

Efeitos da técnica *finger kazoo* conforme o tempo de execução

Effects of kazoo finger technique as the time of execution

Efectos de la técnica *finger kazoo* conforme el tiempo de ejecución

Carla Franco Hoffmann*

Carla Aparecida Cielo*

Mara Keli Christmann**

Resumo

Objetivo: Comparar o efeito da técnica de *finger kazoo* (FK), conforme o tempo de execução, em mulheres com voz e laringe normal. **Métodos:** 45 voluntárias emitiram a vogal /a:/ antes e após três séries de 15 repetições da técnica FK. Foram cronometrados e somados os tempos de todas as repetições da técnica, e os sujeitos foram divididos em grupos conforme o tempo de execução total: grupo I (até 5min de execução); grupo II (de 5,1min até 7min); grupo III (de 7,1min até 10min); e grupo IV (de 10,1min até 15min). Os grupos I, II e III ficaram com 12 sujeitos e o grupo IV, com oito. Foram realizadas medidas acústicas glóticas e espectrográficas, avaliação vocal perceptivoauditiva (escala RASATI) e autoavaliação vocal pré e pós-FK. Kruskal-Wallis e post hoc foram aplicados. **Resultados:** Na espectrografia de banda estreita, houve diminuição do ruído nas altas frequências no grupo IV comparado ao grupo II. Na espectrografia de banda larga, não houve diferença entre os grupos. Em todos os grupos, ocorreu melhor voz autorreferida, sem diferenças. Na RASATI, houve diminuição significativa da rouquidão e da astenia no grupo I, quando comparado aos grupos II e III. **Conclusão:** Não foi possível estabelecer um tempo ideal de execução do FK, mas houve diferença em relação aos efeitos gerados pela técnica nos sujeitos que realizaram o mesmo número de repetições, com melhora perceptivoauditiva da voz com até 5min de FK e melhora espectrográfica apenas a partir de 10min. Em todos os grupos, foi observada melhora qualitativa da autopercepção vocal.

Palavras-chave: Voz; Laringe; Treinamento da voz.

* Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

** Associação Educacional Luterana Bom Jesus, Canoas, RS, Brasil.

Contribuição dos autores:

CFH: redação, interpretação dos resultados;

CAC: redação, interpretação dos resultados;

MKC: redação, interpretação dos resultados.

E-mail para correspondência: Carla Carla Hoffmann - carla.hoffmann@hotmail.com

Recebido: 23/11/2016

Aprovado: 23/05/2017

Abstract

Objective: Compare the effect of the technique of Finger Kazoo (FK), according to the execution time, in women with normal voice and larynx. **Methods:** 45 volunteers emitted the vowel /a:/ before and after three series of the 15 repetitions of FK technique. The times of all repetitions of the technique were timed and summed up, and the subjects were divided into groups according to the total execution time: group I (up to five minutes); group II (five minutes and one second to seven minutes); group III (seven minutes and one second to ten minutes); and group IV (ten minutes and one second to fifteen minutes). The groups I, II, III were 12 subjects in group IV, with eight. Were performed glottal and spectrographic acoustic analysis, auditory perceptual (RASATI scale) and vocal self-assessment. Kruskal-Wallis and post hoc tests were applied. **Results:** The spectrographic of narrowband had significant decrease noise in high, medium and low frequencies in group IV, compared to group II. In the spectrographic of broadband there was no difference between groups. In all groups, occurred self-reported best voice, without significance. In RASATI, there was significant decrease of hoarseness and asthenia in group I, compared to groups II and III. MDVPA without significance. **Conclusion:** It was not possible to find an ideal time to perform the FK, but there was a difference in the effects generated by the technique in the subjects who performed the same number of repetitions, with auditory improvement of the voice with up to 5 minutes of FK and improvement in the spectrograph only after 10 minutes. In all groups, qualitative improvement of vocal self-perception was observed.

Keywords: Voice; Larynx; Voice training.

Resumen

Objetivo: Comparar el efecto de la técnica finger kazoo (FK) conforme el tiempo de ejecución en mujeres con voz y laringe normales. **Métodos:** 45 voluntarias emitieron la vocal / a: / antes y después de tres series de 15 repeticiones de la técnica FK. Fueron cronometrados y sumados los tiempos de todas las repeticiones y los sujetos fueron divididos en grupos de acuerdo a el tiempo de ejecución total: grupo I (hasta 5 minutos); grupo II (de 5,1min a 7min); grupo III (7,1min a 10 min); y grupo IV (de 10,1min a 15 min). Los grupos I, II y III se quedaron con 12 sujetos y el grupo IV con ocho. Se llevaron a cabo mediciones acústicas, glóticas y espectrográficas, evaluación vocal perceptivo auditiva (escala RASATI) y auto evaluación vocal pre y post-FK. Kruskal-Wallis e post hoc fueron aplicados. **Resultados:** En la espectrógrafa de banda estrecha, hubo reducción del ruido en las frecuencias altas en el grupo IV en comparación con el grupo II. En la espectroscopia de banda ancha, no hubo diferencias entre los grupos. En todos los grupos ocurrió mejor voz de auto-reporte sin diferencias. En la RASATI, hubo una disminución significativa de la ronquera y la astenia en el grupo I, cuando comparado a los grupos II y III. **Conclusión:** No fue posible establecer un tiempo ideal de ejecución del FK, pero no hubo diferencias cuanto a los efectos generados por la técnica en los sujetos que realizaron el mismo número de repeticiones, con mejora perceptivo auditiva de la voz para hasta 5min del FK y mejora espectrográfica apenas desde 10min. En todos los grupos, hubo una mejora cualitativa de la autopercepción vocal.

