

Impacto do uso do *SpeechEasy*® nos parâmetros acústicos e motores da fala de indivíduos com gagueira

The effect of the *SpeechEasy*® device on acoustic and speech motor parameters of adults who stutter

Ana Paula Ritto¹, Fabiola Staróbole Juste², Claudia Regina Furquim de Andrade²

RESUMO

Objetivo: Investigar variações nas habilidades motoras da fala em adultos com e sem gagueira, utilizando o dispositivo de alteração do *feedback* auditivo *SpeechEasy*®. **Métodos:** Participaram 20 adultos, dez com gagueira (nove do gênero masculino e um do feminino – média 30,9 anos) e dez controles fluentes (nove do gênero masculino e um do feminino – média 25,2 anos). O estudo comparou o desempenho dos participantes em quatro tarefas: fala espontânea, diadococinesia alternada, diadococinesia sequencial e emissão de frase alvo, com e sem o dispositivo. Os aspectos analisados acusticamente foram: (1) tarefas de diadococinesia: duração das sílabas, período médio entre as sílabas, pico de intensidade e taxa de diadococinesia; (2) tarefa de emissão da frase alvo: tempo de reação, duração do *voice onset time*, duração total da emissão, frequência fundamental e intensidade. **Resultados:** Tanto na comparação intragrupo quanto intergrupos, apenas a tarefa de fala espontânea apresentou diferenças significativas. Nesta tarefa, o uso do *SpeechEasy*® resultou em melhora significativa da fluência de fala, medida pela porcentagem de sílabas gaguejadas, para o grupo com gagueira. Para o grupo fluente, o dispositivo produziu o efeito oposto (aumento significativo na frequência de rupturas gagas com o dispositivo). Os resultados encontrados quanto aos aspectos acústicos das tarefas de diadococinesia e emissão da frase alvo não indicaram diferença significativa nas comparações intragrupo e intergrupos. **Conclusão:** Os resultados indicaram que o uso do *SpeechEasy*® melhorou a fluência dos participantes com gagueira, sem parecer interferir na naturalidade de fala.

Descritores: Fonoaudiologia; Gagueira; Voz; Acústica da fala; Medida da produção da fala

ABSTRACT

Purpose: To investigate variations in speech motor skills in adults who stutter and those who do not, using the *SpeechEasy*® altered auditory feedback device. **Methods:** Twenty adults participated, 10 of whom stuttered (nine males and one female - mean age 30.9 years) and 10 of whom were fluent controls (nine males and one female - mean age 25.2 years). The study compared the performance of participants in four tasks: spontaneous speech, alternating diadochokinesis, sequential diadochokinesis and target phrase production, with and without the device. The following variables were analyzed acoustically: (1) diadochokinesis tasks: syllable duration, mean duration between syllables, peak intensity and diadochokinesis rate; (2) target phrase production task: reaction time, voice onset time (VOT) duration, total production duration, fundamental frequency and intensity. **Results:** The spontaneous speech task was the only task to show significant differences in both the intragroup and intergroup comparisons. In this task, the use of *SpeechEasy*® resulted in significant improvement in speech fluency, as measured by the percentage of stuttered syllables, for the group who stuttered. For the fluent group, the device produced the opposite effect: a significant increase in the frequency of stuttered disfluencies was observed with the device. No significant differences were found in either intragroup or intergroup comparisons relating to the acoustic aspects of the diadochokinesis and target phrase production tasks. **Conclusion:** The results indicated that the use of *SpeechEasy*® improved the fluency of participants who stutter, without appearing to interfere with speech naturalness.

Keywords: Speech, language and hearing sciences; Stuttering; Voice; Speech acoustics; Speech production measurement

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fluência, Funções da Face e Disfagia, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação (Doutorado) em Ciências da Reabilitação, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2011/15184-4.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: APR levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; FSJ levantamento da literatura, análise dos dados, correção da redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; CRFA orientadora, pesquisadora principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, análise dos dados, aprovação da versão final do artigo.

Endereço para correspondência: Claudia Regina Furquim de Andrade. R. Cipotânea, 51, Campus Cidade Universitária, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-160. E-mail: clauan@usp.br

Recebido em: 30/6/2014; **Aceito em:** 18/9/2014

INTRODUÇÃO

A fala é uma função neural complexa, que envolve componentes segmentais (linguísticos) e suprasegmentais (paralinguísticos), processados por diferentes vias neurais, e que, integrados e em sincronia, são fundamentais para a manutenção do fluxo contínuo e suave, ao qual chamamos de fluência. Rupturas neste fluxo caracterizam as disfluências, que são classificadas como comuns (hesitações, interjeições, revisões, palavras não terminadas e repetição de palavras, segmentos ou frases), ou gegas (repetição de sons ou sílabas, prolongamentos, bloqueios, pausas e intrusões)⁽¹⁾.

A gagueira do desenvolvimento é um distúrbio de comunicação crônico, de base genética, caracterizado por rupturas involuntárias no fluxo de fala, em frequência maior do que o observado na população em geral e com predominância de disfluências do tipo gaga. É um distúrbio complexo, sem entidade nosológica única e de característica multidimensional^(1,2).

