

## **Research Article**

# **Using surface electromyography to compare healthy male and female laryngeal muscles activity**

**Saeed Talebian<sup>1</sup>, Azadeh Shadmehr<sup>1</sup>, Mohammad Akbari<sup>2</sup>, Seyyede Maryam khoddami<sup>3</sup>, Sahar Moosavi Ghomi<sup>3</sup>, Marzieh Najafi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>- Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Iran

<sup>2</sup>- Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Iran

<sup>3</sup>- Department of Speechtherapy, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Iran

Received: 3 August 2009, accepted: 25 May 2010

## **Abstract**

**Background and Aim:** Laryngeal muscles contribute in sound production play a key role in specific language. Needle electromyography is the specific complementary method for muscle activity evaluation which is awfully painful and needs serenity of patient. The purpose of this study was to use Surface electromyography as a probable new approach for evaluation of laryngeal muscles activity.

**Methods:** 34 healthy women and 34 healthy men aged 20-30 years old were enrolled in this study. Each individual was seated in an armchair. Recording electrodes were placed bilaterally (right and left) in the low anterior neck at approximately one centimeter from midline on thyroarytenoid and cricothyroid muscles. Silent activity and fricative voice (/z/ , /ž/) and voiceless (/s/ , /š/) activities were recorded for ten seconds followed by 10 seconds of rest, for 5 repetition. All data were processed and frequency and non linear measurements were assessed. And were compared in time and frequency domain.

**Results:** Muscle activity in fricative voice in both groups was greater than rest condition (p<0.05). Moreover, muscle activity median frequency was significantly more in men than women (p<0.001).

**Conclusion:** Activity evaluation of thyroarytenoid and cricothyroid muscles using surface electromyography is difficult in women. That may be due to anatomical features such as length and width of neck in women.

**Keywords:** Surface electromyography, thyroarytenoid muscle, cricothyroid muscle

## مقایسه رفتار فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات حنجره بین زنان و مردان سالم

سعید طالبیان<sup>۱</sup>، آزاده شادمهر<sup>۱</sup>، محمد اکبری<sup>۲</sup>، سیده مریم خدای<sup>۳</sup>، سحر موسوی قمی<sup>۳</sup>، مرضیه نجفی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه آناتومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** عضلات شرکت کننده در تولید صدا از مهم ترین اعضای دست اندرکار در تکلم هستند. ثبت الکترومیوگرافی فعالیت های عضلات با استفاده از الکترودهای سوزنی مشکل است و نیاز به آرامش بیمار و مهارت فرد معاینه کننده دارد. هدف از این تحقیق رسیدن به راهی جدید برای ارزیابی فعالیت عضلات با استفاده از الکترودهای سطحی است.

**روش بررسی:** در این پژوهش ۳۴ زن و ۳۴ مرد هنجار شرکت کردند. افراد به صورت نشسته روی صندلی قرار می گرفتند. الکترودهای ثابت بر روی عضلات ناحیه قدام گلو، شامل تیروئیدی هرمی و انگشتری تیروئیدی، در دو سمت چپ و راست قرار داده می شدند. تولید همخوان های سایشی واکدار /z/ و /ž/ و بی واک /s/ و /š/ به مدت ۱۰ ثانیه و استراحت بینابینی ۱۰ ثانیه ای به تعداد ۵ تکرار انجام می گرفت. اطلاعات به دست آمده در حوزه زمان و فرکانس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

**یافته ها:** در ثبت الکترومیوگرافی عضلات مسئول تولید همخوان های سایشی واکدار، میزان فعالیت و میانه طیف فرکانس به طور معنی داری در مردان بیشتر از زنان بود ( $p < 0.05$ )، ولی این مقادیر در هر دو گروه، در همخوان های سایشی واکدار بیشتر از حالت استراحت بود ( $p < 0.001$ ).