Palabras clave: Voz; Laringe; Entrenamiento de la voz.

Introdução

A fonoterapia vocal tem como finalidade promover normotensão à musculatura laríngea e respiratória, melhorar a qualidade vocal e o condicionamento muscular de todos os níveis de produção da voz (respiratório, fonatório e articulatorio/ressonantal). Para tanto, os fonoaudiólogos dispõem de diversos recursos, como as técnicas

vocais que podem variar seu modo de execução e duração conforme o objetivo terapêutico ^{1,2}.

Considerando-se a diversidade de técnicas vocais existentes que podem ser aplicadas a vários casos de disфония, ainda são poucos os estudos que verificam o efeito de cada uma delas ³⁻⁵.

Têm-se investigado amplamente os Exercícios de Trato Vocal Semi-Ocluído (ETVSO), sobretudo aqueles com tubos de ressonância, principalmente

analisando os efeitos antes e após sua execução³⁻⁵ ou comparando os efeitos de diferentes ETVSO^{6,7}. A técnica *finger kazoo* é uma variação de ETVSO em que há a oclusão parcial dos lábios e resistência à saída do som, favorecendo a percepção de todo o trato vocal, otimizando as sensações internas e melhorando a firmeza glótica⁸. Entretanto, pouco se tem de evidências sobre o tempo indicado de treinamento com cada técnica, com comparações dos efeitos de uma mesma técnica, para diferentes tipos de distúrbios vocais em diferentes tempos de execução, como neste trabalho^{2,5,9-11}.

Apesar da ampla divulgação dos aspectos referentes à fisiologia do exercício corporal, não há evidências científicas suficientes acerca dos efeitos da exercitação sobre os pequenos músculos laríngeos responsáveis pela produção da voz⁵. Por isto, os resultados vocais e a possibilidade de fadiga muscular decorrentes de cada técnica vocal devem ser pautados em maiores conhecimentos sobre o tempo ideal de sua realização^{1,2,9,10}. Deve-se partir do princípio de que a melhora de força e de resistência muscular depende de frequência, duração e intensidade da técnica executada, entendendo-se resistência muscular como a habilidade de um grupo muscular desempenhar contrações repetidas por um longo período de tempo¹².

No âmbito nacional, têm-se alguns trabalhos com foco no tempo de execução usando a técnica de vibração sonorizada de língua^{2,9,10}. Um deles, com 15 mulheres e 15 homens sem alterações vocais ou afecções laríngeas, comparou o momento anterior à execução da técnica com 1, 3, 5 e 7 min de realização e mostrou que as mulheres apresentaram melhores resultados vocais após 3 min e os homens após 5 min⁽⁹⁾. Outro desses trabalhos utilizou os mesmos tempos de execução do anterior em mulheres com nódulos vocais e em um grupo de controle que realizou exercício placebo, concluindo que o tempo de realização da vibração sonorizada de língua com melhor resultado acústico e perceptivoauditivo foi o de 5 min e que, após 7 min, houve aumento da tensão laríngea e piora da qualidade vocal¹⁰.

Ainda, com a mesma técnica vocal das pesquisas anteriores, realizada com 43 mulheres com laringe normal, analisaram-se as vozes nos tempos de 0, 1, 3 e 5 min, havendo aumento da frequência fundamental (f0) e diminuição do ruído a partir de 3 min de execução da técnica e aumento da pressão sonora a partir de 1 min².

No panorama internacional, não foram encontrados estudos comparando-se efeitos vocais ao longo de diferentes tempos de execução de uma mesma técnica vocal.

Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho é comparar o efeito da técnica de *finger kazoo* (FK), conforme o tempo de execução, em mulheres com voz e laringe normais.

Métodos

Delineamento da pesquisa

A pesquisa caracterizou-se por ser um estudo de observação transversal analítico, quantitativo e contemporâneo, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (016945/2010-76).

Sujeitos da pesquisa

Os critérios de inclusão foram: assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; sexo feminino; idades entre 18 e 40 anos; ausência de disfonia ou de afecções laríngeas^{2-4,9,10}.

