Arshive of SID

Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Case Report

Comparison of acoustic features of vowel formants in patient with spastic dysarthria with healthy person: case report

Bijan Shafiei[1], **Behzad Ahmadpour**[2*]

[1]Communication Disorders Research Center, School of Rehabilitation, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.
[2]School of Rehabilitation, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.
*Corresponding author; E-mail: Behzad.Ahmadpour@yahoo.com

Received: 5 September 2016 Accepted: 18 December 2016 First Published online: 22 September 2018
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 October-November; 40(4):92-97

Abstract

Spastic dysarthria is a motor speech disorder. It can cause hypernasaliy in speech, inappropriate prosody in speech, misarticulation and variable speech rate which often make the speech unintelligible. In many studies, acoustic analysis has been recommended to determine the type and quality of dysarthria. Most researchers have been introduced acoustic features formant structure as the most important characteristic of physical and perceptual and first, second and third formants have mentioned as the acoustic properties for evaluation of tongue and lips movement restrictions. In this study, we also examined acoustic features of vowel formants in patient with spastic dysarthria and compared with homogeneous healthy person to determine tongue and lips movement characterizes in patient with spastic dysarthria. Results showed that mean of frequencies F_1, F_2, F_3 in patient with spastic dysarthria in comparison with healthy person are significantly different (p= 0/000). Interpretations of results will be discussed in article.

Keywords: Acoustic, Dysarthria, Spastic, Speech, Vowel, Intelligibility.

How to cite this article: Shafiei B, Ahmadpour B. [Comparison of acoustic features of vowel formants in patient with spastic dysarthria with healthy person: case report]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 October-November;40(4):92-97. Persian.

© 2018 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Arshive of SID

گزارش موردی

مقایسه ویژگیهای اکوستیکی سازه‌های واکه‌ای در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک با فرد سالم: گزارش موردی

بیژن شفیعی[۱]، **بهزاد احمدپور**[۲*]

[۱] مرکز تحقیقات اختلالات ارتباطی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۲] دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[*] نویسنده مسئول؛ ایمیل: Behzad.Ahmadpour@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۵ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۸ انتشار برخط: ۱۳۹۷/۶/۳۱
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. مهر و آبان ۱۳۹۷؛ ۴۰(۴):۹۲-۹۷

چکیده

دیزارتری اسپاستیک یک اختلال حرکتی گفتار است که باعث گفتار پرخیشومی، آهنگ نامناسب گفتار، تولید غیردقیق و سرعت گفتار متغیر و در نتیجه، گفتار ناواضح می‌شود. در بسیاری از مطالعات، ارزیابی آکوستیکی برای تعیین نوع دیزارتری و کیفیت آن توصیه شده است. اغلب پژوهشگران ویژگی آکوستیکی ساختار سازه‌ای را به عنوان مهمترین مختصه فیزیکی و ادراکی معرفی کرده‌اند و از سازه اول و دوم و سوم (F_1, F_2, F_3) به عنوان خصوصیات آکوستیکی برای ارزیابی محدودیت‌های حرکتی زبان و لبها نام برده‌اند. در این پژوهش، ما نیز ویژگیهای اکوستیکی سازه‌های واکه‌ای را در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک بررسی کردیم و آن را با فرد سالم همگن مقایسه کردیم تا مشخصات حرکت زبان و لب‌ها را در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک مشخص کنیم. نتایج نشان داد که میانگین میزان F_1, F_2, F_3 در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک در مقایسه با فرد سالم بطور معنی‌داری متفاوت هستند (**P=** ۰/۰۰۰). تفسیر نتایج در مقاله بحث خواهد شد.