Embora seja claro que muitas variáveis psicológicas, emocionais, linguísticas e ambientais podem ter influência sobre o desenvolvimento da gagueira, isto não significa que essas variáveis desempenhem um papel em sua causa. É amplamente aceito na literatura que os sintomas observados na gagueira refletem um prejuízo na coordenação dos diferentes componentes do sistema motor da fala⁽³⁾.

Neste sentido, é de grande importância para o conhecimento das habilidades neuromotoras da população com gagueira o estudo do desempenho desses indivíduos em outras tarefas de sequencialização motora oral, como por exemplo, a tarefa de diadococinesia. A diadococinesia relacionada à fala, chamada de diadococinesia oral, é a habilidade de realizar repetições rápidas de padrões simples de contrações musculares opostas, ou seja, é a habilidade de movimentar os músculos rapidamente, em posições opostas⁽⁴⁾. Para a avaliação desta habilidade, é utilizada a tarefa de repetição de um segmento simples de fala, em alta velocidade. Pode ser a repetição de uma mesma vogal (que fornece uma avaliação a nível laríngeo), a repetição da mesma sílaba (/pa/, /ta/ ou /ka/, por exemplo, chamada de diadococinesia alternada) e a junção de sílabas diferentes (por exemplo, /pataka/, a diadococinesia sequencial). Esse teste reflete a maturidade e integridade neuromotora do indivíduo⁽⁴⁻⁶⁾.

Embora a medida da diadococinesia oral evidencie as habilidades da programação motora da fala, são poucos os estudos encontrados na literatura sobre a aplicação desta avaliação, ou similares, em pessoas com gagueira. Os resultados desses estudos não são conclusivos, uma vez que a aplicação e análise desta avaliação aparecem de forma variada nas pesquisas publicadas na literatura, em fatores como idade dos participantes, forma de coleta de dados, tipo de tarefa analisada, entre outros⁽⁶⁻⁸⁾.

Na tentativa de entender melhor os mecanismos subjacentes aos sintomas da gagueira e visando facilitar e aprimorar o tratamento, foram realizados estudos relacionando a gagueira a outros sistemas corticais. Entre eles, podemos citar estudos

de PET (tomografia por emissão de pósitrons), que indicaram que a ativação das áreas corticais auditivas dos indivíduos com gagueira durante a fala difere da ativação encontrada em fluentes. Estes achados sugerem que os indivíduos com gagueira não conseguem ativar ou ativam de forma insuficiente o córtex auditivo durante a fala^(9,10).

Os resultados dos estudos de neuroimagem permitiram a melhor compreensão do chamado “fenômeno da fala em coro”, no qual as rupturas de fala são significativamente reduzidas ou até eliminadas, quando outra pessoa fala em uníssono com a pessoa que gagueja. O efeito de promoção da fluência a partir da fala em coro baseia-se no seu papel da disponibilização de um estímulo auditivo externo que facilita a ativação do córtex auditivo. Esse segundo sinal de fala pode ser entendido como uma informação gestual adicional que promove a fala fluente. Assim, o *feedback* auditivo adicional fornecido pelo coro funciona como um controle motor de fala exógeno, ou seja, a produção fluente ocorre por uma recuperação motora, tornada possível pela maior ativação do córtex. Com o coro, o falante adota estratégias de controle motor que usam ao máximo o *feedback*, o que torna o monitoramento mais eficiente, resultando em melhorias na fluência⁽¹¹⁾.

Os dispositivos de alteração de *feedback* auditivo (AFA) são derivados deste fenômeno e surgiram como uma tentativa de simular o efeito coro. O termo AFA designa todas as condições que alteram a forma como o falante ouve a própria fala (retorno – ou *feedback* – auditivo), podendo esta alteração ser o chamado DAF (*delayed auditory feedback*), quando o retorno auditivo é atrasado, ou o FAF (*frequency altered feedback*), quando o falante ouve sua voz com a frequência diferente da habitual – mais grave ou mais aguda⁽¹²⁾.

Nos últimos anos, dispositivos de AFA têm sido cada vez mais utilizados como tratamento para gagueira. Encontra-se na literatura um grande número de pesquisas sobre os efeitos da AFA na fala de pessoas com gagueira. As grandes diferenças metodológicas entre as pesquisas ainda não permitem a conclusão definitiva a respeito da eficácia de tais tratamentos, apesar da maioria dos estudos concordar que os dispositivos de AFA podem diminuir o número de eventos de gagueira⁽¹²⁻¹⁶⁾.

Além da investigação da eficácia do tratamento em reduzir a frequência de rupturas do fluxo da fala, com base em dispositivos de AFA, é necessária também a investigação do efeito desses dispositivos sobre a naturalidade de fala. Por causar alterações na forma como os sons são percebidos pelos falantes, os usuários dos dispositivos poderiam modificar aspectos estruturais da fala (como a intensidade e a frequência fundamental), numa tentativa de compensar este efeito, o que geraria uma fala pouco natural. Na literatura, poucos são os estudos que investigaram a naturalidade da fala relacionada ao uso de algum tipo de dispositivo de AFA e, além disso, apresentam resultados contraditórios^(17,18). É necessário levar-se em conta que a naturalidade da fala é uma característica difícil de ser mensurada. Existem estudos que

utilizam escalas perceptuais para avaliar a naturalidade de fala, definindo o termo “naturalidade” como algo que se realiza de maneira habitual, sem esforço e livre de artificialidade. Entretanto, avaliações perceptuais frequentemente apresentam restrições, especialmente no que se refere à confiabilidade e reprodutibilidade dos dados⁽¹⁹⁾.