Os critérios de exclusão foram: relato de doenças neurológicas, endocrinológicas, psiquiátricas, gástricas, hormonais ou respiratórias; hábitos de etilismo e tabagismo²⁾ relato de alterações decorrentes do período menstrual, pré-menstrual ou gravidez, bem como gripe e/ou alergias respiratórias no dia das coletas; perda auditiva; alterações do sistema estomatognático que interferissem na execução da técnica ou na articulação da vogal /a:/; tratamentos prévios fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico relacionados à voz; conhecimento da técnica vocal pesquisada ou inabilidade de realização da mesma^{3,4,11,13}.

Foi realizada entrevista; avaliação otorrinolaringológica, com inspeção visual laríngea; avaliação do sistema estomatognático e suas funções e triagem auditiva com os voluntários para a aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão^{3,4}.

Apresentaram-se 58 voluntários para participar da pesquisa, que eram sujeitos sem disfonia, mas com interesse em realizar aperfeiçoamento vocal. Após a aplicação dos critérios acima, 13 foram excluídos pelos seguintes motivos: um por estar em período menstrual; um por ser cantor; dois por serem homens; um por apresentar edema de pregas vocais; um por *microweb*; um por sulco vocal; um por nódulos vocais; cinco por não terem realizado todas as avaliações necessárias e um por apresen-

tar perda auditiva. Assim, a amostra constituiu-se de 45 mulheres adultas, com idades entre 18 e 39 anos (média 23,2 anos), cegas em relação aos objetivos da pesquisa.

Coleta de dados

Em sala acusticamente tratada (ruído ambiental inferior a 50 dBNPS), as voluntárias, em posição ortostática, emitiram a vogal /a:/ em tempo máximo de fonação (TMF) e *pitch* e *loudness* habituais, antes e após a execução da técnica FK^{2-4,8,9,14}. A voz foi registrada com gravador digital profissional Zoom H4n (microfone *stereo*, omnidirecional, 96 kHz, 16 bits), com nível de gravação de entrada ajustado em 50%, fixado em pedestal, em ângulo de 90° e com distância de 4 cm entre o microfone e a boca^{3,4}.

Em seguida, realizaram três séries da técnica FK, cada uma com 15 repetições em TMF, com repouso passivo de 30 s entre elas. O repouso passivo consiste na ausência de atividade muscular laríngea (silêncio) para o restabelecimento da musculatura envolvida na produção vocal^{1,3,4}.

O tempo de execução da técnica respeitou o TMF de cada sujeito devido às variações fisiológicas individuais. Quando a técnica é realizada em TMF, primeiramente são ativadas as fibras musculares responsáveis pelo metabolismo anaeróbico (tempo inferior a 3 min) e, conforme a execução é repetida, são ativadas as fibras musculares responsáveis pelo metabolismo aeróbico, responsável pela resistência muscular².

A técnica FK consiste em um sopro sonorizado, com lábios arredondados e protruídos e o dedo indicador tocando-os verticalmente, sem pressioná-los. Assim, ao executar a técnica, além da sonorização laríngea, ouve-se ainda um ruído secundário, correspondente ao fluxo de ar em contato com o dedo indicador. É importante não inflar as bochechas, manter a língua relaxada e em posição baixa, com emissão em *pitch* e *loudness* habituais e de maneira constante^{3,4,8,15,16}, sem utilização da reserva expiratória.

Durante a produção da técnica, as voluntárias permaneceram sentadas com os pés apoiados no chão e a coluna ereta, sem deslocamento cervical ou sinais de tensão^{3,4,8,11,13}. Permitiu-se a ingestão de até 250 ml de água ao longo de todo o período da coleta de dados⁽²⁻⁴⁾, uma vez que, ocorrendo de forma sistêmica, este tipo de hidratação não atinge a laringe imediatamente¹⁴. Após a emissão das séries

do FK, as participantes realizaram a autoavaliação da voz, podendo optar por “voz sem alterações”, “voz melhor” ou “voz pior”^{3,8,17}.

Análise dos dados

Para a verificação do tempo total de emissão do FK de cada voluntária, foram cronometradas e somadas em segundos todas as 45 repetições da técnica (três séries de 15 repetições), considerando-se apenas os períodos de sonorização, excluindo-se os períodos de tomada de ar e de repouso passivo entre as séries^{3,4}.

A partir da determinação do tempo total de execução do FK de cada participante, houve a classificação em quatro grupos, conforme a literatura:

- grupo I (12 participantes) - execução da técnica em até 5 min (média = 4,12; desvio padrão = 1,01)^{2,9,10,18}
- grupo II (12 participantes) - execução em 5,1 min até 7 min (média = 6,06; desvio padrão = 0,55)^{9,10}
- grupo III (12 participantes) – execução em 7,1 min até 10 min (média = 8,28; desvio padrão = 0,87);
- grupo IV (oito participantes) – execução em 10,1 min até 15 min (média = 12,54; desvio padrão = 1,77)¹⁴.

No grupo I, o desvio-padrão de 1 min pode parecer alto, uma vez que poderia contribuir para não observação de efeitos neste grupo quando se considera o menor tempo de execução. No entanto, a ativação do metabolismo aeróbico se dá a partir de 3 min^{1,2}. Assim, teoricamente, a partir de 3 min já existe efeito fisiológico, tornando o desvio-padrão no grupo I aceitável.

