

بررسی فرکانس پایه، شدت صدا، جیتر و شیمیر واکه /a/ در وضعیت‌های مختلف سر و گردن در افراد سالم: یک مطالعه مقایسه‌ای مقطعی

فریبا مجیری^۱، پروین شاکری^۲، ابراهیم صادقی دمنه^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر وضعیت سر و گردن بر ویژگی‌های آکوستیکی مانند فرکانس پایه، شدت صدا، آشفستگی دامنه و آشفستگی فرکانس واکه /a/ بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-تحلیلی-مقطعی، ۳۳ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس مورد بررسی قرار گرفتند و از آن‌ها درخواست شد که صدای /a/ را در سه موقعیت وضعیت سر در راستای تنه (طبیعی)، سر رو به جلو (خمیده) و سر کشیده به عقب (کشیده) در حالت نشسته بکشند. میانگین فرکانس پایه، آشفستگی فرکانس، شدت صدا و آشفستگی دامنه به وسیله نرم‌افزار Praat استخراج گردید و سپس با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی Least significant difference (LSD) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری در میانگین فرکانس پایه بین دو موقعیت خمیده و کشیده سر ($P = 0/024$) و دو موقعیت خمیده و طبیعی سر ($P = 0/04$) در زنان مشاهده گردید. شدت صدا در مردان بین دو موقعیت خمیده و کشیده سر ($P = 0/005$) و دو موقعیت طبیعی و خمیده سر ($P = 0/006$) معنی‌دار بود. میانگین آشفستگی فرکانس پایه در سه موقعیت سر، نه در زنان ($P = 0/907$) و نه مردان ($P = 0/795$) معنی‌دار نبود. در مردان تفاوت معنی‌داری در میانگین آشفستگی دامنه بین دو موقعیت طبیعی و کشیده سر ($P = 0/022$) و دو موقعیت طبیعی و خمیده سر ($P = 0/013$) وجود داشت.

نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه گرفت که بهترین موقعیت برای صداسازی، هم‌راستا بودن سر و گردن، تنه و لگن می‌باشد و هر تغییری در این وضعیت می‌تواند بر شاخص‌های آکوستیک تأثیر بگذارد. اگرچه برخی شاخص‌ها در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند، این یافته‌ها می‌توانند از نظر بالینی به ویژه در کاربران حرفه‌ای صدا حایز اهمیت باشد.

کلید واژه‌ها: فرکانس پایه؛ جیتر؛ شدت صدا؛ شیمیر؛ وضعیت سر

ارجاع: مجیری فریبا، شاکری پروین، صادقی دمنه ابراهیم. بررسی فرکانس پایه، شدت صدا، جیتر و شیمیر واکه /a/ در وضعیت‌های مختلف سر و گردن در افراد سالم: یک مطالعه مقایسه‌ای مقطعی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۳؛ ۲۰: ۲۰.

تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۰

تولید صدای طبیعی عوامل متعددی دخالت مستقیم و غیر مستقیم دارند که از آن جمله می‌توان به سلامت ساختاری تارآواها و سایر عضلات داخلی حنجره، سلامت سیستم عصبی-عضلانی و عدم وجود مشکلات عملکردی اشاره نمود (۶). عواملی مانند مشکلات شخصیتی (۸، ۷)، ریفلاکس حنجره‌ای-حلقی (۱۰)، مشکلات عصبی-عضلانی (۱۱) و آسیب‌های ساختاری مانند ندول، پولیپ، کیست و تومورها (۱۲)، منجر به اختلالات صوتی و تغییر در کیفیت، زیر و بمی و بلندی صدا می‌شوند.

مقدمه

صدا (Voice) یکی از مهم‌ترین اجزای ارتباط کلامی (Verbal communication) بین انسان‌ها است و آن‌ها را توانا می‌سازد تا احساسات و عقایدشان را انتقال دهند (۱). هرگونه تغییر در شاخص‌های صدا و آسیب به عملکرد آن، ممکن است روی کیفیت زندگی شخص اثر بگذارد، ارتباط فرد را محدود کند و بر جنبه‌های اجتماعی زندگی فرد تأثیر داشته باشد (۴-۲). در حال حاضر اختلالات صوتی به دلیل عادات غلط و استفاده نادرست از صدا، رو به افزایش است (۵). در

- ۱- مربی، گروه گفتار درمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
 - ۲- کارشناس ارشد، گروه گفتار درمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
 - ۳- استاد، گروه ارتوز و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- نویسنده مسؤول: فریبا مجیری؛ مربی، گروه گفتار درمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: mojiri@rehab.mui.ac.ir

عضلات داخلی در تولید مناسب صوت می‌باشند (۳۱). لازم به ذکر است که این رابطه دو طرفه می‌باشد؛ چرا که استفاده نادرست از صدا که یکی از دلایل اختلالات عملکردی صوت است، باعث بر هم زدن هماهنگی مکانیسم‌های تولید صوت و فعالیت نامنظم عضلات داخلی و خارجی حنجره می‌شود و عامل مخرب کیفیت صوت به ویژه در استفاده‌کنندگان حرفه‌ای از صوت می‌باشد (۳۲).

همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، متخصصان علم آواز و صدا بر تأثیر وضعیت بدن بر صدا توافق نظر دارند، اما وضعیت بهینه و مناسب را به طور کمی و دقیق گزارش نکرده‌اند. همچنین، روش انجام برخی از این تحقیقات متناسب با وضعیت سر و گردن در حالت طبیعی حین گفتار نمی‌باشد. در یکی از این پژوهش‌ها، برای بررسی اثر وضعیت سر بر ویژگی‌های صوتی، از تصویربرداری Magnetic resonance imaging (MRI) استفاده شده است که در آن فرد باید در حالت خوابیده به پشت باشد؛ در حالی که فرد در حین گفتار اغلب در حالت نشسته یا ایستاده است و حالت خوابیده به پشت وضعیت معمول برای تولید صوت و گفتار نیست و نمی‌توان نتایج آن را به حالت‌های معمول در تولید صوت و گفتار نسبت داد (۳۳). مطالعه دیگری، استفاده از ابزارهای کمی برای بررسی صدا در موقعیت مختلف وضعیت بدنی را پیشنهاد داده است (۳۴). در تحقیق حاضر برای تعیین وضعیت سر، از نشانه‌های عینی و قابل استفاده در کلینیک استفاده گردید که انجام آن در محیط بالینی ممکن بود و عوارض جانبی روش‌های پیشین را برای فرد ندارد. همچنین، برای ارزیابی صدا نیز از آن اندازه‌گیری‌های استاندارد صدا، یعنی ارزیابی آکوستیک استفاده شده است (۳۵، ۳۶).

هدف از انجام پژوهش حاضر، دستیابی به نتایج دقیق‌تر و مبتنی بر شواهد عینی درباره این پرسش است که آیا تغییر وضعیت سر می‌تواند تغییرات قابل توجهی در ویژگی‌های آکوستیکی صدا ایجاد کند یا خیر؟ به طور مشخص، مطالعه حاضر در پی پاسخ به این سؤالات است که آیا قرارگیری سر در وضعیت‌های کشیده به عقب (اکستشن) و خم شده به جلو (فلکشن) موجب تغییر معنی‌دار در ویژگی‌های آکوستیکی صدا می‌شود؟

مواد و روش‌ها

حجم نمونه و شرکت‌کنندگان: در این تحقیق توصیفی-تحلیلی-مقطعی، حجم نمونه برای تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر مطابق رابطه ۱ با فرض خطای نوع اول (α) ۵ درصد ($Z = 1/96$)، توان آماری ۸۰ درصد ($Z = 84$ درصد)، تعداد مشاهدات ($W = 3$) و ضریب همبستگی درون خوشه‌ای (بین مشاهدات مکرر) برابر با $\rho = 0/6$ که منجر به $R \cong 0/8$ برای تشخیص اندازه اثر استاندارد شده‌ای به مقدار $\Delta = 1$ می‌شود، محاسبه گردید. به این ترتیب، حجم نمونه ۱۷ نفر به دست آمد که این تعداد برای جبران بی‌پاسخی‌های احتمالی به ۳۳ نفر افزایش یافت.

$$R = \left[\frac{1+(w-1)\rho}{w} \right] \quad \text{رابطه ۱}$$

$$n_{\text{repeated}} = R \left[\frac{2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{\Delta^2} + \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2}{4} \right]$$

نمونه‌گیری به صورت در دسترس و از بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که دارای معیارهای ورود بودند، در تابستان سال ۱۳۹۹ انجام شد. اهداف مطالعه به زبان ساده برای هر فرد توضیح داده می‌شد و در صورت داشتن رضایت کامل جهت شرکت در تحقیق، از وی رضایت‌نامه آگاهانه کتبی

