

Parâmetros acústicos das líquidas do Português Brasileiro no transtorno fonológico***

Acoustical parameters of Brazilian Portuguese liquids in phonological disorder

Luciana de Oliveira Pagan-Neves*
Haydée Fiszbein Wertzner**

*Fonoaudióloga. Doutora em Semiótica e Linguística Geral pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP). Fonoaudióloga do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da (FMUSP). Endereço para correspondência: R. Cipotânea, 51 - São Paulo - SP CEP 05360-160 (lucianapagan@usp.br).

** Fonoaudióloga. Professora Associada Livre Docente do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP.

***Trabalho Realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP.

Abstract

Background: phonological disorder is one of the most frequent speech and language deficit observed in children and therefore studies using objective evaluation measurements should be developed and implemented during the diagnostic process. Aim: to describe the acoustic characteristics of /l/ and /r/ liquid sounds. Method: speech production samples of 20 children with and without phonological disorder were gathered and acoustically analyzed. Six words were selected for repetition: /se'bola/, /'lama/, /'mi.lu/, /ʒaka' rɛ/, /ʒi'rafa/, /pa'ʒasu/. The analyzed acoustic parameters were F1, F2 and F3, duration and steady-state portion from the target sound and slope analysis. Results: for words containing /l/, the duration parameter was the great differentiator between the two groups; values of the control group were higher than those found for the group with phonological disorder. Considering words containing /r/ that were correctly produced by the control group and that were always substituted by /l/ in the disordered group, parameters involving duration presented higher values in the disordered group. Slope analysis demonstrated higher values for the control group. Conclusion: articulation accuracy of children in the control group was, overall, higher even when considering correctly produced words by the group with phonological disorder containing /l/. The analysis of other acoustic parameters, as well as the application of these parameters to other sounds of the Portuguese language, can help clinicians to make a precise evaluation and, consequently, to improve their therapeutic work.

Key Words: Speech; Speech Acoustics; Phonetics; Speech Production Measurement.

Resumo

Tema: o transtorno fonológico é uma das alterações de fala e linguagem mais ocorrentes na população infantil e, por isso, pesquisas utilizando medidas de avaliação objetivas devem ser desenvolvidas e aplicadas durante o processo diagnóstico. Objetivo: descrever características acústicas dos sons líquidos /l/ e /r/. Método: foram coletadas e analisadas acusticamente a produção de 20 crianças com e sem transtorno fonológico. Os seis vocábulos selecionados para repetição foram /se'bola/, /'lama/, /'mi.lu/, /ʒaka' rɛ/, /ʒi'rafa/, /pa'ʒasu/. Os parâmetros acústicos analisados foram F1, F2 e F3, duração e o *steady-state* (porção estável) do som-alvo e a análise do *slope*. Resultados: para os vocábulos com /l/, o parâmetro duração foi o grande diferenciador entre os dois grupos sendo os valores do grupo controle maiores que do grupo com transtorno. Para os vocábulos com /r/ produzidos adequadamente pelos sujeitos do controle e de maneira substituída por /l/ pelo grupo transtorno, os parâmetros envolvendo a pista acústica de duração apresentaram valores do grupo transtorno maiores que do controle. Já nos parâmetros de velocidade de transição da líquida para a vogal subsequente (medida por meio do *slope*) os valores foram maiores para o controle. Conclusão: a precisão articulatória do grupo controle é superior, de modo geral, à produção do grupo transtorno mesmo para o som /l/ produzido de forma correta e aceitável para as crianças com transtorno. A análise de outros parâmetros acústicos, bem como a aplicação destes parâmetros para outros sons do Português podem auxiliar de maneira decisiva a avaliação e, conseqüentemente, o trabalho terapêutico.

Palavras-Chave: Fala; Acústica da Fala; Fonética; Medida da Produção da Fala.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 27.01.2010.

Revisado em 16.10.2010; 22.11.2010.

Aceito para Publicação em 30.11.2010.

Referenciar este material como:



Pagan-Neves LO, Wertzner HF. Parâmetros acústicos das líquidas do Português Brasileiro no transtorno fonológico. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2010 out-dez;22(4):491-6.