As amostras de voz, coletadas antes e após o FK, foram analisadas por meio do programa *Multi Dimensional Voice Program Advanced* (MDVPA) da *Kay Pentax*[®], com taxa de amostragem 44 kHz e 16 bits, com janela de análise padronizada em 4 s, editada sem interferência do ataque vocal e do final da emissão^{3,4,11}. As medidas consideradas importantes para este estudo foram agrupadas, uma vez que o MDVPA oferece muitas que analisam o mesmo fenômeno vocal acústico, sendo que sua análise em grupo proporciona maior consistência à interpretação.

Assim, foram extraídas as **medidas de frequência**: f0; f0 máxima (fhi); f0 mínima (flo); Desvio-padrão da f0 (STD); **medidas de perturbação de frequência**: *Jitter* absoluto (*Jita*); *Jitter* percentual (*Jitt*); Média relativa da perturbação (RAP); Quo-

ciente de perturbação do *pitch* (PPQ); Quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ); Variação da f_0 (vf_0); **medidas de perturbação de amplitude:** *Shimmer* em dB (ShdB); *Shimmer* percentual (Shim); Quociente de perturbação da amplitude (APQ); Quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ); Variação da amplitude (vAm); **medidas de ruído:** Proporção ruído-harmônico (NHR); Índice de turbulência da voz (VTI); Índice de fonação suave (SPI) ^{3,4,11}.

Para as análises espectrográficas, foi utilizado o programa *Real Time Spectrogram* (RTS) da *Kay Pentax*[®], em filtro de banda larga 100points (646 Hz) e em filtro de banda estreita 1024points (63,09 Hz), com taxa de amostragem de 11k Hz e 16 bits na resolução de 5k Hz ³.

Na espectrografia de banda larga (EBL), foi avaliado o grau de escurecimento do traçado: dos formantes (F) (F1, F2, F3 e F4), das altas frequências e de todo o espectrograma; a presença de ruído em todo espectrograma e nas altas frequências; a definição e regularidade do traçado dos F ³.

Na espectrografia de banda estreita (EBE), foi avaliado o grau de escurecimento do traçado: nas altas frequências e em todo o espectrograma; a presença de ruído entre os harmônicos e a substituição de harmônicos por ruído em todo o espectrograma, bem como nas altas frequências; a definição e regularidade do traçado dos harmônicos; a presença de sub-harmônicos e o número de harmônicos ³.

O grau de escurecimento do traçado poderia variar de forte escurecimento (cor preta), equivalentemente à maior amplitude da onda sonora e maior pressão sonora, a fraco escurecimento (cor cinza claro) ³, sendo classificado em maior escurecimento (melhora), menor (piora) ou sem alteração. O ruído apresenta-se no espectrograma como uma imagem sombreada ou pontilhada e, conforme o grau de escurecimento do sombreado/pontilhado, poderia ser classificado em redução do escurecimento (melhora), aumento (piora) ou sem alteração ³. A definição dos F e dos harmônicos foi avaliada conforme sua visibilidade, demarcação e simetria e poderiam ser considerados como mais definidos (melhora), menos definidos (piora) ou sem alteração. A regularidade do traçado está relacionada à sua continuidade e estabilidade e poderia ser classificada em mais regular (melhora), menos regular (piora) ou sem alteração ³.

As EBL e EBE pré e pós-técnica de cada voluntária foram pareadas para avaliação comparativa

e os pares foram codificados e randomizados ^{3,11,19}. A análise perceptivoauditiva, com base no TMF /a:/, foi efetuada por meio da escala RASATI (rouquidão; aspereza; soproidade; astenia; tensão; instabilidade) com gradação para cada parâmetro: 0 para ausência de alteração, 1 para alteração discreta ou dúvida da presença da alteração, 2 para alteração moderada, e 3 para alteração intensa ²⁰. As emissões pré e pós-técnica foram randomizadas e não pareadas ²¹.

As avaliações espectrográficas e perceptivoauditivas foram realizadas individualmente por três fonoaudiólogas com experiência e mestrado na área de voz, não autoras do estudo, cegas em relação aos objetivos e à metodologia da pesquisa, sendo informadas apenas que as vozes pertenciam a mulheres adultas ^{3,19}. Como resultado, consideraram-se as respostas predominantes nos julgamentos das avaliadoras ^{3,10,19}.

Análises estatísticas

Foi realizado o cálculo de concordância das respostas das juízas apenas por meio da porcentagem de respostas idênticas na avaliação das mesmas, obtendo-se 66,43% para a análise vocal perceptivoauditiva e 54,78% para a análise vocal espectrográfica. Como não foi realizado teste estatístico para a confiabilidade da avaliação das juízas, é possível que possa ter ocorrido diminuição dos resultados significativos neste trabalho.