**نتیجه گیری:** ثبت سطحی از عضلات تیروئیدی هرمی و انگشتری تیروئیدی در زنان بسیار سخت تر از مردان است. این امر می تواند به دلیل تفاوت های آناتومیکی نظیر اندازه طول و عرض گردن در زنان باشد.

**واژگان کلیدی:** الکترومیوگرافی سطحی، عضله تیروئیدی هرمی، عضله انگشتری تیروئیدی

(دریافت مقاله: ۸۸/۵/۱۲، پذیرش: ۸۹/۳/۴)

### مقدمه

آن از الکترومیوگرافی سوزنی یا سیمی استفاده می شود (۱). استفاده از الکترومیوگرافی یک روش متداول برای تشخیص، بررسی مراحل پیشرفت و درمان اختلالات حرکتی در حلق، شامل دیستونیا، ضعف چین های صوتی و سایر بیماری های حنجره با منشأ عصبی است. مطالعات نشان می دهد که الکترومیوگرافی روشی سودمند برای تشخیص و بررسی مراحل بهبودی است (۲). در مطالعه Koufman و همکاران (۱۹۹۹-۱۹۹۵) روی ۴۱۵ نفر نشان داد که در ۸۳ درصد آنان در ارزیابی، الکترومیوگرافی به

به دلیل پنهان کاری قوی در امر بازگویی اختلالات گفتاری توسط بیماران و پیچیدگی رفتارهای گفتاری به ویژه در سیستم کنترل حرکتی انجام تحقیقات دقیق در زمینه شناسایی رفتارهای گفتاری ضروری است.

ضایعه عصب راجعه حنجری یکی از عوارض بعد از عمل - های جراحی تیروئید و پاراتیروئید است. بیشترین دلیل عارضه این عصب در عمل های مجدد ناحیه دیده می شود. در روش های ارزیابی، چه در بعد از ضایعه و یا در حین عمل، برای پایش مراتب

استراحت در این عضلات به دلیل درد ناشی از فرو رفتن سوزن و مجاورت آن با نای و مری بسیار مشکل و نیاز به آرامش بیمار و مهارت بالای فرد معاینه کننده دارد. نزدیکی این عضلات با عروق، اعصاب و غدد ناحیه و همچنین درد ناشی از حرکت سوزن، کاربرد این آزمایش‌های کلینیکی را در ثبت فعالیت‌های ارادی فعال در تولید آوا بسیار محدود ساخته است. امروزه با افزایش روش‌های پردازش سیگنال گامی مهم در ارزیابی سیگنال‌های الکترومیوگرافی برداشته شده است. ارزیابی‌های کنترل حرکت، تکرارپذیری، ضریب قرینگی و تحلیل انرژی، به همراه شاخص‌های سطح فعالیت و طیف فرکانس، ابزارهای مهمی در تشخیص تغییرات به وجود آمده در فعالیت الکتریکی عضلات با استفاده از الکترودهای سطحی است. مهم‌ترین ویژگی این روش ساده بودن و عدم آسیب بافتی و درد ناشی از آزمایش برای فرد است. این روش‌های ارزیابی در بسیاری از فعالیت‌های ارادی اندام‌های حرکتی و ستون فقرات کمری و گردنی متداول است و انجام روش‌های ارزیابی با استفاده از الکترومیوگرافی سطحی برای تعیین شاخص‌های بیماری‌های عصبی عضلانی است. اگرچه این روش‌های ارزیابی تا سطح تشخیصی راه زیادی دارند، ولی برای سنجش رفتارهای نوروفیزیولوژیک و تعیین اثربخشی مداخله‌های درمانی و مورد قبول جوامع علمی هستند. در بسیاری از مقالات علمی از این روش‌ها برای تعیین الگوهای رفتاری در افراد هنجار و بیمار استفاده شده است.

این تحقیق نگاهی دارد بر استفاده از این روش‌ها در ثبت فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات اصلی تولید صدا در ناحیه حنجره، با این امید که مقدمه‌ای برای سایر ارزیابی‌های کنترل حرکت با ترکیب ابزارهای سنجشی در زمینه تعیین شاخص‌های صوت باشد.