Introdução

Estudos norte-americanos e brasileiros indicam o transtorno fonológico é a desabilidade comunicativa mais frequente em crianças de idade pré-escolar¹⁻².

Os sons líquidos são os últimos a serem adquiridos tanto no desenvolvimento padrão, como no tratamento de crianças com transtorno fonológico. Diversos estudos do Português Brasileiro indicam que a aquisição das líquidas é tardia no desenvolvimento típico³⁻⁴.

Seguindo os avanços tecnológicos, muitos investigadores têm utilizado a análise acústica como um complemento descritivo no diagnóstico de crianças com transtorno fonológico. A presença de distinções fonéticas e acústicas é uma evidência de que o conhecimento que as crianças possuem sobre o sistema de sons é mais sofisticado do que se poderia imaginar baseando-se somente na análise fonológica descritiva.

Embora ainda não seja comum ao fonoaudiólogo utilizar-se da análise acústica no processo de avaliação para o diagnóstico do transtorno fonológico, sua utilização é bastante importante, pois seus resultados auxiliam na certificação da validade e na especificidade dos dados coletados⁵⁻⁷.

Durante o processo de análise acústica da fala muitas medidas podem ser extraídas a partir do espectrograma obtido. A escolha das mais apropriadas para cada som deve ser realizada criteriosamente e varia com os objetivos e o que se espera buscar em cada análise.

Uma medida inovadora que vem sendo utilizada para caracterizar acusticamente a fala é o *slope* que demonstra a taxa de mudança dos formantes em Hertz (Hz) dentro de um determinado período de tempo em milissegundos (ms). Essa medida possibilita verificar a velocidade de mudança de configuração do trato vocal para a produção do som seguinte e vem sendo bastante utilizada em estudos sobre disartria⁸⁻⁹.

Objetivo: Descrever algumas características acústicas dos sons líquidos /l/ e /r/ emitidos por crianças com e sem transtorno fonológico.

Método

Sujeitos

Foram coletadas e analisadas acusticamente a produção de 20 crianças com idade compreendida entre 5:0 e 12:0 anos sendo 10 sem alterações de fala (GC) e 10 com diagnóstico de transtorno fonológico (GP). O GC foi composto por cinco sujeitos do gênero feminino e cinco do masculino e o GP por quatro sujeitos do gênero feminino e seis do masculino.

O critério de inclusão dos sujeitos no GC foi a ausência de queixas de alterações no desenvolvimento fonológico a partir de entrevista respondida por pais e professores, número de no máximo três episódios de otite média até data da coleta e a ausência de alterações nas provas de Fonologia do ABFW Teste de Linguagem Infantil¹⁰.

O critério de inclusão dos sujeitos no GP foi o diagnóstico do Transtorno Fonológico em que todos os sujeitos apresentassem somente o processo fonológico de simplificação das líquidas /l/, /r/ e /ʎ/ (podendo este vir acompanhado, ou não, do processo de simplificação do encontro consonantal com /l/; /r/) em três ou mais vocábulos na prova de imitação e na prova de nomeação que compõem a avaliação fonológica. Além disso, essas crianças não poderiam ter realizado qualquer tipo de intervenção fonoaudiológica anteriormente.

Os sujeitos do GP foram provenientes do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia da Universidade onde foram realizados os estudos. As crianças do GC foram provenientes de uma escola particular da região do bairro do Butantã na cidade de São Paulo.

Material: Para padronizar a apresentação dos vocábulos com as consoantes líquidas laterais e a vibrante /r/, estas foram previamente gravadas pela própria pesquisadora num Compact Disc (CD). Utilizou-se também um aparelho de som portátil para que o CD pudesse ser reproduzido durante a coleta de dados.

Os dados obtidos por meio da repetição dos vocábulos foram coletados e armazenados diretamente no CSL (*Computerized Speech Laboratory* fabricado pela *Kay Elemetrics* - modelo 4300B) através do microfone unidirecional da marca *Shure*, modelo SM-58. Em seguida, as amostras de fala foram analisadas espectrograficamente no próprio CSL.