Na comparação dos resultados da análise vocal perceptivoauditiva, espectrográfica e da autoavaliação vocal entre os quatro grupos, foi aplicado o teste *Kruskal-Wallis* e, em caso de significância, teste de comparações múltiplas *post hoc*. Para a verificação das modificações acústicas de fonte glótica (MDVPA), comparando-se os resultados dessa avaliação entre os quatro grupos, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas, utilizando-se o *software* STATISTICA[®]. O índice de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Na tabela 1, observam-se os resultados da EBE para os grupos, mostrando diminuição significativa do ruído nas altas frequências no grupo IV comparado ao grupo II.

A tabela 2 mostra os valores da RASATI para os grupos com diminuição significativa da rouqui-

ção e da astenia no grupo I, quando comparado aos grupos II e III.

Na tabela 3, estão os resultados da autoavaliação vocal para os grupos, mostrando melhor voz, autorreferida sem significância.

Na tabela 4, observam-se os resultados da EBL sem diferenças entre os grupos.

A tabela 5 mostra os valores médios dos parâmetros do MDVPA sem diferenças entre os grupos.

Tabela 1. Resultados da avaliação da Espectrografia de Banda Estreita para os grupos I, II, III e IV

	Grupo I			Grupo II			Grupo III			Grupo IV			p-valor
	P	SA	M	P	SA	M	P	SA	M	P	AS	M	
Escurecimento traçado altas f	2	3	7	3	2	7	3	2	7	1	4	3	0,9424
Escurecimento traçado todo o espectrograma	2	1	9	2	5	5	2	4	6	2	5	1	0,1556
Ruído entre h	4	6	3	4	7	1	6	6	0	1	3	4	0,0672
Ruído altas f	3	7	2	6	6	0	6	5	1	0	5	3	0,0203*
Substituição h por ruído todo espectrograma	1	5	6	3	4	5	1	8	3	1	4	3	0,7744
Substituição h por ruído altas f	0	6	6	2	5	5	1	7	4	0	6	2	0,7042
Definição dos h	3	0	9	3	2	7	3	4	5	1	3	4	0,6896
Regularidade do traçado h	3	0	9	2	3	7	3	5	4	1	3	4	0,5034
Número de h	3	2	7	3	3	6	3	4	5	3	0	5	0,7668
Sub-harmônicos	1	10	1	1	11	0	0	11	2	0	6	2	0,2398

P: piora; SA: sem alteração; M: melhora; f: frequência; h: harmônico

Teste Kruskal-Wallis e, em caso de significância, teste de comparações múltiplas *post hoc*

*diferença significativa entre o grupo 2 e 4

Tabela 2. Resultados da escala RASATI para os grupos I, II, III e IV

	Grupo I			Grupo II			Grupo III			Grupo IV			p-valor
	P	SA	M	P	SA	M	P	SA	M	P	SA	M	
Rouquidão	0	3	9	2	10	0	1	11	0	2	4	2	0,0003*
Aspereza	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	8	0	1,0000
Soprosidade	2	6	4	1	11	0	3	5	4	0	5	3	0,3984
Astenia	0	10	2	3	9	0	0	12	0	2	6	0	0,0338**
Tensão	0	11	1	12	0	0	1	9	2	0	8	0	0,8266
Instabilidade	0	7	5	2	5	5	1	6	5	0	7	1	0,6932

P: piora, SA: sem alteração, M: melhora

Teste Kruskal-Wallis, e em caso de significância teste de comparações múltiplas *post hoc*

*diferença significativa entre os grupos 1 e 2, 1 e 3.

** diferença significativa entre os grupos 1 e 2

Tabela 3. Resultados da autoavaliação vocal para os grupos I, II, III e IV

	Grupo I			Grupo II			Grupo III			Grupo IV			p-valor
	P	SA	M	P	SA	M	P	AS	M	P	AS	M	
Autoavaliação	0	0	12	1	2	9	0	1	11	1	1	6	0,2230

P: piora, SA: sem alteração, M: melhora

Teste Kruskal-Wallis

Tabela 4. Resultados da avaliação da Espectrografia de Banda Larga para os grupos I, II, III e IV

	Grupo I			Grupo II			Grupo III			Grupo IV			p-valor
	P	SA	M	P	SA	M	P	SA	M	P	SA	M	
Escurecimento do traçado F1	3	2	7	1	6	5	2	6	4	2	0	6	0,6649
Escurecimento do traçado F2	2	1	9	2	6	4	1	5	6	2	4	2	0,2104
Escurecimento do traçado F3	2	1	9	2	2	8	2	5	5	2	4	2	0,2237
Escurecimento do traçado F4	2	1	9	0	6	6	1	3	8	2	4	2	0,2669
Escurecimento do traçado altas f	2	1	9	2	4	6	3	0	9	2	2	4	0,7137
Escurecimento do traçado todo o espectrograma	3	0	9	2	4	6	2	3	7	2	3	3	0,6427
Ruído em todo o espectrograma	5	3	4	4	4	4	5	7	0	2	3	3	0,4672
Ruído altas f	4	4	4	5	6	1	5	6	1	1	6	1	0,4883
Definição do traçado F1	2	7	3	2	5	5	1	8	3	0	4	2	0,9039
Definição do traçado F2	3	0	9	3	2	7	3	3	9	1	4	3	0,7404
Definição do traçado F3	4	2	6	2	3	7	3	4	5	1	5	2	0,6922
Definição do traçado F4	2	3	7	2	7	3	4	2	6	1	4	3	0,6926
Regularidade do traçado	2	3	7	3	1	8	4	2	6	2	3	3	0,7428