از عوامل مهمی که در تولید صدا تأثیر بسزایی دارد، وضعیت بدنی (Posture) مناسب می‌باشد (۲). منظور از وضعیت مناسب، وضعیتی است که در آن بدن با حداقل انرژی در سیستم عصبی-عضلانی و بدون فشار بر عضلات و بافت‌های بدن بتواند عملکرد مناسبی داشته باشد (۱۴، ۱۳). بسیاری از معلمان صدا بر اهمیت وضعیت قرارگیری صحیح سر و گردن برای آواز خواندن تأکید می‌کنند (۱۶، ۱۵)، اما شرایط فیزیکی یک وضعیت مناسب کاملاً مشخص نیست و در مورد تأثیر موقعیت‌های مختلف سر بر کیفیت صدا هم اتفاق نظر وجود ندارد (۱۷). Miller وضعیت مناسب را حالتی بیان می‌کند که در آن سر، گردن و بالاتنه با لگن و نواحی اطراف آن در یک راستا قرار دارند (۱۸). McKinney معتقد است که سر نباید به جلوی شانه‌ها آویزان باشد و خواننده باید احساس کند که چانه‌اش کمی در داخل فرو رفته است (۱۹). پژوهش‌های متعددی به وجود ارتباط بین وضعیت سر با مشکلات صوتی به خصوص اختلال در جریان هوا، رزونانس و کنترل زیر و بمی اشاره کرده‌اند (۲۱، ۲۰، ۱۳، ۲). Gilman و Johns گزارش می‌دهند که تلاش صوتی خوانندگان برای حفظ کیفیت صدا در موقعیت اغراق‌آمیز سر به جلو و عقب افزایش می‌یابد (۲۲).

با توجه به موارد فوق، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات موقعیتی جمجمه‌ای-گردنی بر صداسازی تأثیر می‌گذارد؛ چرا که سیستم اسکلتی-عضلانی مانند یک زنجیر می‌باشد و تغییر در یک مفصل، می‌تواند عواقبی در هر نقطه از زنجیره حرکتی ایجاد نماید. این تغییرات می‌تواند عملکرد عصبی، استقامت، قدرت، تعادل و هماهنگی عضلات، عملکرد تنفس و در نهایت، صدا را متأثر کند (۲۳). از طرف دیگر، عدم تعادل در سر و گردن، منجر به تغییر در شکل بافت نرم حلق و اثر منفی بر عضلاتی که حنجره را بالا می‌برند، می‌شود و در کنترل زیر و بمی، تشدید و کیفیت صوت اثر می‌گذارد (۲۵، ۲۴).

صداسازی فقط نتیجه فعالیت عضلات داخلی حنجره نیست، بلکه عضلات اطراف حنجره (عضلات خارجی حنجره) (Extrinsic laryngeal muscles) نیز اثر غیر مستقیمی بر صداسازی دارند. کشیدگی و انقباض این عضلات به عنوان یکی از علل اختلالات عملکردی صوت در نظر گرفته می‌شود (۲۶، ۲۷). از طرف دیگر، عضلات خارجی حنجره (سوپراهایوئید و اینفرهایوئید)، باعث حفظ وضعیت طبیعی و ثبات حنجره می‌شوند که منجر به ارتعاش صحیح تارآواها و تولید صوت طبیعی می‌گردد (۲۸). از مهم‌ترین این عضلات، عضله استرنوکلایدوماستوئید و عضلات اسکالنوس می‌باشند. انقباض بیش از حد این عضلات، منجر به وضعیت نامناسب سر و گردن می‌شود و روی آواسازی اثر غیر مستقیم می‌گذارد (۲۹). خوانندگان در حین اجرا از راهکارهای تنفسی مختلفی استفاده می‌کنند که نتیجه عملکرد عضله استرنوکلایدوماستوئید و عضلات اسکالنوس می‌باشد. کشیدگی زیاد این عضلات به عنوان یکی از رایج‌ترین خطاهای تکنیکی در خوانندگی است که منجر به فشار زیاد روی سایر عضلات، درد گردن و نواحی بالاتر از آن و اختلال در صدا می‌شود. مطالعات اخیر در مورد غیر خوانندگان نیز نشان داده است که عضله استرنوکلایدوماستوئید و استخوان جناغ بر موقعیت حنجره اثر می‌گذارند و فعالیتشان در طی تنفس و آواسازی پرفشار افزایش پیدا می‌کند (۳۰).

به طور خلاصه می‌توان گفت که آواسازی به حرکت سریع و هماهنگ تارهای صوتی نیاز دارد؛ به طوری که نزدیک شدن، دور شدن و کشیدگی تارهای صوتی توسط عضلات داخلی حنجره انجام می‌شود و عضلات خارجی حنجره نیز نقش بسیار مهمی در بالا و پایین بردن حنجره دارند و مکمل حرکات

جدول ۲. نتایج معنی‌داری آزمون تعقیبی (LSD) Least significant difference بین موقعیت‌های مختلف سر

وضعیت‌های مورد مقایسه سر	مقدار P فرکانس پایه زنان	مقدار P شدت صدای آقایان	مقدار P آشفته‌گی دامنه آقایان
کشیده	۰/۰۲۴	۰/۰۰۵	۰/۸۳۱
کشیده	۰/۸۳۷	۰/۹۱۷	۰/۰۲۲
خمیده	۰/۰۴۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳

با توجه به معنی‌دار بودن تفاوت میانگین شدت صدا و آشفته‌گی دامنه (Shimmer) در مردان و نیز میانگین فرکانس پایه در زنان، در سه وضعیت طبیعی، خمیده و کشیده سر، برای مشخص کردن این که این تفاوت‌ها دقیقاً میان کدامیک از وضعیت‌ها معنی‌دار بوده است، از آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به نتایج جداول ۱ و ۲، بین میانگین فرکانس پایه در زنان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = ۰/۰۴۵$) و با توجه به نتایج آزمون تعقیبی LSD، این تفاوت بین دو وضعیت کشیده و خمیده سر ($P = ۰/۰۲۴$) و دو وضعیت خمیده و طبیعی سر معنی‌دار بود ($P = ۰/۰۴۰$)، اما بین میانگین فرکانس پایه در آقایان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P = ۰/۴۱۱$). بین آشفته‌گی فرکانس پایه خانم‌ها ($P = ۰/۹۰۰$) و آقایان ($P = ۰/۷۰۰$) در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بین شدت صدا در زنان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P = ۰/۹۰۰$). بین شدت صدا در آقایان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = ۰/۰۰۶$) و با توجه به نتایج آزمون تعقیبی LSD، تفاوت شدت صدا در آقایان بین دو وضعیت کشیده و خمیده سر ($P = ۰/۰۰۵$) و دو وضعیت خمیده و طبیعی سر ($P = ۰/۰۰۶$) معنی‌دار بود، اما بین دو وضعیت کشیده و طبیعی سر معنی‌دار نبود ($P = ۰/۹۱۷$). آشفته‌گی دامنه در زنان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P = ۰/۰۹۶$). بر اساس نتایج آزمون ANOVA، بین آشفته‌گی دامنه در آقایان در سه وضعیت سر تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = ۰/۰۲۳$). با توجه به نتایج آزمون تعقیبی LSD، آشفته‌گی دامنه بین دو وضعیت کشیده و طبیعی سر ($P = ۰/۰۲۲$) و دو وضعیت خمیده و طبیعی سر ($P = ۰/۰۱۳$) معنی‌دار بود، اما بین دو وضعیت کشیده و خمیده سر معنی‌دار نبود ($P = ۰/۸۳۱$).

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که تغییر جایگاه سر در خانم‌ها بیشتر از آقایان بر ویژگی‌های فرکانسی تأثیر می‌گذارد. در زنان بین میانگین فرکانس پایه در دو وضعیت کشیده و خمیده سر و همچنین، بین دو وضعیت خمیده و طبیعی سر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بسیاری از عضلات گردن در تغییر موقعیت حنجره نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند. هنگامی که سر به جلو خم می‌شود، عضلات دیگاستریک و جنیوهایوئید (عضلات بالابرنده حنجره) منقبض می‌شوند و استخوان لامی را بالا می‌کشند. در نتیجه، غضروف تیروئید نیز بالا کشیده می‌شود. بالا رفتن غضروف تیروئید، منجر به افزایش کشیدگی عضله کریکوتیروئید می‌گردد و فرکانس پایه افزایش می‌یابد (۴۵). از طرف دیگر، بالا رفتن حنجره منجر به کشیدگی عضله کریکوتیروئید می‌شود و بر تنظیمات فرکانسی آن مؤثر خواهد بود (۴۶). به طور کلی، تغییر وضعیت سر به عقب و جلو بر انقباض مؤثر عضله کریکوتیروئید تأثیر می‌گذارد و منجر به تغییرات

فرکانس پایه می‌شود (۴۷). مقدار آشفته‌گی فرکانس چه در زنان و چه مردان در سه وضعیت سر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. آشفته‌گی فرکانس و آشفته‌گی دامنه در اختلالات صوتی اغلب افزایش می‌یابند و هر قدر کوچک‌تر باشند، نشان از طبیعی‌تر بودن صدا دارد. در مطالعه حاضر، در زنان آشفته‌گی فرکانس و آشفته‌گی دامنه در دو وضعیت خمیده و طبیعی سر از وضعیت کشیده کمتر بود و می‌توان نتیجه گرفت که کشیدگی سر به عقب در زنان، منجر به اثری نامطلوبی روی صدا خواهد شد. هر چند که از نظر آماری این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. در آقایان تغییر وضعیت سر تأثیر بسیار زیادی بر آشفته‌گی دامنه دارد و در وضعیت کشیده و خمیده سر، مقدار عددی آن بیش از وضعیت طبیعی بود. وضعیت سر در زنان مورد بررسی تأثیر زیادی بر شدت صدا نداشت، اما در آقایان تفاوت معنی‌داری ایجاد کرد. شدت صدا تحت تأثیر فشار ساب‌گلوت و تماس تارآواها تغییر می‌یابد. می‌توان نتیجه گرفت که تغییر وضعیت سر به سمت جلو و عقب، روی تماس تارآواها و میانگین جریان و فشار هوای ساب‌گلوت اثر می‌گذارد و باعث تغییرات شدت و دامنه صوت می‌شود (۴۸).