Procedimento

Para registro dos dados foi elaborado um Protocolo de Registro para a Análise Acústica das Consoantes Líquidas Laterais e Vibrantes¹¹ que conta com nove sílabas e seis vocábulos com as três líquidas /l/, /r/ e /ʎ/.

Os seis vocábulos selecionados para a avaliação, /se'bola/, /'lama/, /'miʎu/, /zaka'rɛ/, /zi'rafa/, /pa'ʎasu/, foram retirados da prova de Fonologia do ABFW Teste de Linguagem Infantil¹⁰. Todos os vocábulos foram repetidos três vezes cada um totalizando 18 repetições.

Critérios de análise dos parâmetros acústicos

A análise espectrográfica foi realizada para cada uma das 18 emissões dos 20 sujeitos do GC e do GP,

totalizando 360 espectrogramas. Cada uma das emissões foi analisada inicialmente a partir da forma de onda e em seguida, da espectrografia. Os parâmetros acústicos analisados foram frequências formantes F1, F2 e F3, duração do som-alvo e duração da sílaba (medidos em ms), *steady-state*-porção estável do som-alvo (medido em ms) que retrata a medida da porção estável e, por fim, a análise do *slope* que busca demonstrar a taxa de mudança dos formantes (Hz) dentro de um determinado período de tempo (ms). Destaca-se que as duas últimas medidas foram aplicadas individualmente para cada um dos três formantes.

A análise estatística foi realizada por meio do teste ANOVA com nível de significância de 0,05 (5%).

Resultados

Inicialmente é importante destacar que todas as repetições dos vocábulos contendo a líquida /r/ realizadas pelos sujeitos do GP foram produzidas como /l/, ou seja, os vocábulos-alvo /zaka'rɛ/ e /zi'rafa/ foram produzidos por estes sujeitos como /aka'lɛ/ e /zi'lafa/. As produções contendo os sons-alvo /l/ e /ʁ/ foram produzidas adequadamente por este grupo. Os sujeitos do GC produziram todos os vocábulos de maneira adequada.

Na Tabela 1 são observados os valores de p (ANOVA) na comparação entre GC e GP para cada som analisado de acordo com os parâmetros acústicos estudados.

Nas palavras com o som-alvo /l/ foram observados resultados estatisticamente significantes e maiores para o GC do que para o GP nos parâmetros duração do som-alvo e duração da porção estável no F2.

Nos vocábulos com a líquida /r/ apenas os parâmetros de F2 e o *slope* do F1 e F3 apresentaram valores estatisticamente maiores para o GC do que para o GP. Todos os outros parâmetros que apresentaram significância estatística apresentaram valores do GP foram maiores que os apresentados pelo GC.

Considerando-se as palavras com /ʁ/ foi observada significância estatística nos parâmetros duração do som-alvo, duração da porção estável no F2 e F3, e duração da transição no F3 apresentaram valores de GP maiores que os de GC.

Na Tabela 2 são observados os valores de p (ANOVA) realizados para a comparação entre o som /r/ produzido adequadamente pelos sujeitos do GC e de maneira substituída por /l/ pelo GP.

Nesta análise, foram observados resultados estatisticamente significantes para o F1 do som-alvo, duração da sílaba e da transição para F1, F2 e F3 com valores maiores do GP do que do GC. Para os parâmetros duração do som-alvo, duração da porção estável em F1, F2 e F3 e *slope* para F1, F2 e F3 observou-se valores do GC maiores que os do GP.

Discussão

De forma geral, a literatura apresenta poucos estudos sobre a análise acústica de consoantes em crianças, especialmente sobre as líquidas⁶.

Analisando-se os vocábulos com a líquida /l/ pode-se verificar que o parâmetro duração foi um grande diferenciador entre os dois grupos. Apesar das diferenças estatisticamente significantes indicarem que o GC produz esta líquida com maior duração do que o GP, o fato deste ter sido o único

TABELA 1. Valores da ANOVA na comparação inter-grupos para as líquidas estudadas.