P: piora; SA: sem alteração; M: melhora; f: frequência; F: formante
 Teste Kruskal-Wallis e, em caso de significância, teste de comparações múltiplas *post hoc*

Tabela 5. Resultados da análise acústica de fonte glótica para os grupos I, II, III e IV

	Grupo I		Grupo II		Grupo III		Grupo IV		p-valor
	\bar{x} pré-FK	\bar{x} pós-FK	\bar{x} pré-FK	\bar{x} pós-FK	\bar{x} pré-FK	\bar{x} pós-FK	\bar{x} pré-FK	\bar{x} pós-FK	
f0 (Hz)	205,6	216,7	209,8	211,4	214,7	222,8	206,9	217,5	0,805
fhi (Hz)	223,3	245,3	222,2	225,0	228,0	237,6	228,4	232,4	0,721
flo (Hz)	194,8	204,5	206,2	200,6	197,3	199,7	191,6	196,2	0,873
STD (Hz)	3,830	3,101	2,504	5,181	2,970	3,087	3,611	4,574	0,7293
Jita (us)	73,03	53,74	51,48	65,94	50,26	61,14	78,76	81,88	0,2198
Jitt (%)	1,538	1,176	1,088	1,375	1,045	1,305	1,607	1,801	0,1656
RAP (%)	0,935	0,717	0,661	0,833	0,632	0,785	0,990	1,094	0,1473
PPQ (%)	0,887	0,679	0,629	0,825	0,616	0,76	0,914	1,061	0,1990
sPPQ (%)	0,995	0,761	0,730	1,066	0,696	0,836	1,039	1,206	0,2269
Vf0 (%)	1,817	1,423	1,183	2,428	1,453	1,464	1,770	2,116	0,754
ShdB (dB)	0,321	0,299	0,323	0,296	0,322	0,323	0,423	0,306	0,5765
Shim (%)	3,662	3,370	3,652	3,406	3,622	3,655	4,809	3,495	0,537
APQ (%)	2,605	2,384	2,581	2,387	2,736	2,671	3,330	2,472	0,590
sAPQ (%)	4,272	4,097	4,277	3,947	4,876	4,499	5,593	4,318	0,467
vAm (%)	14,55	12,79	12,04	11,12	17,39	15,14	16,01	14,31	0,109
NHR	0,130	0,122	0,121	0,116	0,129	0,121	0,135	0,131	0,664
VTI	0,035	2,607	0,045	0,036	0,047	0,044	0,045	0,044	0,4631
SPI	16,93	10,68	13,15	17,65	8,36	10,56	14,60	17,32	0,2484

\bar{x} : média

M1: momento antes da execução da técnica; M2: momento imediatamente após a execução da técnica; M3: momento cinco minutos após a execução da técnica; DP: Desvio-Padrão; f0: frequência fundamental; fhi: f0 máxima; flo: f0 mínima; STD: Desvio-padrão da f0; Jita: Jitter absoluto; Jitt: Jitter percentual; RAP: Média relativa da perturbação do *pitch*; PPQ: Quociente de perturbação do *pitch*; sPPQ: Quociente de perturbação do *pitch* suavizado; vf0: Variação da f0; ShdB: *Shimmer* em dB; Shim: *Shimmer* percentual; APQ: Quociente de perturbação da amplitude; sAPQ: Quociente de perturbação da amplitude suavizado; vAm: Variação da amplitude; NHR: Proporção ruído-harmônico; VTI: Índice de turbulência da voz; SPI: Índice de fonação suave; DVB: Grau de quebras vocais; NVB: Número de quebras vocais; NUV: Número de segmentos não sonorizados; DUV: Grau de segmentos não sonorizados; DSH: Grau dos componentes sub-harmônicos; NSH: Número de segmentos sub-harmônicos; Teste de Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas

Discussão

No presente estudo, a EBE, que evidencia mais a fonte glótica, mostrou diminuição do ruído nas altas frequências no grupo IV, quando comparado ao grupo II (tabela 1), diferenciando-se parcialmente dos resultados encontrados em um trabalho realizado com som basal e vibração sonorizada de língua, em que 3 min foram suficientes para gerar diversas melhoras acústicas de fonte glótica, mas que não foram avaliados por meio de espectrografia¹⁸. Outra pesquisa, utilizando a técnica de vibração sonorizada de língua com 43 mulheres com laringe normal, também concluiu que o tempo de 3 min de execução da técnica foi suficiente para melhora dos aspectos de *jitter* e *shimmer*², medidas muito associadas à presença de ruído e instabilidade vocal^{14,18}, também divergindo parcialmente dos resultados deste estudo.