### روش بررسی

این تحقیق از نوع مشاهده‌ای است و افراد به طور تصادفی در مراتب آزمایش شرکت کردند. افراد مورد مطالعه ۶۸ فرد سالم (۳۴ زن و ۳۴ مرد) در محدوده سنی ۲۰-۳۰ سال بودند که پس از

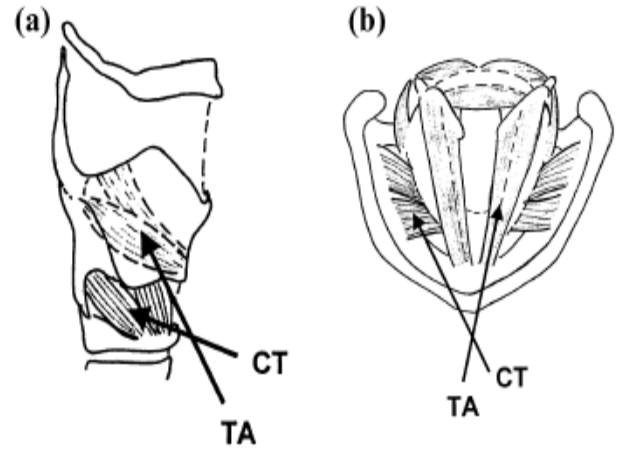
تشخیص نوروپاتی کمک کرده است. در ۱۱ درصد موارد اشتباه در تشخیص با رادیوگرافی را نشان داده است. در ۲۶ درصد موارد الکترومیوگرافی به طور غیرپیش‌بینی شده سبب تشخیص نوروپاتی شده است. همچنین در ۱۲ درصد سبب تمایز بین ضعف چین‌های صوتی از مورد ثابت شدگی چین‌های صوتی آن شده است. در نهایت الکترومیوگرافی می‌تواند آزمایش‌های بالینی را دستخوش تغییر کند و سبب تصمیم‌گیری برای زمان عمل جراحی شود (۳). استفاده از الکترومیوگرافی عضله انگشتری حلقی دارای اهمیت تشخیصی بالایی است، به طوری که در بررسی ۷۰ مورد مبتلا به اختلال در بلع نشان داد که در ۶۷ درصد موارد ضایعه عصبی بوده است (۴). مشاهده شد که استفاده از الکترومیوگرافی سوزنی در ثبت از عضلات تیروئیدی هرمی و انگشتری تیروئیدی می‌تواند برای بیمار و آزمایش‌کننده راحت و قابل اندازه‌گیری باشد و قابلیت استفاده در کلینیک را دارد (۵). در همه این روش‌ها از الکترودهای سوزنی استفاده شده است. این امر علی‌رغم کاربردهای بالینی، بسیار سخت و نیاز به مهارت ویژه دارد. همچنین به نظر می‌رسد الگوی فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات گفتاری بسیار گوناگون باشد و برحسب صداهای سازنده کلمات و کلمات با آواهای متفاوت تغییر نماید. همچنین ممکن است این الگوی فعالیت در یک فرد نیز در جلسات مختلف با همان کلمات، به دلیل پیچیدگی رفتار عضلات گفتاری، متفاوت و متغیر باشد.

عضلات شرکت‌کننده در تولید صدا در ناحیه حنجره از مهم‌ترین بخش‌های دخیل در گفتار و تکلم هستند. شناخت فعالیت طبیعی این عضلات در اختلالات گفتاری و آسیب‌شناسی گفتار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. علت بسیاری از این اختلالات عدم به کارگیری مناسب این عضلات به دلیل ضایعات اعصاب مرکزی و یا عدم کنترل مناسب حرکت در سطوح سیستم اعصاب مرکزی است. ارزیابی‌های کلینیکی در این زمینه، به غیر از آزمایش‌های گفتاری و ارزیابی‌های رفتار گفتاری و سنجش تولید شاخص‌های صوت در واکنش‌های مختلف، شامل ثبت الکترومیوگرافی فعالیت‌های عضلات با استفاده از الکترودهای سوزنی است. ثبت فعالیت‌های غیرطبیعی و خودبه‌خودی در حالت