Parâmetros Analisados	/l/	/r/	/ʁ/
F1	0,518	<0,001*	0,277
F2	0,205	<0,001*	0,475
F3	0,073	0,567	0,083
duração do som-alvo	0,033*	<0,001*	0,002*
duração da sílaba	0,524	<0,001*	0,380
<i>steady-state</i> -F1	0,059	<0,001*	0,051
<i>steady-state</i> -F2	0,036*	<0,001*	0,026*
<i>steady-state</i> -F3	0,271	<0,001*	0,014*
duração da transição F1	0,534	<0,001*	0,452
duração da transição F2	0,353	<0,001*	0,261
duração da transição F3	0,085	<0,001*	0,014*
<i>slope</i> -F1	0,067	<0,001*	0,385
<i>slope</i> -F2	0,085	0,149	0,889
<i>slope</i> -F3	0,266	0,030*	0,848

* valores estatisticamente significantes.

TABELA 2: Valores da ANOVA na comparação inter-grupos para a líquidas /r/.

Parâmetros analisados	GC X GP
F1	0,002*
F2	0,241
F3	0,853
Duração do som-alvo	<0,001*
Duração da sílaba	0,048*
<i>Steady-state</i> -F1	<0,001*
<i>Steady-state</i> -F2	<0,001*
<i>Steady-state</i> -F3	<0,001*
Duração da transição F1	<0,001*
Duração da transição F2	<0,001*
Duração da transição F3	<0,001*
<i>Slope</i> -F1	<0,001*
<i>Slope</i> -F2	0,003*
<i>Slope</i> -F3	0,042*

parâmetro em que tais diferenças foram observadas demonstra que a duração é uma pista acústica muito importante para a produção do /l/. Talvez o fato do GP produzir o som /l/ de uma forma mais lenta que o GC seja um indicativo de uma dificuldade motora, mesmo que essa dificuldade não seja perceptivamente audível.

Conforme as crianças melhoram suas habilidades linguísticas e motoras, os padrões temporais da fala vão se aproximando do padrão adulto⁶. Outros trabalhos¹² destacam ainda que as estratégias de controle motor podem ser modificadas durante o desenvolvimento de fala de acordo com a tarefa solicitada. Estes dados reforçam uma possível dificuldade motora das crianças do GP que pode ser observada por meio da análise de alguns parâmetros acústicos.

Considerando-se os vocábulos com /r/, produzidos adequadamente pelos sujeitos do GC e de maneira substituída por /l/ pelo GP, os resultados indicaram que a produção do /r/ é mais curta em termos de duração e mais rápida considerando-se a velocidade da movimentação articulatória do que o /r/ produzido como /l/ pelo GP. Tal resultado confirma a expectativa de que as características acústicas do /r/ produzido de maneira correta realmente difere das observadas no mesmo som-alvo produzido de maneira substituída por /l/.

Um estudo¹³ realizado com crianças com atraso de fala de origem desconhecida concluiu que elas podem iniciar a fala com uma velocidade articulatória mais lenta, mas, normalmente, chegam à uma velocidade semelhante a de seus pares com desenvolvimento típico. Apesar da idade entre os dois grupos deste estudo ter sido bastante semelhante, os resultados apresentados indicam que as crianças do GP ainda não foram capazes de atingir a mesma velocidade articulatória de seus pares e, por isso, produzem os sons com uma duração maior do que o GC.

Outro estudo realizado com medidas de velocidade de fala em crianças brasileiras também indicou que aquelas com transtorno fonológico apresentam velocidade de fala diminuída quando comparadas às crianças sem tal alteração¹⁴.

Este dado reforça que quanto maior a duração empregada na produção da líquida em questão, menor será a velocidade articulatória na transição dela para o som seguinte (*slope*) e, ao contrário, quanto menor a duração, maior será a velocidade articulatória desta mudança. Assim pode-se dizer que o /r/ produzido com duração mais curta também requer uma velocidade mais rápida de movimentação de língua para que possa ser percebido como tal.

Isto demonstra que a velocidade mais lenta de produção implica necessariamente numa duração aumentada do som. Embora o GP utilize o parâmetro duração para diferenciar os sons que produz entre si, sua fala é mais lenta do que a do GC o que também pode interferir na percepção do ouvinte.