Neste sentido, a análise acústica pode ser uma ferramenta útil, pois permite a realização de mensurações do sinal sonoro proveniente da voz, a partir de parâmetros acústicos que podem ser obtidos por meio de programas específicos para registro e análise da voz. Por meio da análise de medidas acústicas, sobretudo na análise espectrográfica, é possível encontrar correlatos acústicos dos comportamentos fisiológicos vocais, além de aspectos prosódicos, paralinguísticos e aqueles relacionados à qualidade vocal⁽²⁰⁻²²⁾. A análise acústica pode, portanto, auxiliar na investigação dos efeitos da AFA sobre as características estruturais que compõem os sons da fala, fornecendo, assim, dados objetivos sobre alguns parâmetros vinculados à naturalidade de fala.

O objetivo desta pesquisa foi verificar, por meio da análise acústica, as possíveis variações nas habilidades motoras da fala em indivíduos com gagueira e fluentes, segundo a variável da alteração do *feedback* auditivo – uso do *SpeechEasy*®, comparada à situação controle de não uso do dispositivo.

MÉTODOS

Participantes

Participaram desta pesquisa 20 adultos, divididos em dois grupos.

O primeiro grupo, o Grupo Pesquisa (G1), foi composto por dez adultos com gagueira do desenvolvimento, que buscaram atendimento fonoaudiológico no período de março de 2012 a junho de 2013. Destes, nove eram do gênero masculino e um do gênero feminino, com idades variando entre 21 e 41 anos (média de idade de 30,9 anos), sem distinção de níveis socioeconômico e cultural, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- Pontuação do Perfil da Fluência de Fala⁽²³⁾ fora dos valores de referência para a idade;
- 25 pontos ou mais (gravidade mínima em nível moderado) no *Stuttering Severity Instrument – 3*⁽²⁴⁾;
- Monolíngue (Português Brasileiro);
- Não possuir comorbidades da comunicação oral, perda auditiva de qualquer grau e doenças neurológicas e/ou degenerativas.

O segundo grupo, o Grupo Controle (G2), foi composto por dez adultos fluentes, nove do gênero masculino e um do gênero feminino, com idades variando entre 22 e 31 anos (média de idade de 25,2 anos), que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- Pontuação do Perfil da Fluência de Fala⁽²³⁾ dentro dos valores de referência para a idade;

- Até 10 pontos no *Stuttering Severity Instrument – 3*⁽²⁴⁾, classificando normalidade para a fluência;
- Monolíngue (Português Brasileiro);
- Não possuir distúrbios da comunicação oral, perda auditiva de qualquer grau e doenças neurológicas e/ou degenerativas.

Os processos de seleção e avaliação dos participantes seguiram os procedimentos éticos pertinentes. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) (CEP 116/11) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Procedimentos preliminares

Antes da inclusão na pesquisa, todos os participantes foram submetidos à avaliação audiológica básica (audiometria tonal, audiometria vocal com testes de discriminação e inteligibilidade de fala e imitanciométrica) e a procedimentos de anamnese e de avaliação da fluência de fala (testes Perfil da Fluência de Fala⁽²³⁾ e *Stuttering Severity Instrument – 3*⁽²⁴⁾), para confirmação dos critérios de inclusão.

Procedimentos de adaptação e programação dos dispositivos

Todos os participantes do G1 utilizaram, para as coletas, um dispositivo *SpeechEasy*® individual, modelo CIC (microcanal). A moldagem e adaptação monoaural (na orelha direita) do dispositivo foi realizada por profissionais autorizados, da empresa Microsom.

Todos os participantes do G2 utilizaram, para as coletas, um dispositivo *SpeechEasy*® semelhante ao do G1, porém com um molde padrão, universal.

Para a programação dos aparelhos, foram utilizados, como materiais, a interface de programação fornecida pela empresa (Audio-Pró Plus) e o *software SpeechMaster*, instalado em um notebook da marca Sony® Vaio, modelo VPC-SA. As pilhas utilizadas nos dispositivos foram específicas, da marca *Unitron Hearing*®.

A programação dos dispositivos foi individualizada e realizada pela pesquisadora, conforme especificações do fabricante, sendo testadas todas as possibilidades de alteração dos efeitos DAF e FAF até encontrar a configuração optimal para o participante.

Primeiramente, o dispositivo era adaptado na configuração de DAF, com atraso de 60 ms, e FAF, na frequência de +500 Hz. Então, a pesquisadora solicitava ao participante que realizasse pequenas tarefas de fala, como a leitura de um texto, e alterava o tempo de atraso do *feedback* auditivo de 60 ms para 90 ms e, depois, para 120 ms. O participante indicava qual das três opções de *delay* era mais confortável para a sua fala. O ajuste do FAF foi realizado com o mesmo procedimento: durante as atividades de fala solicitadas pela pesquisadora, foram testadas as possibilidades de alteração de frequência, iniciando-se pela

frequência de +500 Hz, passando para a frequência de +1000 Hz e testando-se, posteriormente, as frequências de -500 Hz e -1000 Hz. O participante devia indicar qual opção de frequência alterada era mais confortável para a sua fala.

