تکرار پذیری و رفتار غیر خطی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات گفتاری

دکتر سعید طالبیان[۱]، دکتر آزاده شادمهر[۲]، دکتر محمد اکبری[۳] ، سحرموسوی قمی[۴]، مرضیه نجفی[۵]

۱- دانشیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- استادیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- استاد گروه آموزشی آناتومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- کارشناس گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- دانشجوی گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

زمینه و هدف: عضلات شرکت کننده در تولید صدا در ناحیه حنجره از مهم ترین بخش در گفتار دقیق و تکلم هستند. شناخت فعالیت طبیعی این عضلات در اختلالات گفتاری و آسیب شناسی گفتار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی‌های کلینیکی در این زمینه به غیر از آزمایشات گفتاری و ارزیابی‌های رفتار گفتاری و سنجش تولید شاخص‌های صوت در واکه‌های مختلف، شامل ثبت الکترومیوگرافی فعالیت‌های عضلات با استفاده از الکترودهای سوزنی است که بسیار مشکل و نیاز به آرامش بیمار و مهارت بالای فرد معاینه‌کننده دارد. ثبت فعالیت الکتریکی عضلات با استفاده از الکترودهای سطحی راحت و مقدور می‌باشد. اگرچه این روش‌های ارزیابی تا سطح تشخیصی راه زیادی دارند ولی برای سنجش رفتارهای نوروفیزیولوژیک و تعیین اثر بخشی مداخله‌های درمانی استاندارد و مورد قبول جوامع علمی هستند. هدف این تحقیق رسیدن به راهی جدید در این زمینه بود.

روش بررسی: تعداد ۶۸ فرد سالم (۳۴ زن و ۳۴ مرد) در محدوده سنی ۳۰-۲۰ سال پس از تکمیل پرسشنامه، توجیه و آموزش اولیه دراین پژوهش شرکت کردند. افراد بصورت نشسته روی صندلی با تکیه‌گاه مناسب در پشت و ساعد قرار می گرفتند. الکترودهای ثبات سطحی بر روی عضلات ناحیه قدام گلو شامل تیروآریتنوئید و کرایکوتیروئید در دو سمت چپ و راست و در محدوده‌های میانی و پایینی گردن با فاصله ۱ سانتیمتری از خط میانی واقع می شدند. ثبت سکوت گفتاری و تولید همخوان‌های سایشی واکدار (ز- ژ) و بی‌واک (س- ش) به مدت ۱۰ ثانیه به طور تصادفی و استراحت بینابینی به مدت ۱۰ ثانیه به تعداد ۵ تکرار انجام می‌گرفت. اطلاعات بدست آمده در حوزه زمان و فرکانس و همچنین معیارهای غیر خطی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها : در ثبت الکترومیوگرافی سطحی از عضلات مسئول تولید همخوان های سایشی واکدار میزان انتروپی و درصد تکرار پذیری این عضلات کمتر از همخوان های بی واک بود ($P>0/05$).

نتیجه گیری: ثبت سطحی از عضلات تیروآریتنوئید و کرایکوتیروئید مقدور میباشد و حساس‌ترین پارامتر مؤلفه‌های غیرخطی هستند. در نهایت ثبت الکترومیوگرافی سطحی روش جدیدی است در ارزیابی عضلات فوق در کنار ارزیابی های کلینیکی آسیب شناسی گفتار.

کلید واژه‌ها: الکترومیوگرافی سطحی، گفتار درمانی، تیروآریتنوئید، کرایکوتیروئید.

(وصول مقاله: ۱۳۸۷/۸/۱۵ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵)

نویسنده مسئول : تهران ـ خیابان انقلاب ـ پیچ شمیران ـ دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، گروه فیزیوتراپی
e-mail: talebian@sina.tums.ac.ir

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]