افزایش هم‌زمان شدت صدا و شیمر در وضعیت خمیده سر در مردان را می‌توان بر اساس تغییرات بیومکانیکی زنجیره عضلات خارجی حنجره تبیین کرد. فلکشن گردن با نزدیک شدن استخوان هیوئید به جناغ سینه و تغییر زاویه تیروهیوئید، می‌تواند فشار غیر فیزیولوژیک بر مجرای صوتی و تارهای صوتی وارد کند و کارایی بستن کامل و متقارن گلو را مختل سازد (۵۰، ۴۹). اختلال در تقارن و کامل بودن بسته شدن گلو، به طور مستقیم دامنه ارتعاش تارهای صوتی را نامنظم‌تر می‌کند و شیمر را افزایش می‌دهد؛ همین بی‌ثباتی می‌تواند به طور جبرانی با افزایش فشار زیرچاکنایی برای حفظ صدا همراه شود که به نوبه خود شدت صدا را نیز بالا می‌برد (۵۱). این یافته با گزارش‌های پیشین درباره نقش وضعیت گردن در بروز دیسفونی ناشی از تنش عضلانی هم‌راستا است؛ جایی که تنش عضلانی غیر طبیعی گردن با الگوهای جبرانی ناکارآمد آواسازی مرتبط دانسته شده است (۲۱).

در مقابل، در زنان اثر غالب وضعیت خمیده بر فرکانس پایه ظاهر شد، نه بر شدت یا شیمر. این تفاوت جنسیتی را می‌توان تا حدی به تفاوت‌های آناتومیک حنجره زنان و مردان نسبت داد. تارهای صوتی کوتاه‌تر و نازک‌تر زنان و برجستگی کمتر غضروف تیروئید، حساسیت بیشتری به تغییرات طول و کشش ناشی از جا به جایی هیوئید در وضعیت فلکشن نشان می‌دهند که به طور مستقیم بر تنش عضله کریکوتیروئید و در نتیجه، بر فرکانس پایه اثر می‌گذارد (۵۲). این یافته با نتایج پژوهش Knight و Austin (۵۳) همسو است. آن‌ها نشان دادند که زاویه سر ارتباط مستقیم و نظام‌مندی با تغییرات فرکانس پایه دارد (۵۳) و همچنین، با یافته‌های مطالعه Lin و همکاران که تغییر وضعیت سر را عامل مؤثری بر شاخص‌های پرتوربیشن صدا معرفی کردند (۴۹)، همخوانی داشت. هر چند در بررسی حاضر بر خلاف تحقیق Lin و همکاران که بر اکستنشن سر متمرکز بود (۴۹)، فلکشن به عنوان وضعیت تأثیرگذارتر شناسایی

الکترومیوگرافی عضلات حنجره‌ای نیز از محدودیت‌های روش‌شناختی پژوهش می‌باشد که می‌تواند در مطالعات آینده جبران شود.