Ainda, os achados divergem de pesquisa que encontrou aumento gradual e significativo da f_0 a partir de 1 até 5 min de execução da técnica vibração sonorizada de língua, havendo ligeira redução após 7 min; diminuição significativa do ruído a partir de 1 min de execução da técnica, mantendo-se até 7 min, além de aumento dos valores de *Glottal to Noise Excitation Ratio* (GNE) a partir de 3 min, mantendo-se até 7 min¹⁰. Nesta pesquisa, não foram verificadas modificações significativas nas medidas acústicas de fonte glótica, avaliadas através do MDVPA.

É importante ressaltar que os instrumentos de análise e as técnicas vocais executadas nos trabalhos citados foram diferentes daqueles utilizados nesta pesquisa restringindo as comparações, uma vez que não há trabalho semelhante com o FK na literatura, sugerindo que, além do tempo de execução, o tipo de técnica vocal pode influenciar os resultados acústicos.

Ainda, como a mucosa das pregas vocais está altamente envolvida na produção da onda sonora complexa, a geração de maior energia harmônica e a diminuição de ruído nas altas frequências da EBE (tabela 1) sugerem maior flexibilidade e regularidade de vibração dessa estrutura após maior tempo de exercitação com FK.

A maior ocorrência de fibras tipo IIa, de metabolismo misto, e de fibras tipo I nos músculos da laringe a caracteriza como sendo altamente treinável para se obter grande resistência à fadiga^{1,2,14,22} o que parece se confirmar com os resultados deste trabalho

em que, mesmo com o maior tempo de exercitação (grupo IV), não houve prejuízo das altas frequências harmônicas (tabela 1), geralmente as primeiras a serem prejudicadas em casos de problemas com a fonte glótica como a fadiga, por exemplo.

Quanto aos resultados da análise vocal perceptivoauditiva, ocorreu significativa diminuição da rouquidão e da astenia no grupo I, quando comparado aos grupos II e III (tabela 2), mostrando que até 5 min de realização do FK foram suficientes para melhorar a percepção subjetiva da qualidade vocal pelo avaliador profissional. Apesar de os sujeitos da pesquisa não apresentarem disфония no processo de amostragem, a avaliação vocal perceptivoauditiva cegada das juízas detectou presença de rouquidão discreta em alguns sujeitos. Isto pode ser atribuído a um pequeno grau de irregularidade de vibração da mucosa das pregas vocais, pouco perceptível para a maioria dos ouvintes. Por sua vez, a melhora desse parâmetro após a execução da técnica evidencia a ação benéfica do FK sobre a fonte glótica.

Esses resultados perceptivoauditivos são corroborados por pesquisa realizada com a técnica de vibração sonorizada de língua, também um ETVSO como o FK, em 27 mulheres com nódulos vocais, comparando os resultados com dez mulheres que realizaram exercício placebo, com tempos de execução de 0, 1, 3, 5 e 7 min. O tempo com melhor resultado vocal perceptivoauditivo foi o de 5 min, sendo que, após 7 min, houve aumento da tensão laringea e piora da qualidade vocal¹⁰.

Outro trabalho com homens e mulheres sem afecções laringeas, usando os mesmos tempos de comparação do trabalho supracitado, evidenciou melhora da projeção vocal com 1 min de execução da técnica FK, mostrando que esse tempo não foi suficiente para gerar resultados perceptivoauditivos⁸.

Quanto à autoavaliação vocal, a maioria das participantes referiu voz melhor em todos os grupos analisados, mas sem diferença significativa entre os grupos (tabela 3). No entanto, é interessante salientar, que mesmo o menor tempo de execução foi capaz de gerar sensações positivas e o maior tempo não gerou sensações negativas, o que possivelmente esteja relacionado aos efeitos proprioceptivos positivos que são descritos em vários estudos com ETVSO^{3,8,9,13,14,19-22}.

A diferença de tempo de execução do FK para a obtenção de melhoras verificada nos resultados da análise vocal perceptivoauditiva e da EBE (ambas evidenciando a fonte glótica), reforçada pelos

achados da autoavaliação vocal, deve ser vista como indicio de resultado positivo do FK sobre a fonte glótica e a autopercepção do sujeito. Ainda, verificou-se que um tempo maior de exercitação com o FK (ETVSO), ao contrário dos poucos estudos realizados até o momento^{2,9,10}, não levou a sensações negativas ou a piora perceptivoauditiva e acústica e, sim, à melhora do ruído em altas frequências, o que é um indicativo de resistência muscular^{1,2,14}, e de maior regularidade da mobilização da mucosa¹⁸.