Devido ao fato do /r/ ser uma líquida de curta duração, a velocidade articulatória empregada na transição desta líquida para o som seguinte (*slope*) também é uma pista acústica importante para que ela seja produzida de forma adequada. Isto indica que mesmo que um determinado som, no caso a líquida /r/, seja produzido de um modo mais curto em termos de duração, se ele for produzido com uma velocidade articulatória mais lenta pode ser que este som não seja identificado como o alvo, ou seja, provavelmente ele será percebido pelo ouvinte como distorcido.

Outro estudo¹⁵ relata que a ponta da língua tende a se movimentar mais rapidamente do que a parte posterior da língua e que a velocidade articulatória está diretamente relacionada à magnitude do movimento articulatório. Estes resultados também corroboram com outro estudo brasileiro⁴ que indicou que a produção do /r/ realizada de maneira distorcida ou substituída devido a uma dificuldade do controle motor faz com que as crianças desenvolvam diferentes estratégias de aproximação do som-alvo para que possam ser compreendidas.

Na análise dos vocábulos com /l/ observou-se que o GP utilizou-se primordialmente da pista acústica de duração para diferenciar sua produção das outras líquidas enquanto o GC utilizou-se principalmente das frequências formantes de F1 e F2 para realizar esta diferenciação.

A comparação das produções da líquida /l/ realizadas pelo GC com a líquida /r/ produzida pelos sujeitos do GP como /l/ foi realizada para verificar se as produções do GP possuíam as mesmas características acústicas presentes na líquida /l/ quando produzida corretamente pelo GC uma vez que todas as produções do /r/ realizadas pelas crianças com transtorno fonológico foram perceptivamente identificadas como /l/.

Os resultados indicaram que o parâmetro duração foi um grande diferenciador mostrando que as sílabas contendo a líquida /l/ produzidas pelo GP tendem a ser mais curtas do que as produzidas pelo GC. Isto indica que, apesar de a líquida /r/ ser identificada auditivamente como /l/, as crianças desse grupo a diferenciam de alguma forma, principalmente pela pista acústica de duração, da líquida /l/ produzida pelos sujeitos do GC.

FIGURAS 1A e 1B. Comparação acústico-visual entre a produção da líquida /l/ por um sujeito do GC na sílaba /la/ extraída do vocábulo/se'bola/ e da mesma líquida produzida em substituição ao /R/ no vocábulo /Zi'Rafa/ por um sujeito do GP.

FIGURA 1A. Sujeito normal produzindo a sílaba /la/.

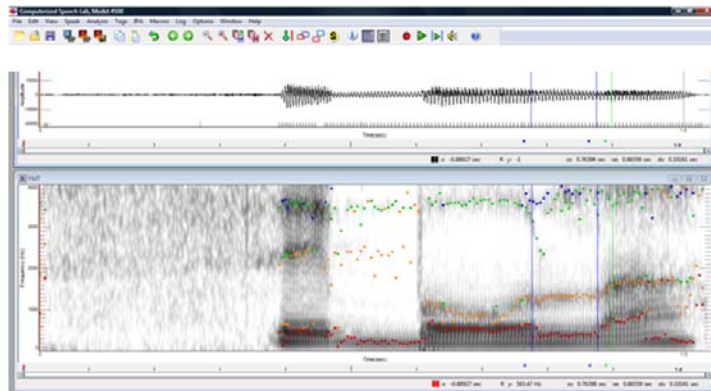
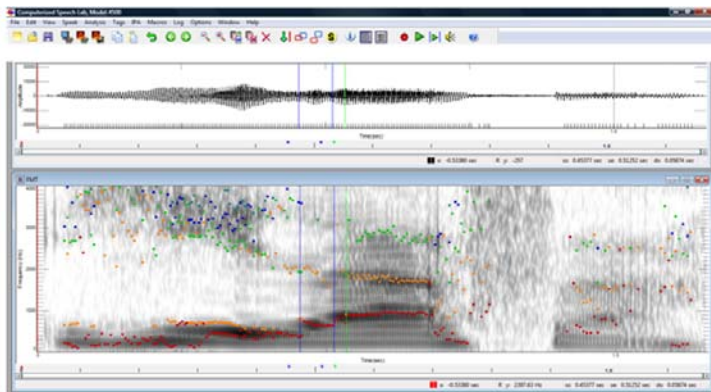


FIGURA 1B. Sujeito com TF produzindo /la/ em substituição ao /Ra/.