مقدمه

توجه به بازشناسی گفتار اتوماتیک یا Automatic Speech Recognition (ASR) با گسترش پردازشگرهای رایانه‌ای امروزه پایه تحقیقات متعددی است. به دلیل جود پنهانکاری قوی در امر بازگویی اختلالات گفتاری توسط بیماران، نیاز به تحقیقات دقیق در این زمینه وجود دارد. این امر می‌تواند ناشی از پیچیدگی رفتارهای گفتاری بویژه در سیستم کنترل حرکت باشد. در امر این تحقیقات پرداختن به مرحله سکوت غیرشنیداری گفتار درASR از اهمیت خاص برخوردار است. بعنوان مثال زمزمه یا ژکیدن غیرشنیداری یا non-audible murmur با استفاده از میکروفون استروسکوپ توسط Nakajima و همکارانش ارائه شده است (۱). همچنین Szu-Chen Jou و همکارانش استفاده از توراکومیکروفون را گزارش کرده‌اند(۲). استفاده از الکترومیوگرافی جهت شناسایی سکوت غیرشنیداری گفتار توسط Chan و همکارانش انجام شد که نشان داد این روش می‌تواند برای کلمات ایزوله کوتاه مفید باشد(۳). کارهای دیگر در این زمینه جنبه‌های مختلفی از بازشناسی سکوت غیرشنیداری گفتار را نشان دادند (۴،۵،۶). بطوریکه Szu-Chen Jou ارتباط خوبی را بین فعالیت الکترومیوگرافی و رفتار آرتیکولار در گفتار شنیداری نشان داد (۷). بعلاوه وی اثرات استفاده مختلف از واحدهای تحت لغوی را برای بازشناسی گفتار از طریق ثبت الکترومیوگرافی مطرح کرد (۸). به نظر می‌رسد الگوی فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات گفتاری بسیار گوناگون باشد و برحسب نوع تکلم فرد و کلمات با آواهای متفاوت تغییر نماید. همچنین این الگوی فعالیت در یک فرد نیز در جلسات مختلف با همان کلمات به دلیل پیچیدگی رفتار عضلات گفتاری متفاوت و متغیر باشد.

عضلات شرکت کننده در تولید صدا در ناحیه حنجره از مهم ترین بخش در گفتار دقیق و تکلم هستند. شناخت فعالیت طبیعی این عضلات در اختلالات گفتاری و آسیب شناسی گفتار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از این اختلالات ناشی از عدم بکار گیری مناسب این عضلات به دلیل ضایعات اعصاب مرکزی و یا عدم کنترل حرکت مناسب در سطوح سیستم اعصاب مرکزی است. ارزیابی‌های کلینیکی در این زمینه به غیر از آزمایشات گفتاری و ارزیابی‌های رفتار گفتاری و سنجش تولید شاخص‌های صوت در واکه‌های مختلف، شامل ثبت الکترومیوگرافی فعالیت‌های عضلات با استفاده از الکترودهای سوزنی است. ثبت فعالیت‌های پاتولوژیک و خودبخودی در حالت استراحت در این عضلات به دلیل درد ناشی از فرو رفتن سوزن و مجاورت آن با تراشه و مری بسیار مشکل و نیاز به آرامش بیمار و مهارت بالای فرد معاینه‌کننده دارد. همچنین نزدیکی عضلات با عروق، اعصاب و غدد ناحیه، این آزمایش‌های کلینیکی را در ثبت فعالیت‌های ارادی فعال در تولید آوا به همراه درد ناشی از حرکت سوزن بسیار محدود ساخته است. امروزه با افزایش روش‌های پردازش سیگنال گامی مهم در ارزیابی‌های سیگنال‌های الکترومیوگرافی برداشته شده‌است. ارزیابی‌های کنترل حرکت، تکرارپذیری، ضریب قرینگی و تحلیل انرژی به همراه شاخص‌های سطح فعالیت و طیف فرکانس، ابزارهای مهمی در تشخیص تغییرات بوجود آمده در فعالیت الکتریکی عضلات با استفاده از الکترودهای سطحی می‌باشد. مهم ترین ویژگی این روش ساده بودن و عدم آسیب بافتی و درد ناشی از آزمایش برای فرد است. در بسیاری از فعالیت‌های ارادی در اندام‌های حرکتی و ستون فقرات کمری و گردنی این روش‌های ارزیابی متداول است و جهت آن به سمت تعیین شاخص‌های تشخیص بیماری‌های عصبی عضلانی است. اگرچه این روش‌های ارزیابی تا سطح تشخیصی راه زیادی دارند ولی برای سنجش رفتارهای نوروفیزیولوژیک و تعیین اثر بخشی مداخله‌های درمانی استاندارد و مورد قبول جوامع علمی هستند. در بسیاری از مقالات علمی از این روشها برای تعیین الگوهای رفتاری در افراد سالم و بیمار استفاده شده‌است.