Com o dispositivo configurado, era solicitado aos participantes que produzissem a vogal /a/ por 5 a 10 segundos, para a verificação do volume. Os participantes eram orientados a optar pelo volume que fosse intenso o suficiente para que eles pudessem se ouvir de maneira suave, sem provocar desconforto.

Procedimentos de coleta e análise de dados

Os procedimentos de coleta e análise de dados foram realizados em uma só sessão com os participantes, com duração de, aproximadamente, 90 minutos. As tarefas de fala foram realizadas duas vezes. Na primeira, o participante não estava utilizando o dispositivo *SpeechEasy*® e na segunda, estava. Em cada uma das duas situações, os participantes realizaram quatro tarefas: fala espontânea, diadococinesia alternada, diadococinesia sequencial e emissão da frase alvo “Barco na água”.

Tarefa de fala espontânea

Conforme metodologia proposta no teste Perfil da Fluência de Fala⁽³⁾, foram gravadas amostras de 200 sílabas de fala espontânea, eliciada por uma figura. Foi utilizada uma filmadora digital Sony® DRC-SR62 e todo o material obtido foi transferido para um microcomputador desktop Dell® Studio XPS. Fones de ouvido do tipo *headset* HP200F Maxwell® foram usados para a transcrição, realizada de acordo com a metodologia padronizada descrita no teste. Para este estudo, foram consideradas somente as medidas da porcentagem de sílabas gaguejadas na amostra de 200 sílabas e da velocidade de fala neste período, em sílabas expressas por minuto.

Tarefas de diadococinesia alternada e sequencial

As amostras destas tarefas de fala foram coletadas e analisadas em uma sala acusticamente tratada, diretamente em um microcomputador desktop Dell® Studio XPS, com a utilização do *software* PRAAT de Análise Acústica versão 4.2 (taxa de amostragem de 44.100 Hz e com 16-bit de quantização) e usando um microfone de mesa profissional Audio-technica® MB3k. A distância entre o microfone e a boca do participante foi de 8-10 cm, em um ângulo de 45°.

Foi solicitado ao participante que emitisse, ininterruptamente, a sílaba /pa/ (para a diadococinesia alternada), ou a sequência /pataka/ (para a diadococinesia sequencial), o mais rápido possível, sem perder a precisão articulatória, durante 15 segundos, devendo iniciar assim que ouvisse um bip indicando o acionamento do cronômetro.

A partir destas amostras, as medidas a seguir foram feitas com a mesma metodologia utilizada em trabalhos anteriores⁽¹⁾:

a) Duração das sílabas: foi mensurada (em segundos) do início da plosão da consoante ao final da energia do núcleo da

vogal (presença de formantes e sua combinação).

- b) Pico de intensidade de cada sílaba: foi identificado visualmente, no espectrograma, o ponto em que havia a maior intensidade (dB) durante a emissão da sílaba.
- c) Período médio entre as sílabas: foi mensurado (em segundos) entre o rebordo de sonoridade das sílabas (ou seja, entre o final da sonorização de uma vogal até o mesmo ponto da vogal subsequente). Portanto, cada período incluiu a duração da sílaba e o intervalo entre as sílabas.

Foi realizada, ainda, a medida da taxa de diadococinesia, em sílabas por segundo, realizando-se a contagem do número do total de sílabas emitidas em cada uma das tarefas de diadococinesia e dividindo-se pelo tempo de emissão.

Tarefa de emissão da frase alvo “Barco na água”

As amostras desta tarefa de fala foram coletadas e analisadas com o mesmo material utilizado para as tarefas de diadococinesia, já apresentado anteriormente.

Foi solicitado ao participante que emitisse a frase alvo “Barco na água”, assim que ouvisse um bip indicando o acionamento do cronômetro. Para esta tarefa, foram aceitas somente as produções fluentes, livres de rupturas. Desta forma, em alguns momentos houve a necessidade de repetir a tarefa até a obtenção da emissão fluente.

Para cada amostra de fala da frase, foram realizadas as seguintes medidas:

- a) Duração do *voice onset time* (VOT): foi mensurada (em segundos) manualmente, utilizando-se a espectrografia. A medida foi obtida do início da vocalização até a plosão da consoante “b”.
- b) Tempo de reação: foi mensurado (em segundos) da emissão do bip (acionamento do cronômetro) até o início da vocalização da consoante “b”.
- c) Duração total da emissão: foi mensurada (em segundos) a duração total da frase “Barco na água”, com base na imagem obtida na espectrografia. A medida foi obtida no início da vocalização para a produção da consoante “b” até final da energia do núcleo da última vogal “a” da palavra “água”.
- d) Análise da frequência fundamental e da intensidade da emissão: foram obtidos a frequência fundamental (em Hz) e a intensidade média (em dB) de cada frase “Barco na água”, sendo estas medidas fornecidas automaticamente pelo programa.

Análise estatística

Neste estudo, foram realizadas tanto análises intragrupos, que compararam os mesmos participantes em cada uma das situações estudadas (sem e com a utilização do dispositivo *SpeechEasy*®), quanto análises intergrupos, que compararam os sujeitos do Grupo Pesquisa (G1) aos do Grupo Controle (G2).