پیشنهادها

با توجه به حجم نمونه نسبتاً محدود مطالعه حاضر (۱۸ زن و ۱۵ مرد)، توصیه می‌شود پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر انجام شود تا توان آماری کافی برای شناسایی اثرات کوچک‌تر (مانند تغییرات جزئی جیتر که در مطالعه حاضر معنی‌دار نبود) فراهم گردد و امکان تعمیم‌پذیری بیشتر نتایج به جمعیت عمومی وجود داشته باشد. همچنین، از آن‌جا که مکانیسم دقیق اثر فلکشن بر شدت و شیم در مردان و بر فرکانس پایه در زنان در تحقیق حاضر تنها بر پایه استنباط نظری تبیین شد، پیشنهاد می‌گردد پژوهش‌های آینده از ابزارهای مکمل مانند الکترومیوگرافی سطحی (Surface electromyography یا sEMG) عضلات خارجی حنجره (استرنوتیروئید، تیروئید)، ویدئواستروپوسکوپی برای مشاهده مستقیم الگوی بسته شدن گلو و یا اندازه‌گیری فشار زیر چاکنایی استفاده کنند تا مکانیسم فیزیولوژیک اثر وضعیت سر به طور مستقیم و کمی تأیید گردد. مطالعه حاضر با طراحی مقطعی و در شرایط آزمایشگاهی کوتاه‌مدت انجام شد. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده با طرح‌های طولی، اثر قرارگیری طولانی مدت در وضعیت‌های نامناسب گردنی (مانند ساعات کاری واقعی معلمان یا کاربران رایانه) را بر شاخص‌های آکوستیکی و بروز خستگی صوتی یا دیسفونی تنشی عضلانی بررسی کنند تا رابطه علی میان وضعیت مزمن گردن و اختلالات صوتی شغلی روشن‌تر شود. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر در جمعیت سالم، توصیه می‌شود اثر وضعیت سر و گردن در جمعیت‌های دارای اختلال صوتی موجود (مانند بیماران مبتلا به دیسفونی تنشی عضلانی) و نیز در مشاغل پرخطر صوتی (معلمان، خوانندگان، مجریان، کارکنان مراکز تماس) به صورت مقایسه‌ای با گروه سالم بررسی گردد تا کاربرد بالینی یافته‌ها در غربالگری و توان‌بخشی صدا مشخص‌تر گردد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در میان سه وضعیت بررسی شده، فلکشن (خمیدگی) سر و نه اکستنشن، بیشترین اثر مخرب را بر ویژگی‌های آکوستیکی صدا داشت که دارای این الگوی جنسیتی متمایز (شدت صدا و شیم در مردان در برابر فرکانس پایه در زنان) بود. این نتایج ضمن تأیید حساسیت مکانیزم آواسازی به تغییرات وضعیتی گردن، بر لزوم توجه به وضعیت‌دهی استاندارد سر در ارزیابی‌های آکوستیکی صدا و طراحی مداخلات ارگونومیک متناسب با جنسیت در جمعیت‌های در معرض خطر صوتی تأکید می‌کند. موضوع قابل اهمیت دیگر در تغییر وضعیت سر به جلو این است که عده‌ای از استفاده‌کنندگان حرفه‌ای صدا در حین اجرا از این تکنیک استفاده می‌کنند و احساس رضایت نسبی از افزایش دامنه صدا دارند. این احساس طولانی مدت نمی‌باشد و به دلیل این که ناشی از تلاش صوتی در این موقعیت می‌باشد، در درازمدت منجر به تأثیر نامطلوب بر کیفیت صدا خواهد بود. بنابراین، بهترین موقعیت سر و گردن که تعدادی از محققان صدا از جمله Miller به آن اصطلاح «Noble posture» داده‌اند، وضعیتی است که در آن سر و گردن در راستای تنه و لگن قرار داشته باشد (۱۸).

گردید. این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت در طراحی پژوهش (مقایسه سه وضعیتی در برابر دو گانه)، جمعیت مورد بررسی و یا تفاوت در تعریف عملیاتی زوایای فلکشن و اکستنشن باشد.

نکته قابل تأمل دیگر، عدم تفاوت معنی‌دار بین وضعیت طبیعی و کشیده در هر سه متغیر بود. این یافته نشان می‌دهد که اکستنشن ملایم سر بر خلاف فلکشن، ممکن است در محدوده تحمل فیزیولوژیک زنجیره عضلات هیونیدی-حنجره‌ای قرار گیرد و مکانیسم‌های جبرانی طبیعی بدن (مانند تنظیم خودکار تنش عضله کریکوتیروئید) بتواند اثر آن را خنثی کند؛ در حالی که فلکشن با فشردگی بیشتر ساختارهای گردنی، از این ظرفیت جبرانی فراتر می‌رود. این الگو با شواهد بالینی مرتبط با «وضعیت سر به جلو» همخوانی دارد که اغلب با کاهش زاویه کرانیوورترال (نشانه فلکشن) و نه اکستنشن، همراه با اختلالات صوتی گزارش شده است (۵۴، ۲).

بر خلاف شدت صدا، شیم و فرکانس پایه، آشفستگی فرکانس پایه (جیتر) در هیچ یک از دو جنس تحت تأثیر معنی‌دار وضعیت سر قرار نگرفت. این یافته با نتایج مطالعه Lin و همکاران که نشان داد شیم نسبت به تغییر وضعیت سر حساس‌تر از جیتر است (۴۹)، مطابقت داشت. تبیین محتمل آن است که جیتر بیشتر بازتاب دهنده بی‌ثباتی‌های عصبی-عضلانی ظریف در کنترل دوره نوسان تارهای صوتی است؛ در حالی که شیم و شدت صدا به تغییرات مکانیکی برجسته‌تر در دامنه ارتعاش و فشار هوا حساس‌تر می‌باشند. بنابراین، تغییرات وضعیتی کوتاه‌مدت گردن احتمالاً برای ایجاد اختلال قابل سنجش در نظم دوره‌ای فرکانس (جیتر) کافی نیستند؛ هرچند می‌تواند دامنه ارتعاش و فشار زیر چاکنایی را متأثر سازند (۵۶، ۵۵).

این یافته‌ها اهمیت عملی قابل توجهی برای دو گروه دارند. نخست در حوزه ارزیابی دستگاهی صدا، نتایج نشان می‌دهد که وضعیت سر به ویژه فلکشن می‌تواند به عنوان یک متغیر مخدوش‌کننده در اندازه‌گیری‌های آکوستیکی عمل کند. بنابراین، استانداردسازی وضعیت سر (به طور مثال با کنترل زاویه کرانیوورترال) هنگام ضبط نمونه‌های صوتی در آزمایشگاه‌ها و کلینیک‌های گفتار درمانی ضروری است (۵۳، ۴۹).