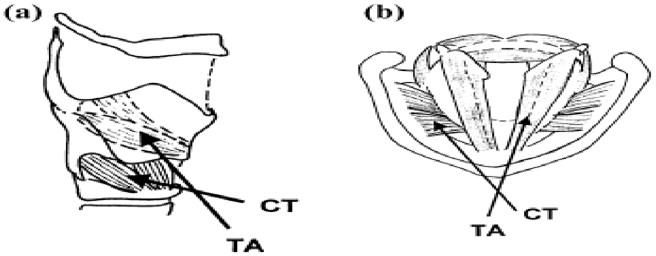
این تحقیق نگرشی دارد بر استفاده از این روش‌ها در ثبت فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات اصلی تولید صدا در ناحیه حنجره علی‌رغم احتمال پدیده ثبت همزمان عضلات ناحیه در تولید صوت، تا شروعی باشد برای سایر ارزیابی‌های کنترل حرکت با ترکیب ابزارهای سنجشی در زمینه تعیین شاخص‌های صوت.

روش بررسی

این تحقیق از نوع مداخله‌ای بود و افراد بطور تصادفی در آزمایش شرکت می‌کردند. افراد مورد مطالعه ۶۸ فرد سالم (۳۴ زن و ۳۴ مرد) در محدوده سنی ۳۰-۲۰ سال بودند که پس از تکمیل پرسشنامه، توجیه و آموزش اولیه در این پژوهش شرکت کردند. مدت آزمون ۱۵ تا ۲۰ دقیقه بود و در یک جلسه انجام می‌شد. آزمون چهار مرحله و شامل موارد زیر بود:

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]

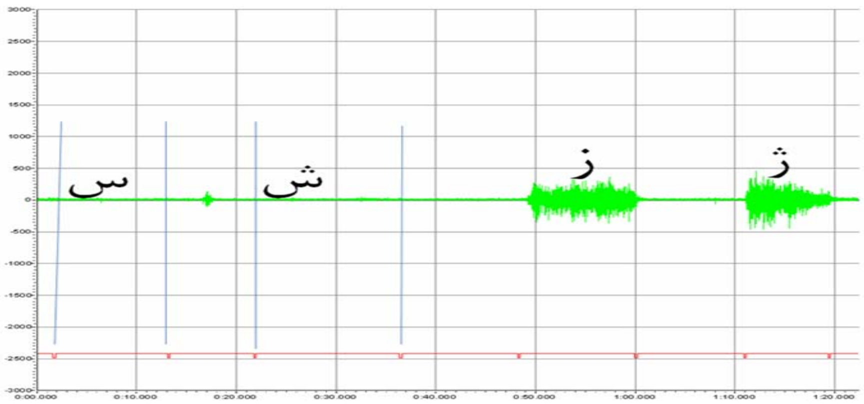
مرحله اول: پرکردن بخش اول پرسشنامه حاوی اطلاعات دموگرافیک و سئوالاتی در مورد وضعیت تندرستی آنها، آشنایی با آزمایش و دستگاه و شرایط و نحوه آزمون.
مرحله دوم : آماده سازی فرد بصورت نشسته روی صندلی با تکیه‌گاه مناسب در پشت و ساعد. قرار دادن الکترودهای ثبات سطحی الکترومیوگرافی بر روی عضلات ناحیه قدام گلو شامل تیروآریتنوئید و کرایکوتیروئید (Thyroarytenoid و Cricothyroid) در دو سمت چپ و راست و در محدوده‌های میانی و پایینی گردن با فاصله ۱سانتیمتری از خط میانی (شکل ۱).