Foram realizadas, primeiramente, análises descritivas para os dados quantitativos, sendo obtidas as médias e os respectivos desvios padrão.

Os pressupostos da distribuição normal em cada grupo foram avaliados com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Como algumas das variáveis estudadas apresentaram distribuição normal e outras não, o teste utilizado nas análises inferenciais intergrupos foi o teste não paramétrico de Mann-Whitney e, nas análises intragrupos, foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas. Em todas as análises inferenciais, o nível de significância adotado foi de 5%.

As análises estatísticas descritivas e inferenciais foram executadas com o software SPSS versão 13 (SPSS 13.0 for Windows).

RESULTADOS

Em todos os resultados apresentados a seguir, a situação teste em que o participante fazia uso do dispositivo *SpeechEasy*® será referida como “Dispositivo” e a situação em que ele não fazia uso será chamada de “Sem Dispositivo”.

Dados intergrupos

A comparação entre os grupos na primeira tarefa citada, a tarefa de fala espontânea, resultou no dado de que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre os dois grupos, em todas as variáveis analisadas, conforme o esperado, visto que esta avaliação é utilizada no diagnóstico da gagueira.

Analisando os resultados da segunda tarefa estudada, a tarefa de diadococinesia alternada, pode-se notar que houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, com relação à duração das sílabas, tanto na situação Sem Dispositivo

($p=0,002$), quanto na situação Dispositivo (0,023). Para as variáveis “período entre as sílabas” e “taxa de diadococinesia”, houve diferença significativa entre os dois grupos apenas na situação Sem Dispositivo ($p=0,016$ e $p=0,013$, respectivamente). Para a variável “pico de intensidade”, não houve diferença significativa entre os grupos, em nenhuma das situações (com e sem o dispositivo *SpeechEasy*®) (Tabela 1).

Na tarefa de diadococinesia sequencial, observa-se que os resultados foram semelhantes aos obtidos na diadococinesia alternada. Novamente, houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, com relação à duração das sílabas, tanto na situação Sem Dispositivo ($p=0,003$), quanto na situação Dispositivo ($p=0,010$). Para a variável “taxa de diadococinesia”, houve diferença significativa entre os dois grupos apenas na situação Sem Dispositivo ($p=0,034$). Para a variável “pico de intensidade”, não houve diferença significativa entre os grupos, em nenhuma das situações. A única diferença observada entre os resultados intergrupos, na diadococinesia alternada, com relação à sequencial, foi no período entre as sílabas. Pode-se ainda verificar que não houve diferença significativa entre os grupos, em nenhuma das situações (com e sem o dispositivo *SpeechEasy*®) (Tabela 2).

Na análise intergrupos, na tarefa de emissão da frase alvo “Barco na água”, observa-se que houve diferença significativa entre os grupos apenas na duração do VOT, na situação Dispositivo ($p=0,021$) (Tabela 3).

Dados intragrupos

Os resultados das análises descritiva e inferencial intragrupos, comparando-se as duas condições (Sem Dispositivo

Tabela 1. Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia alternada

	Condição	Grupo	Média (DP)	Valor de p
Duração das sílabas (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,187 (0,079)	0,002*
		G2 (n=10)	0,108 (0,239)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,198 (0,093)	
		G2 (n=10)	0,108 (0,247)	
Pico de intensidade (dB)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	77,283 (5,133)	0,940
		G2 (n=10)	77,065 (6,079)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	78,427 (4,696)	
		G2 (n=10)	77,438 (6,664)	
Período entre as sílabas (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,0269 (0,107)	0,016*
		G2 (n=10)	0,188 (0,125)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,0287 (0,130)	
		G2 (n=10)	0,190 (0,132)	
Taxa (sil/s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	5,110 (1,607)	0,013*
		G2 (n=10)	6,090 (1,603)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	5,156 (1,891)	
		G2 (n=10)	5,897 (1,540)	

* Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste de Wilcoxon para amostras pareadas

Legenda: G1 = grupo pesquisa; G2 = grupo controle; n = número de sujeitos; DP = desvio padrão

Tabela 2. Análise intergrupos na tarefa de diadococinesia sequencial

	Condição	Grupo	Média (DP)	Valor de p
Duração das sílabas (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,132 (0,056)	0,003*
		G2 (n=10)	0,085 (0,039)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,137 (0,063)	
		G2 (n=10)	0,087 (0,031)	
Pico de intensidade (dB)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	74,380 (5,228)	0,650
		G2 (n=10)	75,851 (7,001)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	76,324 (5,495)	
		G2 (n=10)	77,842 (5,120)	
Período entre as sílabas (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,202 (0,084)	0,070
		G2 (n=10)	0,176 (0,135)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,200 (0,090)	
		G2 (n=10)	0,163 (0,136)	
Taxa (sil/s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	5,110 (1,607)	0,034*
		G2 (n=10)	6,216 (1,544)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	5,156 (1,891)	
		G2 (n=10)	6,183 (1,613)	

* Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste de Wilcoxon para amostras pareadas

Legenda: G1 = grupo pesquisa; G2 = grupo controle; n = número de sujeitos; DP = desvio padrão

Tabela 3. Análise intergrupos na tarefa de repetição da frase “barco na água”