Nas Figuras 1A e 1B, é possível observar a diferença na duração e na transição da produção da líquida /l/ produzida por um sujeito do GC e da líquida /r/ produzida como /l/ por um sujeito do GP.

Os valores do *steady-state* estatisticamente significantes para as líquidas dos dois grupos estudados demonstram que todos os sujeitos produziram os sons estudados apoiando-se na porção estável da líquida. Isto indica que, provavelmente, a diferenciação acústica empregada na produção destes sons está presente após a porção estável da líquida, ou seja, na transição da líquida em questão para o som seguinte. Mais uma vez, é possível observar que a velocidade empregada na mudança da porção estável da líquida para o som seguinte (*slope*), além da duração, são aspectos fundamentais para a diferenciação acústica dos sons líquidos do PB.

Conclusão

A precisão articulatória do GC mostrou-se superior, de modo geral para todas as líquidas, à produção do GP mesmo para o som /l/ produzido de forma correta e aceitável para as crianças com TF. Desta forma, pode-se concluir que, apesar de auditivamente identificarmos a substituição de /r/ por /l/, acusticamente suas características são diferentes demonstrando que as crianças do GP tendem a produzir uma diferenciação acústica durante a produção do /l/ de forma correta e do /r/ substituído por /l/.

Referências Bibliográficas

1. Gierut JA. Treatment efficacy: functional phonological disorders in children. *J Speech Lang Hear Res.* 1998;41:S85-S100.
2. Andrade CRF, Lopes DMB; Wertzner HF. Uma reflexão sobre a fonoaudiologia preventiva. *Ciência e Cultura.* 1991;43(7):152-3.
3. Teixeira ER, Davis BL. Early Sound Patterns in the Speech of Two Brazilian Portuguese Speakers. *Lang and Speech.* 2002;45(2):179-204.
4. Wertzner HF, Pagan LO, Galea, DES, Papp ACCS. Características fonológicas de crianças com transtorno fonológico com e sem histórico de otite média. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(1):41-7.
5. Kent RD, Read C. *The acoustic analysis of speech.* San Diego, California: Singular Publishing Group Inc; 1992.
6. Kent RD, Pagan-Neves LO, Hustad KC, Wertzner HF. Children's speech sound disorders: an acoustic perspective. In: Paul R, Flipsen P. *Speech sound disorders in children: in honor of Lawrence D. Shriberg.* San Diego, California: Plural Publishing; 2010. p. 93-114.
7. Gurgueira AL. *Estudo acústico dos fonemas surdos e sonoros do português do Brasil, em crianças com distúrbio fonológico apresentando o processo fonológico de ensurdecimento [Dissertação de Mestrado].* São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Departamento de Linguística da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas; 2000.

8. Shadle CH, Mair SJ. Quantifying spectral characteristics of fricatives. Proceedings of the Fourth International Conference on Spoken Language. 1996;3(3-6): 1521-4.
9. Jongman A, Wayland R, Wong S. Acoustic characteristics of English fricatives. J Acoust Soc of Am. 2000;108(3):1252-63.
10. Wertzner HF. Fonologia. In: Andrade CRF de, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. ABFW Teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática. Carapicuíba: Ed. Pró-Fono; 2000.
11. Pagan LO. Estudo das líquidas laterais e vibrantes em crianças com distúrbio fonológico: análise acústica e articulatória [Dissertação de Mestrado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2003.
12. Grigos MI. Changes in articulator movement variability during phonemic development: a longitudinal study. J Speech Lang Hear Res. 2009;52:164-77.
13. Flipsen PJr. Longitudinal changes in articulation rate and phonetic phrase length in children with speech delay. J Speech Lang Hear Res. 2002;45(1):100-10 .
14. Wertzner HF, Silva, LM da . Velocidade de fala em crianças com e sem transtorno fonológico. Pró-Fono Rev Atual Cient. 2009;21:19-24.
15. Butcher A. Measuring coarticulation and variability in tongue contact patterns. Clin Ling Phon. 1989;3(1):39-47.