شکل ۱- عضلات ناحیه قدام گلو که در تولید واکه های سایشی شرکت دارند. تصویر **(a)** از نمای طرفی و تصویر **(b)** از نمای بالایی عضلات تیروآریتنوئید **(TA)** **Thyroarytenoid** و کرایکوتیروئید **Cricothyroid (CT)**

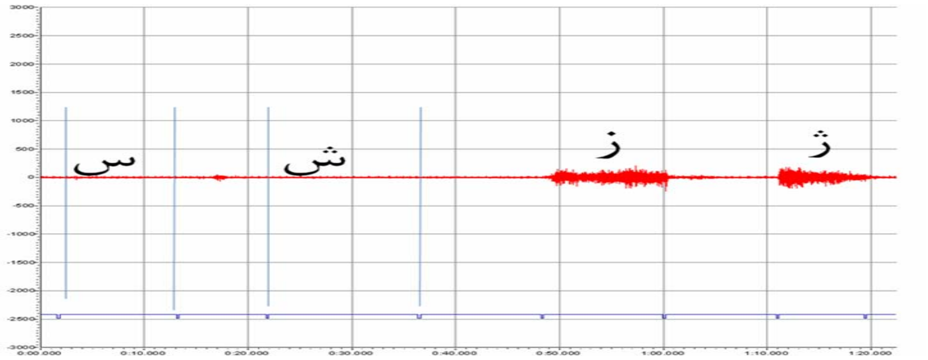
مرحله سوم : ثبت سکوت گفتاری به مدت ۱۰ ثانیه و سپس بلافاصله درخواست از افراد توسط یک علامت بینایی به منظور تولید همخوان سایشی واکدار (ز) به مدت ۱۰ ثانیه و مجددا سکوت گفتاری به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. سپس تولید همخوان سایشی بی واک (س) به مدت ۱۰ ثانیه و مجددا سکوت گفتاری به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. این مرحله با استراحت ۱۰ ثانیه‌ای به تعداد ۵ تکرار بطور تصادفی انجام می‌گرفت.
مرحله چهارم : پس از آخرین تکرار مرحله سوم و یک استراحت ۱۰ ثانیه‌ای انجام می‌شد و شامل ثبت سکوت گفتاری به مدت ۱۰ ثانیه و سپس بلافاصله درخواست از افراد توسط یک علامت بینایی به منظور تولید همخوان سایشی واکدار (ژ) به مدت ۱۰ ثانیه و مجددا سکوت گفتاری به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. سپس تولید همخوان سایشی بی واک (ش) به مدت ۱۰ ثانیه و مجددا سکوت گفتاری به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. این مرحله با استراحت۱۰ ثانیه‌ای به تعداد ۵ تکرار بطور تصادفی انجام می‌گرفت (شکل ۲ و ۳).

در این تحقیق از دستگاه الکترومیوگرافی مدل Data log ، کامپیوتر و سایر متعلقات این دستگاه مستقر در دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران استفاده شد. از کلیه اطلاعات بدست آمده از این مراحل برای بررسی تغییرات میزان فعالیت عضلات، میانه طیف فرکانس، تکرارپذیری و تحلیل انرژی استفاده شد. شرایط ورود به آزمون شامل:
۱- عدم سابقه بیماری عصبی عضلانی و اختلال گفتاری ۲- عدم سابقه مصرف داروی آرام بخش و ۳- عدم ابتلا به سرما خوردگی و التهاب مجاری تنفسی بود. شرایط خروج از آزمون شامل:
۱- اشکال در ثبت فعالیت الکترومیوگرافی بصورت حضور فعالیت ناشی از بلع مداوم ۲- وجود هرگونه نویز در سیگنال و ۳- عدم ثبت دقیق و مناسب بود.
جهت ارزیابی آماری از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۱/۱ استفاده شد.



شکل۲ - ثبت از عضله تیروآریتنوئید **(TA)** **Thyroarytenoid** در دو همخوان سایشی واکدار (ز) و (ژ).