	Condição	Grupo	Média (DP)	Valor de p
Tempo de reação (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,925 (0,915)	0,082
		G2 (n=10)	0,441 (0,251)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,753 (0,405)	
		G2 (n=10)	0,480 (0,210)	
Duração total (s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,984 (0,230)	0,199
		G2 (n=10)	0,863 (0,155)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,982 (0,232)	
		G2 (n=10)	0,886 (0,169)	
Duração do VOT(s)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	0,105 (0,053)	0,140
		G2 (n=10)	0,074 (0,019)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	0,110 (0,054)	
		G2 (n=10)	0,065 (0,019)	
Média de F0 (Hz)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	126,836 (35,435)	0,650
		G2 (n=10)	127,493 (26,846)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	127,584 (33,451)	
		G2 (n=10)	125,372 (28,343)	
Média de intensidade (dB)	Sem dispositivo	G1 (n=10)	74,875 (4,177)	0,082
		G2 (n=10)	71,284 (4,417)	
	Dispositivo	G1 (n=10)	74,039 (5,831)	
		G2 (n=10)	72,618 (4,316)	

*Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste de Wilcoxon para amostras pareadas

Legenda: G1 = grupo pesquisa; G2 = grupo controle; n = número de sujeitos; DP = desvio padrão

e Dispositivo) em cada um dos grupos pesquisados, são apresentados a seguir.

Como resultado nas análises do G1 (Grupo Pesquisa),

quanto à porcentagem de sílabas gaguejadas, houve redução de mais de 45% na média da frequência de rupturas gagas na situação Dispositivo, em relação à situação Sem Dispositivo,

uma diferença significativa ($p=0,014$). Com relação à velocidade de fala, houve aumento significativo ($p=0,005$) do valor de sílabas por minuto, na situação Dispositivo. Quanto às tarefas de diadococinesia alternada e de diadococinesia sequencial, apenas o valor do pico de intensidade teve aumento significativo, na situação Dispositivo ($p=0,037$ para a alternada e $p=0,013$ para a sequencial). Com relação à tarefa de repetição da frase “Barco na água”, nenhuma das variáveis analisadas apresentou alteração significativa entre as duas condições.

No G2 (Grupo Controle), a análise indicou aumento significativo na frequência de rupturas gagas, na situação Dispositivo ($p=0,046$). Não houve alteração significativa da velocidade de fala na comparação entre condições. Em relação às tarefas de diadococinesia alternada, nenhuma das variáveis estudadas apresentou diferença significativa entre as duas condições estudadas. Na tarefa de diadococinesia sequencial, apenas o valor do pico de intensidade teve aumento significativo, na situação Dispositivo ($p=0,019$). Quanto à tarefa de repetição da frase “Barco na água”, nenhuma das variáveis analisadas acusticamente teve alteração significativa entre as duas condições.

DISCUSSÃO

Comparação entre grupos

Alguns dos resultados previamente apresentados levam a constatações interessantes. Serão discutidos, primeiramente, os resultados intergrupos, ou seja, a comparação entre o G1 - indivíduos com gagueira e o G2 - indivíduos fluentes.

Neste estudo, a única diferença entre grupos que se mostrou consistentemente significativa nas tarefas de diadococinesia diz respeito à duração das sílabas. Esse resultado não era esperado, mas parece indicar que indivíduos com gagueira apresentam um *déficit* na prontidão motora, de forma que não atingem a mesma velocidade que os fluentes ao cessar a ativação de um determinado impulso motor e substituí-lo pelo seu oposto, o que já havia sido citado em estudo anterior⁽²⁵⁾.

Para este estudo, entretanto, a duração maior das sílabas não resultou em diferenças na taxa de diadococinesia (em sílabas por segundo), entre os grupos. Na realidade, houve pouca diferença de *performance* nas provas de diadococinesia, entre os dois grupos. Como já foi explanado na introdução, indivíduos com gagueira possuem um *déficit* na sequencialização neuro-motora, o que prejudica as estratégias de controle motor da fala e gera as rupturas de fala encontradas. Estas dificuldades são evidentes nas tarefas de fala espontânea, que envolvem uma intrincada coordenação de múltiplos sistemas, tanto motores quanto cognitivo-linguísticos. A tarefa de diadococinesia, por se tratar de tarefa motora automática, utiliza formas muito menos complexas de monitoramento. Portanto, o *déficit* no controle motor da fala afeta pouco essas tarefas e permite um desempenho semelhante ao dos indivíduos fluentes⁽³⁾.

Da mesma forma, na tarefa de emissão da frase alvo “Barco

na água”, não houve diferença significativa entre os grupos, em nenhum dos aspectos estudados. Este dado suporta a hipótese supracitada de que a complexidade linguística é um fator que contribui para as dificuldades no controle motor da fala. Portanto, a repetição fluente de uma frase simples dos indivíduos com gagueira não difere da dos indivíduos sem a patologia⁽²⁵⁾.

Efeitos do *SpeechEasy*® na fala dos participantes

Serão agora discutidos os resultados intragrupos, ou seja, os resultados encontrados entre cada uma das condições de teste (Dispositivo e Sem Dispositivo), dentro de cada grupo.

Neste estudo, em conformidade com a literatura⁽¹²⁻¹⁶⁾, o uso do dispositivo de AFA resultou em melhora da gagueira, durante a fala espontânea, o que se pode notar pela redução significativa na porcentagem de sílabas gaguejadas na situação Dispositivo, em relação à situação Sem Dispositivo, para o G1.

