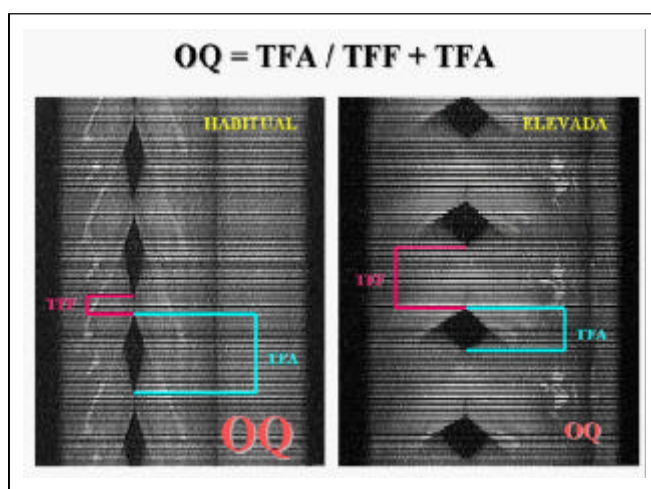


Figura 3. Esquema representando a redução do OQ (redução do TFA e aumento do TFF).

nas pregas vocais. Ocorre, desta maneira, alteração da resistência glótica, que representa um dos mecanismos de controle da intensidade vocal. Este aumento da resistência glótica é obtido principalmente pela contração do músculo tireoaritenóideo (TA), que provoca aumento da tensão e compressão medial das pregas vocais.

Houve redução significativa do OQ com o aumento da intensidade vocal, concordando com os dados obtidos por Slavit²⁰ e por Yanagi²¹ (Figura 3). No entanto, estes resultados não coincidem com os valores apresentados por Bohadana²², que não encontra alteração do OQ com o aumento de F0 em seu experimento com laringes humanas excisadas, no qual realiza a aproximação cricotireóidea para o aumento da tensão das pregas vocais. Esse comportamento reforça a idéia de que as alterações do ciclo vibratório em condições fisiológicas não podem ser atribuídas simplesmente a uma contração muscular isolada, mas sim, à interação e ao efeito conjunto de diversos mecanismos.

Para a gravação da amostra vocal a distância do microfone em relação à fonte sonora é o ponto fundamental dessa padronização, devendo ser mantida constante para todas as análises, embora não exista uma distância padrão. Kitajima e Gould²³ posicionam o microfone a 20 cm da boca em seu estudo, Larsson²⁴, avaliando pacientes com tremor vocal, fixa o microfone a 30 cm de distância da boca, e Araújo²⁵ coloca o microfone a cinco centímetros de distância, em sua pesquisa para a obtenção de um padrão de normalidade para os parâmetros da análise acústica computadorizada.

Em nosso estudo, o programa de análise acústica computadorizada foi utilizado somente para avaliar objetivamente a variação de intensidade e frequência da emissão vocal, sem o intuito de realizar análise espectrográfica.

Os resultados de nosso estudo mostraram médias de intensidade na condição habitual de 63,75 dB para o sexo feminino e de 63,01 dB para o sexo masculino. Na condição elevada observamos média de 72,54 dB para o grupo feminino e de 72,55 dB para o grupo masculino. Esse intervalo de aproximadamente nove decibéis é menor que o observado por Colton²⁶. Essa diferença pode ser atribuída à limitação dos movimentos da laringe, que foi imposta durante a tração da língua para realização da telelaringoscopia em nosso estudo.

Outro fator importante descrito por vários autores é a correlação entre aumento da intensidade e aumento involuntário da F0^{1,4,27,28}. Estes autores explicam que os mecanismos fisiológicos que regulam estes dois parâmetros são compostos por forças semelhantes. Para o aumento da intensidade vocal, é necessário um aumento da tensão e das forças de contração das pregas vocais, que acabam provocando o aumento da fase fechada do ciclo vibratório. Por outro lado, o aumento da tensão também provoca aumento da F0. Vários músculos podem exercer essas forças, mas os mais expressivos são o músculo TA e o músculo cricotireóideo (CT)². Em nosso estudo, o aumento da intensidade foi acompanhado pelo aumento involuntário da F0, apesar das orientações fornecidas aos indivíduos envolvidos na pesquisa para que procurassem manter a mesma frequência nas duas condições (habitual e elevada).