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]



شکل ۳ - ثبت از عضله کرایکوتیروئید **Cricothyroid, (CT)** در دو همخوان سایشی واکدار (ز) و (ژ)

یافته‌ها

افراد شرکت کننده در این مطالعه شامل ۶۸ نفر شامل ۳۴ زن و ۳۴ مرد سالم داوطلب بودند. همه افراد از مراحل تحقیق آگاه گردیده و داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

مقادیر میانگین و انحراف معیار سن، وزن، قد و شاخص جرم بدن افراد شرکت کننده در تحقیق در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول۱- مشخصات افراد شرکت کننده شامل میانگین و انحراف معیار

	زنان		مردان		کل	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۴/۲۹۴	۲/۹۹۷۸	۲۴/۷۳۵	۲/۴۲۲۶	۲۴/۵۱۴	۲/۷۲۴۳
وزن (کیلوگرم)	۵۵/۹۴۱	۵/۰۶۶۳	۷۲/۸۵۲	۳/۵۷۵۴	۶۴/۳۹۷	۹/۵۴۵۴
قد (متر)	۱/۶۳۰	۰/۵۴۷	۱/۷۴۲	۰/۴۵۱	۱/۶۸۶	۰/۷۵۲
شاخص جرم بدن	۲۱/۰۱۷	۱/۳۷۸۹	۲۳/۹۸۰	۰/۷۴۱۳	۲۲/۴۹۸	۱/۸۵۱۵

مقایسه میانگین و انحراف معیار انتروپی فعالیت عضلات در تولید همخوان های سایشی بین دو واکدار و بی واک در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ - مقایسه بین میانگین انتروپی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات شرکت کننده در تولید ز با س و ژ با ش

		میانگین	انحراف معیار	***P value***
تیرو آریتنوئید (فعالیت)	ز	۱۷۳۳/۰	۰۵۱۳/۰	۰/۰۰۰
	ژ	۶۰۲۹/۰	۱۶۴۲/۰	۰/۰۰۰
	س	۸۶۵۰/۱	۸۸۱۳/۰	-
	ش	۴۳۲۱/۲	۵۵۴۱/۰	-
کرایکو تیروئید (فعالیت)	ز	۲۹۳۷/۰	۰۷۲۲/۰	۰/۰۰۰
	ژ	۷۲۳۳/۰	۲۵۳۱/۰	۰/۰۰۰
	س	۰۱۲۸/۲	۱۹۴۱/۱	-
	ش	۶۴۷۲/۲	۵۵۴۷/۰	-

مقایسه میانگین درصد تکرار پذیری فعالیت عضلات در تولید همخوان های سایشی در واکهای مختلف در جدول ۳ آمده است.

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]

جدول ۳- مقایسه بین میانگین درصد تکرار پذیری فعالیت الکترومیوگرافی عضلات شرکت کننده در تولید ز با س و ژ با ش

		میانگین	انحراف معیار	P value
تیرو آریتنوئید (فعالیت)	ز	۴/۹۵۲۴	۲/۱۱۱۶	۰/۰۰۰
	ژ	۵/۳۲۰۸	۲/۲۸۸۳	۰/۰۰۰
	س	۳۴/۰۹۶۶	۲۲/۸۸۷۹	-
	ش	۲۷/۸۴۲۳	۱۴/۳۳۹۷	-
کرایکو تیروئید (فعالیت)	ز	۶/۶۳۶۱	۳/۳۸۳۰	۰/۰۰۰
	ژ	۵/۴۹۶۶	۲/۷۶۸۱	۰/۰۰۰
	س	۳۶/۴۹۷۹	۱۹/۷۰۵۸	-
	ش	۳۰/۷۰۷۲	۱۵/۹۴۳۷	-

بحث

با توجه به اینکه در این تحقیق ثبت سطحی از فعالیت عضلات تولید کننده واکهای مختلف صورت گرفته است مقایسه جامعی را در مقایسه با ثبت سوزنی نداشته و مقالات نزدیک عمدتا به مقایسه کلینیکال ثبت سوزنی پرداخته‌اند. نتایج ما نشان داد که در ثبت الکترومیوگرافی سطحی از عضلات مسئول تولید همخوان‌های سایشی واکدار و بی‌واک میزان انتروپی فعالیت ثبت شده بطور معنی‌داری در همخوان‌های سایشی واکدار در مقایسه با تولید همخوان های سایشی بی‌واک کمتر است همچنین درصد تکرار پذیری فعالیت عضلات در تولید همخوان‌های سایشی در واک‌های مختلف کمتر از همخوان‌های سایشی بی‌واک بود. به عبارت دیگر نکته بسیار مهم تفاوت بین دو همخوان واکدار و بی‌واک است که این مطالعات نشان داد تفاوت بسیار مهمی بین همخوان‌های سایشی واکدار (ز) و (ژ) با هم خوان‌های سایشی بی واک (س) و (ش) وجود دارد. این نتایج نشان داد که رفتار غیر خطی این عضلات معیار مناسبی برای ارزیابی است. که در تولید این واکه ها فعالیت عضله تیرو آریتنوئید و عضله کرایکو تیروئید توسط الکترومیوگرافی سطحی قابل اندازه‌گیری است.