کلید واژه‌ها: آکوستیک، دیزارتری، اسپاستیک، گفتار، واکه، وضوح گفتار

نحوه استناد به این مقاله: شفیعی ب، احمدپور ب. مقایسه ویژگیهای اکوستیکی سازه‌های واکه‌ای در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک با فرد سالم: گزارش موردی. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۴):۹۲-۹۷

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

www.SID.ir

Arshive of SID

مقدمه

دیزارتری اسپاستیک یک اختلال حرکتی گفتار است که با آسیب دوطرفه مسیرهای کورتیکوبولبار ایجاد می‌شود که این مسیرها با هسته اعصاب کرانیالی که در گفتار نقش دارند، در ارتباط هستند (۱). نقایص اجرایی عصبی–عضلانی که با دیزارتری اسپاستیک همراه است روی اجزای گفتاری شامل تنفس، آواسازی، تشدید و تولید اثر می‌گذارد (۲). دیزارتری اسپاستیک باعث گفتار پرخیشومی، آهنگ نامناسب گفتار، تولید نادرست و سرعت گفتار متغیر می‌شود که اغلب باعث کاهش وضوح گفتار می‌شوند (۳).

دیزارتری اسپاستیک یکی از انواع بسیار رایج دیزارتری گفتار است و می‌تواند ناشی از علت‌های مختلف باشد که شامل فلج مغزی و آسیب ضربه مغزی هست (۳).

ارزیابی‌های ادراکی ابزار اولیه طبقه‌بندی و توصیف انواع دیزآرتری هستند، اما در مواقعی که این ارزیابی‌ها توسط متخصصینی انجام شود که آموزش کافی برای درجه‌بندی ادراکی ندیده‌اند، پرسشهایی درباره‌ی روایی و پایایی ارزیابی ادراکی به وجود می‌آید. همچنین این سؤال نیز مطرح است که آیا ارزیابی ادراکی به تنهایی می‌تواند برای توصیف تولید گفتار انواع دیزارتری، مورد استفاده قرار گیرد و مفید واقع شود (۴). اغلب برای تکمیل روشهای ادراکی، ارزیابی‌های ابزاری پیشنهاد می‌شود. در برخی جنبه‌ها، ارزیابی اکوستیکی می‌تواند مکمل درجه بندی ادراکی و به خصوص منبع داده‌های کمّی، برای ارزیابی بالینی و یا پیگیری اثرات مداخله باشد (۴).

ارزیابی اکوستیکی، تجزیه و تحلیلی کمی است که پتانسیل توصیف قضاوتهای ادراکی وضوح، کیفیت و نوع دیزآرتری را دارد. بنابراین ارزیابی اکوستیکی می‌تواند مکمل باارزشی بر ارزیابی ادراکی باشد. با این همه استفاده از ارزیابیهای ادراکی و اکوستیکی فقط در کلینیکهای تخصصی و تحقیقاتی انجام می–شود (۴).

براساس مشاهدات تجربی در زمینه هماهنگی تولید، اثبات شده است که واحدهای حرکتی تشکیل دهنده زنجیره گفتار، هجاها هستند (۵ و۶). همچنین، مشخص شده است که واکه مرکز و محور هجاها را تشکیل می‌دهد. بنابراین، ضرورت تحلیل آوایی واکه‌ها از نظر آواشناسی فیزیکی روشن است. منحنی پاسخ فرکانسی واکه تولید شده مشخص کننده وضعیت اندام‌های گویایی در تولید آن واکه است. بخش‌هایی از هر منحنی پاسخ فرکانس به صورت قله ظاهر می‌شوند. این قله‌ها معرف فرکانس‌های تشدید شده هستند و سازه (Formant) یا مناطق تشدید نامیده می‌شوند (۷ و۸).