اطلاعات دموگرافیک و سؤالاتی در مورد وضعیت تندرستی آنها، آشنایی با آزمایش و دستگاه و شرایط و چگونگی آزمون. مرحله دوم: آماده‌سازی فرد به صورت نشسته روی صندلی با تکیه‌گاه مناسب در پشت و ساعد. قرار دادن الکترودهای ثابت سطحی الکترومیوگرافی بر روی عضلات ناحیه قدام گلو، شامل تیروئیدی هرمی (Thyroarytenoid) و انگشتری تیروئیدی (Cricothyroid)، در دو سمت چپ و راست و در محدوده‌های میانی و پایینی گردن با فاصله ۱ سانتی‌متری از خط میانی (شکل ۱).

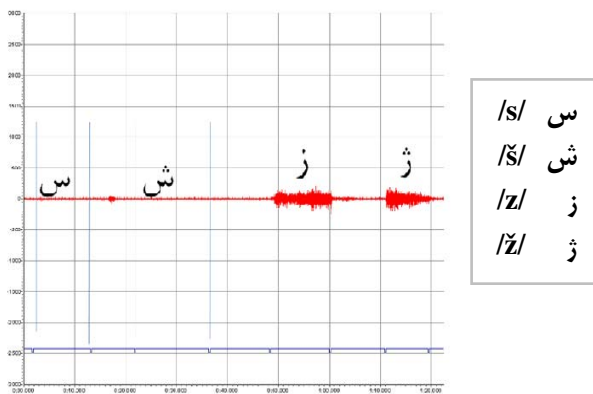
مرحله سوم: ثبت عدم فعالیت عضلانی یا سکوت گفتاری به مدت ۱۰ ثانیه و سپس بلافاصله درخواست از افراد با یک علامت بینایی برای تولید همخوان سایشی واکدار /z/ به مدت ۱۰ ثانیه، و سکوت دوباره به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. سپس تولید همخوان سایشی بی‌واک /s/ به مدت ۱۰ ثانیه، سکوت مجدد به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. این مرحله با استراحت ۱۰ ثانیه‌ای به تعداد ۵ تکرار به طور تصادفی انجام می‌گرفت.

مرحله چهارم: پس از آخرین تکرار مرحله سوم و یک استراحت ۱۰ ثانیه‌ای انجام می‌شد و شامل ثبت سکوت گفتاری

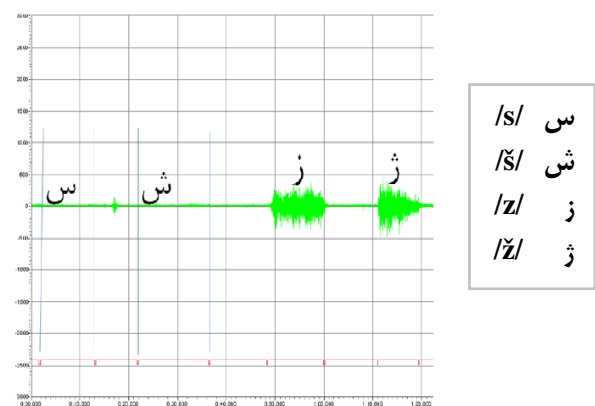


شکل ۱- عضلات ناحیه قدام گلو که در تولید واکه‌های سایشی شرکت دارند. تصویر (a) از نمای طرفی و تصویر (b) از نمای بالایی عضلات تیروئیدی هرمی Thyroarytenoid (TA) و انگشتری تیروئیدی Cricothyroid (CT)

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 داشت و شامل موارد زیر بود: مرحله اول: پر کردن بخش اول پرسش‌نامه، حاوی



شکل ۳- ثبت از عضله انگشتری تیروئیدی در دو همخوان سایشی واکدار /z/ و /ʒ/.