Torna-se necessário salientar que não ocorreu diferença significativa entre os grupos nas análises acústicas EBL e de fonte glótica (tabela 4 e 5). Sabe-se que a análise acústica é altamente sensível às menores alterações do sinal glótico, ao contrário da orelha humana^{14,18}. Entretanto, ainda não oferece correspondências exatas entre suas medidas e os aspectos perceptivoauditivos ou fisiológicos da produção vocal, sendo incluída como complemento da avaliação vocal perceptivoauditiva, considerada instrumento superior na avaliação de voz^{9,10,18}. Esse fato, juntamente com o pequeno tamanho dos subgrupos analisados e a concordância de pouco mais de 50% entre as juízas da avaliação espectrográfica, pode ter influenciado a ausência de significâncias na EBL e no MDVPA, sendo consideradas limitações da pesquisa.

Conclusão

Não foi possível estabelecer um tempo ideal de execução do FK, mas houve diferença em relação aos efeitos gerados pela técnica nos sujeitos que realizaram o mesmo número de repetições, com melhora perceptivoauditiva da voz com até 5 min de FK e melhora espectrográfica apenas a partir de 10 min. Em todos os grupos, foi observada melhora qualitativa da autopercepção vocal.

Referências

1. Saxon KG, Berry SL. Vocal exercise physiology: same principles, new training paradigms. *J Singing*. 2009; 66(1): 51-7.
2. Azevedo LL, Passaglio KT, Rosseti MB, Silva CB, Oliveira BFV, Costa RC. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. *Rev. soc.bras. fonoaudiol*. 2010; 15(3): 343-8.
3. Cielo CA, Christmann MK. Finger kazoo: modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação vocal. *Rev. CEFAC*. 2014; 16(4): 1239-54.
4. Cielo CA, Frigo LF, Christmann MK. Pressão sonora e tempo máximo de fonação após a técnica de finger kazoo. *Rev.CEFAC*. 2013; 15(4): 994-1000.
5. Stan JHV, Roy N, Awan S, Stemple J, Hillmana RE. A Taxonomy of Voice Therapy. *Am J Speech Lang Pathol*. 2015; 1; 24(2): 101-25.
6. Dargin TC, Searl J. Semi-Occluded Vocal Tract Exercises: Aerodynamic and Electroglottographic Measurements in Singers. *J Voice*. 2015; 29(2): 155-64.
7. Granqvist S, Simberg S, Hertegård S, Holmqvist S, Larsson H, Lindestad P, et al. Resonance tube phonation in water: High-speed imaging, electroglottographic and oral pressure observations of vocal fold vibrations – a pilot study. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2015; 40(3): 113-21.
8. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semi-ocluido. *Pró-Fono*. 2008; 20(4): 261-6.
9. Menezes MH, Duprat AC, Costa HO. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. *J Voice*. 2005; 19(1): 61-70.
10. Menezes MHM, Ubrig-Zancanella MT, Cunha MGB, Cordeiro GF, Nemr K, Tsuj DH. The Relationship Between Tongue Trill Performance Duration and Vocal Changes in Dysphonic Women. *J Voice*. 2011; 25(4): 167-75.
11. Pereira EC, Silvério KCA, Marques JM, Camargo PAM. Efeitos imediatos de técnicas vocais em mulheres sem queixa vocal. *Rev.CEFAC*. 2011; 13(5): 886-94.
12. Mendonça RA, Sampaio TMM, Oliveira DSF. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. *Rev.CEFAC*. 2010; 12(3): 471-82.
13. Maia MEO, Maia MO, Gama ACM, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício vocal sopro e som agudo. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 24(1): 1-6.
14. Behlau M. *Voz o Livro do Especialista*. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.
15. Morrison M, Rammage L. *The management of voice disorders*. San Diego: Singular Publishing Group; 1994.
16. Cielo CA, Christmann MK, Frigo LF. Evidência científica da técnica finger kazoo. In: *Terapia fonoaudiológica baseada em evidências*. Pró-Fono; 2013.
17. Paes SM, Zambon F, Yamasaki R, Simberg S, Behlau M. Immediate effects of the finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *J Voice*. 2013; 27(6): 717-22.
18. Pimenta RA, Dájer ME, Hachiya A, Cordeiro GF, Tsuji DH, Montagnoli AN. High-speed kymography identifies the immediate effects of voiced vibration in healthy vocal folds. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2013; 17(1): 74-9.
19. Law T, Lee KIS, Ho FNY, Vlantis AC, Hasselt AC, Tong MCF. The effectiveness of group voice therapy: A group climate perspective. *J Voice*. 2012; 26(2): 41-8.
20. Pinho SMR, Pontes PAL. Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. *Vox Brasilis*. 2002; 3(1): 11-3.
21. Costa CB, Costa LHC, Oliveira G, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício de fonação no canudo. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2011; 77(4): 461-5.
22. Cielo CA, Lima JP, Christmann MK, Brum R. Exercícios de trato vocal semiocluido: revisão de literatura. *Rev.CEFAC*. 2013; 15(6): 1679-89.