به مجموع سازه‌های یک واکه ساختار سازه‌ای (Formant structure) می‌گویند. اهمیت ساختار سازه‌ای به گونه‌ای است که روابط میان سه سازه اول از اجزای اصلی تشخیص شنیداری واکه توسط شنونده معرفی شده‌اند (۵). کیفیت صوتی یک واکه به فرکانس سازه‌های آن وابسته است. اغلب پژوهشگران ساختار سازه‌ای را به عنوان مهمترین مختصه فیزیکی و ادراکی معرفی کرده‌اند و از سازه اول و دوم به عنوان خصوصیات آکوستیکی برای ارزیابی محدودیت‌های حرکتی زبان نام برده‌اند (۶). به طور کلی واکه‌ها بیش از سه سازه دارند؛ اما سه سازه اول نقش اصلی را در تشخیص و تمیز واکه‌ها از همدیگر دارند (۹). پژوهشگران اعلام کرده‌اند که سازه اول (F_1) نمایانگرارتفاع زبان، سازه دوم (F_2) نشاندهنده‌ی وضعیت تنگ شدگی مجرای صوتی در قسمت قدامی یا خلفی زبان و سازه سوم (F_3) با گرد یا گسترده شدن لب-ها در ارتباط است. کاهش ارتفاع زبان در تولید واکه‌های باز، F_1 را افزایش می‌دهد و پیشروی زبان به جلو برای تولید واکه‌های پیشین باعث افزایش F_2 می‌شود و F_3 نیز با گسترده شدن لبها در هنگام تولید واکه‌ها افزایش می‌یابد (۷).

با توجه به بررسی‌های محقق در زمینه بررسی ویژگیهای آکوستیک گفتار افراد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک، در مجلات خارجی مطالعاتی انجام شده است (۲–۴ و ۹–۱۱) اما تاکنون گزارشی در این زمینه در مجلات داخلی ارائه نشده است، البته مطالعه‌ای با بررسی ویژگیهای اکوستیکی افراد دارای پارکینسون با دیزارتری هایپوکینتیک توسط Moradi و همکاران در مجلات داخلی ارائه شده است (۱۲)، لذا مطالعه حاضر با هدف ارائه گزارشی از بررسی ویژگیهای سازه‌های واکه‌ای در زبان فارسی در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک انجام شد.

گزارش مورد

بیمار، مردی ۳۱ ساله با سطح تحصیلات کارشناسی است. براساس گزارش خانواده ۴ سال پیش، دچار سانحه رانندگی شده بود که منجر به کما رفتن او به مدت ۴۰ روز و بستری شدن در بخش ICU گردیده بود و براساس گزارش متخصص مغز و اعصاب، آتروفی مغزی با بدشکلی در هردو نیمکره مغزی مشاهده شده بود. بیمار با توجه به اینکه در ارزیابیهای غیرگفتاری علایم ضعف عضلات صورت و دهان، آبریزش دهان، لرزش فک و حرکات آهسته و محدود لب، زبان و نرمکام را نشان می‌داد و از مشکل دربلع شکایت داشت و در ارزیابیهای گفتاری نیز، تولید غیردقیق و کند، صدای گرفته، کاهش در زیروبمی، کاهش در بلندی و پرخیشومی را نشان می‌داد، تشخیص دیزارتری اسپاستیک را توسط آسیب شناس گفتار و زبان کسب کرده بود. برای مقایسه میزان میانگین سازه‌های اول و دوم و سوم (F_1, F_2, F_3) فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک با یک فرد طبیعی همگن، از یک فرد مذکر، هم سن و بدون داشتن سابقه بیماریها یا التهابات در مجاری تنفسی و گفتاری، ابتلا به اختلال گفتاری، کم شنوایی و دوزبانگی برای شرکت در مطالعه، دعوت به همکاری شد و پس از توضیح