دوم در حوزه استفاده حرفه‌ای از صوت، با توجه به شیوع بالای وضعیت سر به جلو (فلکشن مزمن) در مشاغل معلمان، کارکنان اداری و کاربران مداوم صفحه نمایش، یافته‌های پژوهش حاضر پشتوانه تجربی تازه‌ای برای ارتباط این عادت وضعیتی با بی‌ثباتی صوتی افزایش شیم و شدت در مردان، افزایش فرکانس پایه در زنان را فراهم می‌آورد و بر ضرورت مداخلات اصلاحی وضعیتی در برنامه‌های پیشگیری از اختلالات صوتی شغلی و دیسفونی ناشی از تنش عضلانی تأکید می‌کند (۲۸، ۲۱).

محدودیت‌ها

نتایج مطالعه حاضر باید با احتیاط تفسیر شود. حجم نمونه (۱۸ زن و ۱۵ مرد) نسبتاً محدود بود و توان آماری برای شناسایی اثرات کوچک‌تر (مانند تغییرات جیتر) را کاهش می‌دهد. همچنین، طراحی تحقیق بر پایه ارزیابی مقطعی و در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده انجام گرفت و تعمیم آن به وضعیت‌های پویا و طولانی مدت واقعی (مانند ساعات کاری طولانی) نیازمند احتیاط است. عدم اندازه‌گیری هم‌زمان شاخص‌های تکمیلی مانند زاویه کرانیوورترال دقیق یا

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و تمام شرکت‌کنندگان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
جذب منابع مالی برای انجام پروژه: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی پروژه: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
جمع‌آوری داده‌ها: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
تحلیل و تفسیر نتایج: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
خدمات تخصصی آمار: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
تنظیم دست‌نوشته: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه

ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه
مسئولیت حفظ و یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: فریبا مجیری، پروین شاکری، ابراهیم صادقی دمنه

منابع مالی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۳۹۹۱۰۴ و کد اخلاق IR.MUI.RESEARCH.REC.1399.137، مصوب معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

- Harford EE, Holt LL, Abel TJ. Unveiling the development of human voice perception: Neurobiological mechanisms and pathophysiology. *Curr Res Neurobiol*. 2024; 6: 100127.
- Cardoso R, Lumini-Oliveira J, Meneses RF. Associations between posture, voice, and dysphonia: a systematic review. *Journal of Voice*. 2019; 33(1): 124.
- Godino-Llorente JI, Saenz-Lechon N, Osma-Ruiz V, Aguilera-Navarro S, Gómez-Vilda P. An integrated tool for the diagnosis of voice disorders. *Medical engineering & physics*. 2006; 28(3): 276–89.
- Porcaro CK, Singer C, Djokic B, Danesh AA, Tappen R, Engstrom G. Perceived voice disorders in older adults and impact on social interactions. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*. 2021; 6(1): 143–50.
- Huston MN, Puka I, Naunheim MR. Prevalence of voice disorders in the United States: a national survey. *The Laryngoscope*. 2024; 134(1): 347–52.
- Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *J Acoust Soc Am*. 2016; 140(4): 2614.
- Josep V-R, Laura G-S, Jesús V-G. Relations between Dysphonia and Personality: An Approximation from Gray Theories. *Journal of Voice*. 2024; 38(2): 542.
- Amir O, Noam G, Primov-Fever A, Epstein R, Alston M, Gutman I. Voice disorders and personality: New steps on an old path. *Journal of Voice*. 2023.
- Ranjbar PA, Alnouri G, Vance D, Park J, Suresh A, Acharya P, et al. The Prevalence of Esophageal Disorders among Voice Patients with Laryngopharyngeal Reflux—A Retrospective Study. *Journal of Voice*. 2022; 36(3): 410–2.
- Sataloff RT, Hawkshaw MJ, Gupta R. Laryngopharyngeal reflux and voice disorders: an overview on disease mechanisms, treatments, and research advances. *Discovery medicine*. 2010; 10(52): 213–24.
- Snow G, Guardiani E. Movement disorders and voice. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2019; 52(4): 759–67.
- Dursun G, Karatayli-Ozgunsoy S, Ozgunsoy OB, Tezcaner ZC, Coruh I, Kilic MA. Influence of the macroscopic features of vocal fold polyps on the quality of voice: a retrospective review of 101 cases. *ENT: Ear, Nose & Throat Journal*. 2010; 89(3).
- Rubin JS, Blake LM, Kanona H. The effects of posture on voice. *Treatment of Voice Disorders*. 2017:153–63.
- Cirilo TAS, Oliveira VGd, Ceniz AA, Tanigute CC, Fernandes ACN, Silva Emd. Singers' postural alignment and vocal quality. *Audiology-Communication Research*. 2021; 26: e2499.
- Longo L, Di Stadio A, Ralli M, Marinucci I, Ruoppolo G, Dipietro L, et al. Voice parameter changes in professional musician-singers singing with and without an instrument: The effect of body posture. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*. 2020; 72(4): 309–15.
- Peultier-Celli L, Audouin M, Beyaert C, Perrin P. Postural control in lyric singers. *Journal of Voice*. 2022; 36(1): 141.
- Wilson Arboleda BM, Frederick AL. Considerations for Maintenance of Postural Alignment for Voice Production. *Journal of Voice*. 2008; 22(1): 90–9.
- Miller R. Solutions for singers: Tools for performers and teachers: Oxford University Press; 2004.
- McKinney JC. The diagnosis and correction of vocal faults: A manual for teachers of singing and for choir directors: Waveland Press; 2005.
- Cardoso R, Meneses RF, Lumini-Oliveira J, Pestana P, Guimaraes B. Associations between teachers' posture, muscle tension and voice complaints. *Journal of Voice*. 2021; 35(6): 933.
- Rantala L, Sala E, Kankare E. Teachers' working postures and their effects on the voice. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*.