O G2 também apresentou resultados na tarefa de fala espontânea já previstos na literatura⁽²⁶⁾. Foi observado por outros pesquisadores que a utilização de dispositivos de AFA também leva falantes fluentes a adotarem estratégias de controle motor baseadas, principalmente, no *feedback* auditivo, da mesma forma que falantes com gagueira, o que resulta, porém, em interferência em um sistema de monitoramento de fala já eficaz. Deste modo, o efeito é o inverso do encontrado em indivíduos com gagueira, ou seja, há aumento na frequência de rupturas gagas.

Ainda com relação à fala espontânea, o aumento significativo do valor de sílabas por minuto, na situação Dispositivo no G1, discorda de estudos que atribuem a melhora da gagueira, com a utilização de AFA, à redução da velocidade de fala⁽²⁷⁾. No atual estudo, ficou claro que o uso do dispositivo não levou à diminuição da velocidade de fala. Entretanto, o fato de ter havido aumento neste valor, provavelmente deu-se porque o tempo gasto em episódios de disfluência não é retirado para o cálculo da velocidade de fala. Portanto, com a redução significativa da frequência de rupturas, acontece, conseqüentemente, o aumento da velocidade de fala. Estes resultados sugerem que o *SpeechEasy*® não teve efeito sobre a velocidade de fala.

Com relação às outras tarefas analisadas (tarefa de diadococinesia alternada, sequencial e emissão da frase alvo), este estudo encontrou grande variabilidade individual no desempenho, tanto para o G1 quanto para o G2. Os resultados intragrupos, tanto em G1 quanto em G2, mostram que não houve diferença significativa entre as duas condições estudadas, em praticamente nenhuma das variáveis analisadas.

A ausência de diferenças na análise acústica sugere que mudanças globais nas características supralinguísticas da fala (como alteração na frequência fundamental, por exemplo), que já foram apontadas como facilitadoras da fluência⁽²⁸⁾, não são fatores importantes por trás do efeito de promoção da fluência do *SpeechEasy*®⁽²⁹⁾. Este resultado implica que a melhora na fluência observada com o uso do dispositivo de AFA parece

não interferir na naturalidade de fala, conforme observado em outros estudos^(17,18,21,29).

O aumento significativo no pico de intensidade em ambas as tarefas de diadococinesia analisadas, provavelmente ocorreu porque o *SpeechEasy*® fornece ganhos de até 25 dB, o que pode interferir na intensidade da voz do falante. Trata-se de uma resposta vocal involuntária (aumento na amplitude vocal), na presença de ruído de fundo. O ganho fornecido pelo aparelho não chega a incomodar o usuário, apesar de já ter sido sugerida na literatura a necessidade de exames audiológicos regulares em usuários do dispositivo⁽³⁰⁾.

Concluindo, em relação à comparação entre grupos, dentre as tarefas analisadas neste estudo, somente na de fala espontânea houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo com gagueira e o grupo sem gagueira. No restante das tarefas, houve pouca diferença no desempenho entre os dois grupos.

Com relação à comparação do desempenho entre as duas condições de teste dentro de cada um dos grupos, novamente foram observadas diferenças significativas somente na tarefa de fala espontânea. Nesta tarefa, o uso do dispositivo de AFA resultou em melhora da gagueira, medida pela porcentagem de sílabas gaguejadas, para o grupo com gagueira. Para o grupo de fluentes, houve aumento na frequência de rupturas gags com o uso do dispositivo.

CONCLUSÃO

A ausência de diferenças nos aspectos estudados por meio de análise acústica sugere que o dispositivo não produziu o efeito de mudanças globais nas características da fala. Portanto, neste estudo, o uso do dispositivo *SpeechEasy*® reduziu o número de eventos de gagueira e parece não interferir na naturalidade de fala, segundo as variáveis analisadas.