شکل ۲- ثبت از عضله تیروئیدی هرمی در دو همخوان سایشی واکدار /z/ و /ʒ/.

جدول ۱- مشخصات افراد شرکت کننده در مطالعه

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

میانۀ طیف فرکانس استفاده شد.

کلیۀ اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری نسخه ۱۱/۱ SPSS و به صورت مقایسه میانگین متغیرهای دو جامعه t مستقل و مقایسه میانگین متغیرهای درون گروه از t زوج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته ها**

افراد شرکت کننده در این مطالعه ۶۸ نفر داوطلب سالم شامل ۳۴ زن و ۳۴ مرد بودند. مشخصات میانگین به همراه انحراف معیار مربوط به افراد شرکت کننده نظیر سن، وزن، قد و شاخص جرم بدن در جدول ۱ ارائه شده است.

به مدت ۱۰ ثانیه و سپس بلافاصله درخواست از افراد با یک علامت بینایی برای تولید همخوان سایشی واکدار /z/ به مدت ۱۰ ثانیه، و سکوت دوباره به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. سپس تولید همخوان سایشی بی واک /s/ به مدت ۱۰ ثانیه و سکوت و دوباره به دنبال علامت بینایی به مدت ۱۰ ثانیه. این مرحله با استراحت ۱۰ ثانیه ای به تعداد ۵ تکرار به طور تصادفی انجام می گرفت (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 کلیۀ اطلاعات به دست آمده در این مراحل برای بررسی تغییرات میزان فعالیت عضلات و

جدول ۲- مقایسه میانگین میانه طیف فرکانس فعالیت الکترومیوگرافی عضله تیرویدی هرمی در حالت استراحت و تولید همخوان سایشی واکدار و بی واک بر حسب هر تری

p	میانگین (انحراف معیار)		وضعیت
	مردان	زنان	
۰/۰۰۰	۵۷/۰۶۶۱(۱۳/۰۲۶۶۳)	۳۹/۵۷۰۸(۹/۰۶۳۶۸)	استراحت
۰/۰۰۰	۱۱۷/۸۲۸۴(۳۹/۲۰۹۲۳)	۸۳/۵۴۴۶(۲۷/۲۱۵۲۶)	/z/ فعالیت
۰/۰۰۰	۱۰۷/۵۹۸۲(۲۴/۷۹۴۷۱)	۸۶/۳۳۳۹(۱۹/۵۶۴۵۸)	/z/
۰/۰۰۰	۷۰/۸۱۹۹(۱۰/۳۲۴۸۵)	۵۱/۰۴۹۸(۷/۴۳۶۳۵)	/s/
۰/۰۰۰	۶۶/۱۹۰۲(۱۲/۵۹۲۸۴)	۴۸/۴۰۰۹(۹/۱۸۶۶۴)	/s/

جدول ۳- مقایسه میانگین میانه طیف فرکانس فعالیت الکترومیوگرافی عضله انگشتری تیرویدی در حالت استراحت و تولید همخوان سایشی واکدار و بیواک برحسب هرترز

وضعیت	میانگین (انحراف معیار)		p
	مردان	زنان	
استراحت	۵۶/۴۹۲۸(۱۲/۹۱۵۲۷)	۳۹/۳۱۰۲(۸/۹۲۷۳۵)	۰/۰۰۰
فعالیت /z/	۱۰۴/۱۰۶۰(۳۱/۲۴۵۶۳)	۶۳/۲۶۵۵(۱۸/۴۷۷۵۳)	۰/۰۰۰
/ž/	۱۰۶/۱۴۲۹(۲۵/۱۱۲۰۳)	۸۵/۲۷۸۸(۱۹/۶۷۱۷۲)	۰/۰۰۰
/s/	۶۳/۲۹۶۵(۱۰/۵۹۹۶۹)	۵۱/۲۲۰۵(۸/۴۴۵۹۲)	۰/۰۰۰
/š/	۶۲/۱۵۹۵(۱۲/۴۴۸۲۰)	۵۵/۵۳۲۹(۱۱/۰۹۶۹۷)	۰/۰۰۲

فعالیت کمتری نسبت به مردان داشتند (جدول ۴ و ۵). نتایج نشان داد که میزان فعالیت عضلات در تولید همخوان‌های واکدار /z/ و /ž/ نسبت به همخوان‌های بی‌واک /s/ و /š/ در هر دو گروه بیشتر بود ( $p < ۰/۰۵$ ).