A média para o sexo feminino na condição habitual foi de 209,34 Hz e de 238,65 Hz na elevada. No grupo masculino essa diferença foi ainda maior, com 138,80 Hz na condição habitual e 223,44 Hz na condição elevada. Talvez este maior incremento da frequência no grupo masculino possa ser explicado pelo fato dos homens terem F0 mais baixa que as mulheres, e ao elevarem a intensidade vocal têm maior dificuldade em perceber a mudança de frequência. As mulheres, por outro lado, podem estar mais habituadas a controlar essa variação, pois, apresentam uma F0 naturalmente mais alta e tendem a evitar as emissões vocais muito agudas e estridentes.

Hacki¹³, utilizando eletroglotografia e comparando pacientes com hipertonia laringea com um grupo controle, observa valores de OQ muito semelhantes aos nossos resultados. No grupo de indivíduos sadios observa OQ de 0,70 na emissão habitual e de 0,48 na emissão em intensidade máxima. Nota nos casos de disфония hipertônica redução da fase aberta do ciclo vibratório, mesmo na emissão em baixa intensidade. Na emissão elevada descreve redução ainda maior do OQ, quando comparado ao grupo controle.

Resultados semelhantes são obtidos por Köster²⁹, utilizando filmagem ultra-rápida e eletroglotografia, apresentando uma variação do OQ de 0,60 a 0,64 durante emissão vocal em intensidade habitual.

Essas pequenas diferenças de OQ existentes entre o presente estudo e os resultados de Hacki¹³ e Köster²⁹ podem ser explicadas devido às diferenças entre os métodos empregados. Para realização da eletroglotografia, não há necessidade de visibilizar as pregas vocais, portanto dispensa a laringoscopia, evitando, assim, as alterações de posicionamento do trato vocal para a introdução do telescópio. Apesar dessa desvantagem, a videoquimografia permite um estudo mais detalhado da anatomia, possibilitando visibilizar os movimentos das pregas vocais, correlacionando-os com as alterações da emissão vocal, de maneira simultânea.

A padronização dos valores de OQ e de intensidade vocal pode não só auxiliar no diagnóstico de doenças como a disфония espasmódica, hipertônica, Parkinson e as paralisias de prega vocal, mas também possibilitar a observação das alterações vocais que ocorrem no processo de envelhecimento, propiciando uma melhor compreensão dos quadros de presbifonia.

Além do diagnóstico, estes valores podem auxiliar no tratamento da disфония espasmódica de adução.

Em nossa experiência clínica, temos observado bons resultados na terapia desta doença com injeção de toxina botulínica no músculo TA. No entanto, não existe um padrão objetivo, definindo o momento exato de uma nova aplicação para evitar a recidiva dos sintomas. Conhecendo os valores normais das fases do ciclo vibratório das pregas vocais em relação à intensidade vocal, poderemos identificar com precisão este momento, no qual não haverá concordância entre a intensidade vocal emitida e os valores de OQ encontrados.