www.SID.ir

Arshive of SID

پژوهش به افراد شرکت کننده، رضایت نامه کتبی اخلاقی به امضای آنها رسانده شد. ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل آزمایشگاه گفتار آکوستیک، میکروفن دهانی (micromic c520)، رایانه مجهز به نرم افزار پرت (Praat) نسخه‌ی ۵.۳۸.۱ و تابلوی واکه‌ها بود و برای جلوگیری از انعکاس صدای آزمودنی‌ها، کاهش سر و صدای محیطی و تنظیم دقیق دستگاههای مورد استفاده، پژوهش در آزمایشگاه آکوستیک دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صورت گرفت. روی تابلوی واکه‌ها شش واکه /i/، /e/، /æ/، /a/، /o/، /u/ به ترتیب نوشته شده و روبروی صندلی آزمودنی نصب شد. برای اجرای آزمون میکروفن در فاصله مناسب ۲۰ سانتیمتری دهان روی سینه آزمودنی نصب می‌شد و از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد ۶ واکه را از روی تابلوی واکه‌ها به ترتیب تولید کنند. هر واکه باید حداقل به مدت ۳ ثانیه تولید می‌شد. برای جلوگیری از تورش ناشی از بازخورد بینایی، آزمودنی‌ها حین اجرای آزمون صفحه مانیتور را مشاهده نمی‌کردند، همچنین برای جلوگیری از تورش ناشی از پدیده هماهنگی در تولید، آزمودنی‌ها باید بین پایان تولید یک واکه و شروع واکه بعدی کاملا مکث می‌کردند. در صورت وجود اشکال در اجرای آزمون مانند تولید کوتاه واکه‌ها، وجود صداهای محیطی و عدم مکث بین تولید دو واکه مراحل اجرای آزمون دوباره برای آزمودنی‌ها شرح داده می‌شد و آزمون تکرار می‌گردید. بعد از اجرای آزمون نمونه‌های صدا در نرم افزار پرت ذخیره می‌شد و میزان سازه‌های اول، دوم و سوم (F_1, F_2, F_3) در محدوده زمانی ۰/۷ ثانیه میانی مورد بررسی قرار گرفت.

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ تحلیل و نتایج بصورت جدول و بر اساس میانگین سازه‌ها در هر دو فرد استخراج شد که در جداول ۱ و ۲ و ۳ نمایش داده شده است. در قسمت تحلیلی نیز برای مقایسه F_1, F_2, F_3 در هر دو فرد از آزمون T مستقل استفاده شد.

جدول ۱: مقایسه میانگین (F_1 (Hz در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک و فرد سالم

	فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک		فرد سالم		
واکه‌ها	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	معنی‌داری
/i/	۵۸۵	۳/۴۴	۲۸۲	۲/۱۳	۰/۰۰۰
/e/	۷۳۵	۴/۰۸	۵۱۴	۳/۵۲	۰/۰۰۰
/æ/	۸۱۵	۳/۷۴	۶۵۷	۲/۱۹	۰/۰۰۰
/a/	۷۱۳	۳/۹۸	۶۱۵	۳/۲۰	۰/۰۰۰
/o/	۶۵۴	۳/۴۴	۴۹۴	۳/۰۸	۰/۰۰۰
/u/	۵۷۷	۲/۰۴	۳۶۶	۳/۲۵	۰/۰۰۰

جدول ۲: مقایسه میانگین (F_2 (Hz در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک و فرد سالم

	فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک		فرد سالم		
واکه‌ها	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	معنی‌داری
/i/	۱۵۸۳	۲/۰۹	۲۱۷۲	۲/۰۹	۰/۰۰۰
/e/	۱۵۱۳	۳/۱۲	۱۸۵۶	۲/۲۵	۰/۰۰۰
/æ/	۱۴۸۴	۳/۱۲	۱۴۴۳	۲/۲۵	۰/۰۰۰
/a/	۱۴۱۳	۳/۷۴	۱۲۱۸	۳/۹۳	۰/۰۰۰
/o/	۱۳۵۶	۲/۳۱	۹۵۳	۷/۵۲	۰/۰۰۰
/u/	۱۳۱۴	۳/۳۸	۸۵۴	۳/۴۴	۰/۰۰۰

جدول ۳: مقایسه میانگین (F_3 (Hz در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک و فرد سالم

	فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک		فرد سالم		
واکه‌ها	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	معنی‌داری
/i/	۲۳۹۲	۴/۳۷	۲۸۰۲	۲/۴۲	۰/۰۰۰
/e/	۲۴۷۴	۳/۶۰	۲۶۹۵	۲/۲۵	۰/۰۰۰
/æ/	۲۴۸۶	۳/۵۰	۲۳۳۶	۱/۶۷	۰/۰۰۰
/a/	۲۴۳۶	۲/۱۶	۲۵۵۵	۵/۱۹	۰/۰۰۰
/o/	۲۵۰۵	۳/۰۶	۲۳۹۲	۳/۰۸	۰/۰۰۰
/u/	**۲۴۳۶**	**۲/۲۲**	**۲۲۳۵**	**۳/۷۱**	۰/۰۰۰

www.SID.ir

Arshive of SID

بحث

هدف از این مطالعه، مقایسه میانگین میزان سازه‌های اول، دوم و سوم (F_1, F_2, F_3) در واکه‌های زبان فارسی فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک با فرد سالم بود.

نتایج نشان داد که میانگین سازه اول (F_1) در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک در مقایسه با فرد سالم دارای اختلاف معنی‌داری (**P**=۰/۰۰۰) است و افزایش F_1 را در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک نشان داد که این نتیجه همسو با مطالعات Kent و همکاران، Yunusova و همکاران و Clark و همکاران در افراد دیزارتری اسپاستیک بود. افزایش F_1 در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک را می‌توان به دلیل ضعف عضله زبان و کاهش دامنه‌ی حرکت آن دانست که باعث کاهش ارتفاع زبان درهنگام تولید واکه‌ها و به دنبال آن افزایش F_1 در واکه‌های این فرد می‌شود (۳ و ۵ و۱۳).

در بررسی میانگین سازه دوم (F_2) واکه‌ها در فرد دارای دیزارتری اسپاستیک و مقایسه آن با فرد سالم نیز نتایج ما نشان داد که اختلاف معنی‌داری (**P**=۰/۰۰۰) وجود دارد که این نتیجه همسو با مطالعات Kent و همکا ان، Yunusova و همکاران و Clark و همکا ان بود و به خصوص F_2 در واکه‌های پیشین /i/, /e/ در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک نسبت به فرد سالم کاهش چشمگیری داشته است. از آنجایی که F_2 نشان دهنده‌ی تنگ شدگی در قسمت قدامی یا خلفی زبان در هنگام تولید واکه‌ها است، می‌توان علت آن را کاهش نیرو و دامنه‌ی حرکت زبان فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک، برای ایجاد تنگ شدگی در قسمت قدامی زبان برای تولید واکه‌های پیشین دانست (۳ و ۵ و ۱۳).

همچنین این مطالعه نشان داد که میانگین سازه سوم (F_3) نیز در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک در مقایسه با فرد سالم دارای اختلاف معنی‌داری (**P**= ۰/۰۰۰) است و از آنجایی که F_3 نشان دهنده‌ی شکل لب‌ها و میزان گستردگی لب‌ها در هنگام تولید واکه‌هاست و نتایج نشان داد که میزان F_3 در واکه‌های گسترده / i/, /e// کاهش زیادی داشته است می‌توان علت این کاهش را به کاهش نیرو و دامنه حرکات لب در هنگام آواسازی واکه‌ها دانست که در مطالعات Yunusova و همکاران و Clark و همکا ان نیز به آن اشاره شده است (۵ و ۱۳).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، میانگین سازه‌های اول، دوم و سوم (F_1, F_2, F_3) در واکه‌های فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک و فرد سالم مقایسه شد و یافته‌ها نشان داد که میانگین هر سه سازه در فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک و فرد سالم اختلاف معنی‌داری (**P**=۰/۰۰۰) دارند که می‌توان این تفاوت را به علت کاهش نیرو و دامنه حرکات زبان و لب در اثر آسیب ناشی از اختلال دیزارتری اسپاستیک به این اندامهای گویایی دانست.

با توجه به اینکه نتایج این مطالعه فقط در مورد یک فرد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک است و نمی‌توان نتایج آن را به سایر افراد با دیزارتری اسپاستیک تعمیم داد، پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابه با حجم نمونه بیشتر انجام گیرد تا با شناسایی شباهت‌های آکوستیکی در این افراد، اطلاعات دقیق‌تری برای آسیب شناسان گفتار و زبان فراهم شود تا در زمینه ارزیابی و درمان افراد مبتلا به دیزارتری اسپاستیک کمک کننده باشند.