#### بحث

این تحقیق برای اولین بار از ثبت سطحی بجای سوزنی استفاده کرده است لذا کلیه مقالات برای تشخیص بالینی و با استفاده از الکترودهای سوزنی بوده است (۵-۱). این امر مقایسه

میانگین میانه طیف فرکانس فعالیت عضلات در تولید همخوان‌های واکدار /z/ و /ž/ از حالت استراحت به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ( $p = ۰/۰۰۰$ ) و در همخوان‌های واکدار مختلف بین زنان و مردان تفاوت داشت که در جدول ۲ و ۳ آمده است.

میانگین میانه طیف فرکانس عضلات در تولید همخوان‌های واکدار /z/ و /ž/ نسبت به همخوان‌های بی‌واک /s/ و /š/ به‌طور معنی‌داری در هر دو گروه بیشتر بود ( $p < ۰/۰۵$ ).

میانگین فعالیت عضلات در تولید همخوان‌های واکدار /z/ و /ž/ از حالت استراحت بیشتر بود. در واک‌های مختلف، زنان

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار فعالیت الکترومیوگرافی عضله تیرویدی هر می در حالت استراحت و تولید همخوان سایشی واکدار و بیواک با شاخص RMS برحسب میکروولت

وضعیت	میانگین (انحراف معیار)		p
	مردان	زنان	
استراحت	۵/۵۶۹۰(۳/۲۴۸۶۰)	۳/۳۷۹۱(۱/۹۶۶۴۵)	۰/۰۰۰
فعالیت /z/	۲۲/۲۹۵۲(۹/۸۱۶۵۸)	۲۶/۵۸۹۲(۱۱/۷۵۷۳۲)	۰/۰۲۴
/ž/	۲۲/۹۱۵۶(۱۰/۸۴۶۳۲)	۱۸/۱۵۳۰(۸/۶۷۸۷۱)	۰/۰۰۶
/s/	۴/۴۸۷۵(۱/۵۹۷۴۰)	۶/۷۵۸۴(۲/۳۵۴۴۹)	۰/۰۰۰
/š/	۴/۷۰۴۹(۱/۸۳۵۳۲)	۶/۹۶۲۷(۲/۶۲۱۱۹)	۰/۰۰۰

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار فعالیت الکترومیوگرافی عضله انگشتری تیرویدی در حالت استراحت و تولید همخوان سایشی واکدار و بیواک با شاخص RMS برحسب میکروولت

میانگین (انحراف معیار)			
وضعیت	زنان	مردان	p
استراحت	۳/۲۴۰۷(۲/۲۱۲۴۵)	۵/۳۲۸۸(۳/۶۸۸۴۸)	۰/۰۰۰
فعالیت /z/	۲۰/۷۱۴۴(۱۰/۴۷۳۶۴)	۲۶/۴۶۳۴(۱۲/۷۳۱۴۶)	۰/۰۰۵
/z̃/	۱۸/۴۶۹۵(۹/۷۵۳۱۶)	۲۳/۷۱۰۳(۱۲/۲۹۶۱۳)	۰/۰۰۷
/s/	۶/۰۸۲۶(۲/۱۱۸۹۵)	۴/۵۹۶۸(۱/۸۷۸۱۳)	۰/۰۰۰
/s̃/	۸/۵۷۳۹(۴/۷۹۶۰۶)	۵/۷۵۶۸(۳/۲۷۲۵۹)	۰/۰۰۰