قدر دانی

این تحقیق مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران بود و با کمک و بودجه تحقیقاتی انجام گرفت. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از دانشگاه علوم پزشکی تهران اعلام می‌دارند.

REFERENCES

1 - Nakajima Y, Kashioka H, Shikano K, and Campbell N, Non-audible murmur recognition input interface using stethoscopic microphone attached to the skin, in Proc.ICASSP, Hong Kong, 2003.

2- Jou SC, Schultz T, and Waibel A, Whispery speech recognition using adapted articulatory features, in Proc. ICASSP, Philadelphia, March 2005.

3- Chan ADC, Englehart K, Hudgins B, and Lovely DF, Hidden Markov model classification of myoelectric signals in speech, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 2002,21(4):143-146

4- Betts B and Jorgensen C, Small vocabulary communication and control using surface electromyography in an acoustically noisy environment, in Proc. HICSS, Hawaii, Jan 2006.

5- Manabe H, Hiraiwa A, and Sugimura T, Unvoiced speech recognition using EMG-mime speech recognition, in Proc.HFCS, Ft. Lauderdale, Florida, 2003.

6- Maier-Hein L, Metze F, Schultz T, and Waibel A, Session independent non-audible speech recognition using surface electromyography, in Proc. ASRU, San Juan, Puerto Rico, Nov 2005.

7- Jou S. C, Maier-Hein L, Schultz T, and Waibel A, Articulatory feature classification using surface electromyography, in Proc. ICASSP, Toulouse, France, May 2006.

8- Walliczek M, Kraft F, Jou S.C, Schultz T, and Waibel A, Sub-word unit based non-audible speech recognition using surface electromyography, in Proc. Interspeech, Pittsburgh, Sep 2006.

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]

Percent Recurrence and non linear behavior of speech muscles by surface electromyography

Talebian S[1*], Shadmehr A[2], Akbari M[3], Moosavi Ghomi S[4], Najafi M[4]

1- Assosiate Professor of Tehran University of Medical Science
2- Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences
3- Full Professor of Tehran University of Medical Science
4- B.sc of Physio Therapy

Abstract

Background and aim: Muscles that contribute in production of sound have an important role in specific language. Knowledge of normal activities of these muscles is very important in language dysfunction and pathologic conditions. Needle electromyography is complementary approach in clinical evaluations of above conditions but it is a painful method for evaluating of the patient. Surface electromyography can be used to neurophysiological behaviors and effect of treatment interventions and is accepted by scientific academies. The purpose of this study is appointment of new approach in this area.

Materials and methods: Sixty eight healthy subjects (34 female and 34 male) in range of 20-30 years old were contributed after supplement of questioner form in this study. Subjects sat in a chair with arm rest and recording electrodes placed on muscles of Thyroarytenoid and Cricothyroid of both side (right and left) at middle and lower parts of throat, near of 1 cm from midline. Silent activity and fricative voice (z-zh) and voiceless (s-sh) activities recorded randomly at 10 second with interval rest between them for 5 repetition. All of signals processed and then compared in time, frequency and non linear measurements.

Results: Non linear values such as Percent of recurrence, Entropy were reduced significantly in fricative voice ($P<0.05$).

Conclusion: Surface activity recording of Thyroarytenoid and Cricothyroid muscles is possible and sensitive parameter is non linear values. Surface electromyography is new approach for assessment of above muscle in clinical evaluation of speech pathologic conditions.

Key words: Surface electromyography, Speech therapy, Thyroarytenoid, Cricothyroid.

***Corresponding author:**
Dr. Saeed Talebian, Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences.

E-mail: talebian@sina.tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS).

[Downloaded from mrj.tums.ac.ir on 2025-12-10]