É importante ressaltar que os resultados apresentados se baseiam apenas no efeito imediato do dispositivo, em situação pontual, e que os participantes não tinham tido contato ou treinamento anterior com o aparelho. Isso reforça a necessidade da realização de novos estudos controlados, que avaliem o impacto do uso dos dispositivos de AFA na fala de indivíduos com gagueira, em longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- Oliveira BV, Domingues CEF, Juste FS, Andrade CRF, Moretti-Ferreira D. Gagueira desenvolvimental persistente familiar: perspectivas genéticas. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;17(4):489-94. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342012000400021>
- Andrade CRF. Abordagem neurolinguística e motora da gagueira. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO, organizadores. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p.1001-26.
- Max L, Guenther FH, Gracco VL, Ghosh SS, Wallace ME. Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-biased motor control as sources of dysfluency: a theoretical model of stuttering. *Contemp Issues Commun Sci Disord*. 2004;31:105-22.
- Padovani M, Gielow I, Behlau M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arq Neuropsiquiatr*. 2009;67(1):58-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2009000100015>
- Walsh B, Smith A. Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45(6):1119-33. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2002\)090](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2002)090)
- Juste FS, Rondon S, Sassi FC, Ritto AP, Colalto CA, Andrade CRF. Acoustic analyses of diadochokinesis in fluent and stuttering children. *Clinics*. 2012;67(5):409-14. [http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2012\(05\)01](http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2012(05)01)
- Sasisekaran J. Nonword repetition and nonword reading abilities in adults who do and do not stutter. *J Fluency Disord*. 2013;38(3):275-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2013.06.001>
- Smith A, Kleinow J. Kinematic correlates of speaking rate changes in stuttering and normally fluent adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2000;43(2):521-36. <http://dx.doi.org/10.1044/jslhr.4302.521>
- Braun AR, Varga M, Stager S, Schulz G, Selbie S, Maisog JM et al. Altered patterns of cerebral activity during speech and language production in developmental stuttering: an H₂(15)O positron emission tomography study. *Brain*. 1997;120(5):761-84.
- De Nil LF, Kroll RM, Kapur S, Houle S. A positron emission tomography study of silent and oral single word reading in stuttering and nonstuttering adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2000;43(4):1038-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2003.07.002>
- Kalinowski J, Saltuklaroglu T. Choral speech: the amelioration of stuttering via imitation and the mirror neuronal system. *Neurosci Biobehav Rev*. 2003;27(4):339-47. [http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634\(03\)00063-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634(03)00063-0)
- Andrade CRF, Juste FS. Análise sistemática da efetividade do uso da alteração de feedback auditivo para a redução da gagueira. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;23(2):187-91. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000200018>
- Lincoln M, Packman A, Onslow M. Altered auditory feedback and the treatment of stuttering: a review. *J Fluency Disord*. 2006;31(2):71-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2006.04.001>
- Armson J, Kieft M, Mason J, De Croos D. The effect of *SpeechEasy* on stuttering frequency in laboratory conditions. *J Fluency Disord*. 2006;31(2):137-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2006.04.004>
- Gallop RF, Runyanb CM. Long-term effectiveness of the *SpeechEasy* fluency-enhancement device. *J Fluency Disord*. 2012;37(4):334-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2012.07.001>
- Guntupalli VK, Kalinowski J, Saltuklaroglu T, Nanjundeswaran C. The effects of temporal modification of second speech signals on stuttering inhibition at two speech rates in adults. *Neurosci Lett*. 2005;385(1):7-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2005.05.010>

17. Stuart A, Kalinowski J. The perception of speech naturalness of pos-therapeutic and altered auditory feedback speech of adults with mild and severe stuttering. *Folia Phoniatr Logop.* 2004;56(6):347-57. <http://dx.doi.org/10.1159/000081082>
18. Armson J, Kieft M. The effect of *SpeechEasy* on stuttering frequency, speech rate, and speech naturalness. *J Fluency Disord.* 2008;33(2):120-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfludis.2008.04.002>
19. Schiavetti N, Metz DE. Stuttering and the measurement of speech naturalness. In: Curlee RF, Siegel GM, editors. *Nature and treatment of stuttering: new directions.* Boston: Allyn & Bacon; 1997. p. 398-412.
20. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. Avaliação de voz. In: Behlau M, organizador. *Voz: o livro do especialista.* São Paulo: Revinter; 2005. p. 85-180.
21. Sassi FC, Andrade CRF. Acoustic analyses of speech naturalness: a comparison between two therapeutic approaches. *Pró Fono.* 2004;16(1):31-8.
22. Prins D, Hubbard CP. Acoustical durations of speech segments during stuttering adaptation. *J Speech Hear Res.* 1990;33(3):494-504.
23. Andrade CRF. Perfil da fluência de fala: parâmetro comparativo diferenciado por idade para crianças, adolescentes, adultos e idosos (CD-ROM). Barueri: Pró-Fono; 2006.
24. Riley GD. *A stuttering severity instrument for children and adults.* Austin: Pro-Ed. 1994.
25. Andrade CRF, Sassi FC, Juste FS, Meira MIM. Atividades de fala e não-fala em gagueira: estudo preliminar. *Pró Fono.* 2008;20(1):67-70. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872008000100012>
26. Chon H, Kraft SJ, Zhang J, Loucks T, Ambrose NG. Individual variability in delayed auditory feedback effects on speech fluency and rate in normally fluent adults. *J Speech Lang Hear Res.* 2013;56(2):489-504. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2012\)11-0303](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2012)11-0303)
27. Howell P, Sackin S. Speech rate modification and its effects on fluency reversal in fluent speakers and people who stutter. *J Dev Phys Disabil.* 2000;12(4):291-315. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009428029167>
28. Ramig P, Adams MR. Vocal changes in stutterers and nonstutterers during high- and low-pitched speech. *J Fluency Disord.* 1981;6(1):15-33. [http://dx.doi.org/10.1016/0094-730X\(81\)90028-0](http://dx.doi.org/10.1016/0094-730X(81)90028-0)
29. Natke U, Grosser J, Kalveram KT. Fluency, fundamental frequency, and speech rate under frequency-shifted auditory feedback in stuttering and nonstuttering persons. *J Fluency Disord.* 2001;26(3):227-41. [http://dx.doi.org/10.1016/S0094-730X\(01\)00099-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0094-730X(01)00099-7)
30. Stuart A, Butler AK, Jones SM, Jones TA. Real-ear output measures of ear level fluency devices. *Int J Audiol.* 2013;5(6)2:413-18 <http://dx.doi.org/10.3109/14992027.2013.770567>