تفاوت معنی‌دار در ثبت فعالیت عضلات در حالت استراحت و تولید همخوان‌های بی‌واک، ثبت فعالیت عضلات مجاور و نزدیک به عضلات مورد بررسی در این مطالعه برای رسیدن به تفاوت معنی‌دار بین این دو حالت لازم است. چرا که در حالت تولید همخوان سایشی بی‌واک میزان فعالیت و شاخص طیف فرکانس با حالت استراحت تفاوت معنی‌داری نداشته است و لذا می‌توان نتیجه گرفت این ثبت به‌طور اختصاصی از عضلات تولیدکننده همخوان‌ها انجام شده است و سایر عضلات ناحیه گلو (نظیر عضلات ناحیه دهان) نقشی در افزایش پارامترهای سیگنال نداشته‌اند.

### نتیجه‌گیری

ثبت سطحی از این عضلات تیرویدی هرمی و انگشتری تیرویدی در زنان بسیار سخت‌تر از مردان است. این امر می‌تواند به دلیل تفاوت‌های آناتومیکی نظیر اندازه عرض و طول گردن در زنان باشد.

### سپاسگزاری

این تحقیق مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران به شماره ۶۸۸۰ بوده است.

یافته‌ها را مقدور نمی‌سازد. همچنین در تعدادی از پژوهش‌های ثبت سطحی از عضلات صورت و گردن صورت گرفته است. در این تحقیق تنها به ارائه روش ثبت از بعضی از عضلات تولیدکننده صوت پرداخته شده است.

نتایج بررسی ما نشان داد که در ثبت الکترومیوگرافی سطحی از عضلات مسئول تولید همخوان‌های سایشی واکدار و بی‌واک تفاوت عمده‌ای بین میانه و فعالیت همخوان‌های واکدار با استراحت و همخوان‌های بی‌واک وجود دارد. این امر نشان‌دهنده میزان فعالیت اختصاصی عضلات مورد آزمایش در تولید همخوان‌های سایشی واکدار است و به عبارت دیگر این عضلات در همخوان‌های سایشی بی‌واک غیرفعال هستند. همچنین مقایسه دو گروه مردان و زنان نشان داد که تفاوت عمده‌ای بین آنان وجود دارد، به نحوی که مقادیر عددی متغیر در زنان، علی‌رغم تفاوت معنی‌دار بین دو نوع واکه، به هم نزدیک است که این مسئله سبب بروز سطح معنی‌داری بالا بین دو گروه مردان و زنان شده است. لذا با توجه به اندازه و شکل کالبدشناختی عضلات در زنان ثبت الکترومیوگرافی این مجموعه از عضلات در این گروه دشوار است و باید با دقت زیادی انجام بگیرد. در نهایت ثبت سطحی از عضلات تیرویدی هرمی و انگشتری تیرویدی مقدور است و می‌تواند بین دو همخوان سایشی تمایز قایل شود. با توجه به عدم

**REFERENCES**

1. Yarbrough DE, Thompson GB, Kasperbauer JL, Harper CM, Grant CS. Intraoperative electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve in reoperative thyroid and parathyroid surgery. *Surgery*. 2004;136(6):1107-15.
2. Sataloff RT, Mandel S, Mann EA, Ludlow CL. Practice parameter: laryngeal electromyography (an evidence-based review). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;130(6):770-9.
3. Koufman JA, Postma GN, Whang CS, Rees CJ, Amin MR, Belafsky PC, et al. Diagnostic laryngeal electromyography: the Wake Forest experience 1995-1999. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001;124(6):603-6.
4. Shemirani NL, Halum SL, Merati AL, Toohill RJ, Jaradeh S. Cricopharyngeal electromyography: patterns of injury based on etiology. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;137(5):792-7.
5. Koivu MK, Jääskeläinen SK, Falck BB. Multi-MUP analysis of laryngeal muscles. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(7):1077-81.