قدردانی

از آقای م. ع. که با همکاری خویش اجازه ارزیابی، بررسی و تحلیل اطلاعات مربوط به بیماری خود را به نویسندگان مقاله دادند تشکر و تقدیر می گردد.

منافع متقابل

نویسندگان هیچگونه منافع متقابلی از تالیف این مقاله ندارند.

مشارکت مولفان

نویسندگان این مقاله ب. شفیعی و ب. احمد پور طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشته و همچنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده اند.

References

1. Liborio Rampello, Luigi Rampello, Francesco Patti, Mario Zappia. When the word doesn't come out: A synthetic overview of dysarthria. *J Neurol Sci* 2016; **369**: 354-360. doi: 10.1016/j.jns.2016.08.048
2. Roy N, Leeper H A, Blomgren M, Cameron R M. A Description of Phonetic, Acoustic, and Physiological Changes Associated With Improved Intelligibility in a Speaker With Spastic Dysarthria. *American Journal of Speech-Language Pathology* 2001; **10**(3): 274-290. doi:10.1044/1058-0360(2001/025).
3. Milton Sarria Paja, Tiago H. Falk. Automated Dysarthria Severity Classification for Improved Objective Intelligibility Assessment of Spastic Dysarthria Speech. In Proceedings of the 13th Annual Conference of the International Speech Communication Association. *Interspeech* 2010; 62-65.

www.SID.ir

Arshive of SID

4. Kent R D, Weismer G, Kent J F, Vorperian H K, Duffy J R. Acoustic studies of dysarthria speech: methods, progress, and potential. *J Communication Disorders* 1999; **32**(3): 141-186. doi: 10.1016/S0021-9924(99)00004-0
5. Patricia A. Speech sounds/ Patricia Ashby. 2nd ed. New York Routledge 2005; PP: 22-29.
6. Yunusova Y, Weismer G, Westbury JR, Lindstrom M J. Articulatory movements during vowels in speakers with dysarthria and healthy controls. *J Speech Lang Hear Res* 2008; **51**(3): 596-611. doi: 10.1044/1092-4388(2008/043)
7. Ball M J, Code C. Instrumental clinical phonetics. 1st ed. London, Whurr publication, 1997; PP: 22-63. doi:10.1002/9780470699119
8. Boone D R, McFarlane S C, Von Berg S L. The voice and voice therapy. 7th ed. Boston, Pearson/Allyn & Bacon, 2005; PP: 12-50.
9. Hagino A, Inohara K, Sumita Y I, Taniguchi H. Investigation of the factors influencing the outcome of prostheses on speech rehabilitation of mandibulectomy patients. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 2008; **52**(4): 543-549. doi: 10.2186/jjps.52.543
10. Kim Y J, Weismer G, Kent R D, Duffy J R. Statistical models of F2 slope in relation to severity of dysarthria. *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 2009; **61**: 329-335. doi: 10.1159/000252849
11. Lansford K L, Liss J M. Vowel Acoustics in Dysarthria: Speech Disorder Diagnosis and Classification. *J Speech Lang Hear Res* 2014; **57**: 57-67. doi: 10.1044/1092-4388(2013/12-0262)
12. Negin Moradi, Shiva Javadipour, Ali Ghorbani, Hamid Nourallahi Moghadam, Ehsan Naderifar. Comparison of Acoustic Features of High-Low vowels with Perceptual Speech Intelligibility in Normal and Adults with Parkinson. *Jundishapur Sci Med J 2013;* **12**(4): 385-392
13. Clark H M, Duffy J R, Whitwell J L, Ahlskog J E, Sorenson E J, Josephs K A. Clinical and imaging characterization of progressive spastic dysarthria. *Euro J Neurology* 2014; **21**: 368-376. doi: 10.1111/ene.1227 1

www.SID.ir