CONCLUSÕES

- 1) As médias da intensidade vocal foram de 63,46 dB na emissão habitual e de 72,55 dB na emissão elevada.
- 2) Houve aumento involuntário da frequência fundamental durante a elevação da intensidade vocal. Este incremento foi mais evidente no sexo masculino.
- 3) Houve redução significativa do quociente de abertura (OQ) com o aumento da intensidade vocal. As médias de OQ foram de 0,75 na emissão habitual (63,46 dB) e de 0,43 na emissão elevada (72,55 dB).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo apoio na aquisição dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hirano M. The laryngeal muscles in singing. In: Hirano M, Kirchner JA, Bless DM. *Neurolaryngology: Recent Advances*. San Diego, CA: Singular Publishing Group Inc.; 1991. p.209-30.
2. Titze IR. Current topics in voice production mechanisms. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993; 113: 421-7.
3. Stevens K. Physics of laryngeal behavior and larynx modes. *Folia Phonet. Basel* 1977; 34:266-79.
4. Hirano M, Vennard W, Ohala J. Regulation of register pitch and intensity of voice. *Folia Phoniater* 1970; 22:1-20.
5. Hirano M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniater* 1974; 26:89-94.
6. Ishizaka K, Matsudaira M. Fluid mechanical considerations of vocal cord vibration monograph 8. *Speech Communication Res Lab* 1972; Santa Barbara, CA.
7. Koyama Y, Kawaski M, Ogura J. Mechanics of voice production. In: *Regulation of vocal intensity*. *Laryngoscope* 1969; 79:337-54.
8. Isshiki N. Regulatory mechanism of voice intensity regulation. *J Speech Hear Res* 1964; 7:17-29.
9. Isshiki N. Vocal intensity and air flow rate. *Folia Phoniater* 1965; 17:92-104.
10. Isshiki N, Morita H, Hiramoto M. Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1974; 78:451-7.
11. Tucker HM. Combined laryngeal framework medialization and reinnervation for unilateral vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990; 99:778-81.
12. Baker KK, Raming LO, Luschei ES, Smith ME. Thyroarytenoid muscle activity associated with hypophonia in Parkinson disease and aging. *Neurology* 1998; 51:1-10.
13. Hacki T. Electroglottographic quasi-open quotient and amplitude in crescendo phonation. *J Voice* 1996; 10:342-7.
14. Gibbs SR, Blitzer A. Botulinum toxin for the treatment of spasmodic dysphonia. In: *Voice disorders and phonosurgery*. *Otolaryngologic Clinics of North America* 2000; 4:879-94.
15. Wendler J. Die bedeutung der stimmstaerke bei der stroboskopischen untersuchung. *Folia Phoniater* 1967; 19:73-88.
16. Finnegan EM, Luschei ES, Hoffman HT. Modulations in respiratory and laryngeal activity associated with changes in vocal intensity during speech. *J Speech Lang Hear Res* 2000; 43:934-50.
17. Hirano M. Phonosurgery. Basic and clinical investigations. *Otologia (Fukuoka) (Suppl 1)* 1975; 21: 239-440.
18. Figueiredo LAP. Desnívelamento das pregas vocais- estudo experimental da vibração das pregas vocais através da videoquimografia; 2001. Tese de Doutorado Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo São Paulo; 2001.
19. Tsuji DH, Sennes LU. Videoquimografia da laringe: novo método de avaliação da vibração cordal. *Arq Otorrinolaringol* 1998; 2:136-40.
20. Slavitt DH, Lipton RJ, Mccafrey TV. Glottographic analysis of phonation in the excised canine larynx. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990; 99:396-402.
21. Yanagi E, Slavitt DH, Mccafrey TV. Study of phonation in the excised canine larynx. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 105:586-95.
22. Bohadana SC. Vibração das pregas vocais pré e pós aproximação cricoidoidea: estudo experimental em laringes humanas excisadas por videoquimografia; 2001. Tese de Doutorado Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo São Paulo; 2001.
23. Kitajima K, Gould WJ. Vocal shimmer in sustained phonation of normal and pathologic voice. *Ann Otol* 1976; 85:377-81.
24. Larsson H, Hertegard S, Lindestad P, Hammarberg B. Vocal fold vibrations: high-speed imaging kymography and acoustic analysis: a preliminary report. *Laryngoscope* 2000; 110: 2117-22.
25. Araújo SA, Grellet M, Pereira IC, Rosa MO. Normatização de medidas acústicas da voz normal. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2002; 68:540-4.
26. Colton RH. Vocal intensity in the modal and falsetto registers. *Folia Phoniater (Basel)* 1973; 25:62-70.
27. Boe LJ, Rakotofiringa H. A statistical analysis of laryngeal frequency: Its relationship to intensity level and duration. *J Speech Lang Hear Res* 1975; 18:1-13.
28. Debruyne F, Buekers R. Interdependency between intensity and pitch in the normal speaking voice. *Acta Otorhinolaryngol. (Belg)* 1998; 52:201-5.
29. Köster O, Marx B, Gemmar P, Hess MM, Künzel HJ. Qualitative and quantitative analysis of voice onset by means of a multidimensional voice analysis (MVAS) using high-speed imaging. *J Voice* 1999; 13:355-74.