- 2018; 70(1): 24–36.
22. Gilman M, Johns MM. The effect of head position and/or stance on the self-perception of phonatory effort. *Journal of Voice*. 2017; 31(1): 131.
 23. Behrman A. Common practices of voice therapists in the evaluation of patients. *J Voice*. 2005; 19(3): 454–69.
 24. Arboleda BMW, Frederick AL. Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*. 2008; 22(1): 90–9.
 25. Fachinatto APA, de Campos Duprat A, e Silva MA, Bracher ESB, de Carvalho Benedicto C, Luz VBC, et al. Effect of spinal manipulative therapy on the singing voice. *Journal of Voice*. 2015; 29(5): 645.
 26. Nacci A, Fattori B, Mancini V, Panicucci E, Matteucci J, Ursino F, et al. Posturographic analysis in patients with dysfunctional dysphonia before and after speech therapy/rehabilitation treatment. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2012; 32(2): 115–21.
 27. Pettersen V, Westgaard RH. The Activity Patterns of Neck Muscles in Professional Classical Singing. *Journal of Voice*. 2005; 19(2): 238–51.
 28. Van Houtte E, Van Lierde K, Claeys S. Pathophysiology and Treatment of Muscle Tension Dysphonia: A Review of the Current Knowledge. *Journal of Voice*. 2011; 25(2): 202–7.
 29. Kennard EJ, Lieberman J, Saaid A, Rolfe KJ. A Preliminary Comparison of Laryngeal Manipulation and Postural Treatment on Voice Quality in a Prospective Randomized Crossover Study. *Journal of Voice*. 2015; 29(6): 751–4.
 30. Kooijman PGC, de Jong FICRS, Oudes MJ, Huinck W, van Acht H, Graamans K. Muscular Tension and Body Posture in Relation to Voice Handicap and Voice Quality in Teachers with Persistent Voice Complaints. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*. 2005; 57(3): 134–47.
 31. Story BH. Mechanisms of Voice Production. *The Handbook of Speech Production*. 2015. p. 34–58.
 32. Roy N. Functional dysphonia. *Current Opinion in Otolaryngology & Head & Neck Surgery*. 2003; 11(3): 144–8.
 33. Traser L, Burdumy M, Richter B, Vicari M, Echternach M. The Effect of Supine and Upright Position on Vocal Tract Configurations during Singing—A Comparative Study in Professional Tenors. *Journal of Voice*. 2013; 27(2): 141–8.
 34. Castillo-Allendes A, Delgado-Bravo M, Ponce AR, Hunter EJ. Muscle Activity and Aerodynamic Voice Changes at Different Body Postures: A Pilot Study. *Journal of Voice*. 2025; 39(2): 439–47.
 35. Barrett E, McCreesh K, Lewis J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: a systematic review. *Manual therapy*. 2014; 19(1): 10–7.
 36. Li G, Hou Q, Zhang C, Jiang Z, Gong S. Acoustic parameters for the evaluation of voice quality in patients with voice disorders. *Annals of Palliative Medicine*. 2021; 10(1): 13036–136.
 37. San Agustin CT, Wilmarth MA, Raymond J, Hilliard T. The amount and variation of craniovertebral angle changes in college-aged students using one-strapped and two-strapped backpacks and bags. *Orthopaedic Practice*. 2003; 15(3): 30–3.
 38. Lau M, Chiu TTW, Lam T-H. Measurement of craniovertebral angle with electronic head posture instrument: criterion validity. *Journal of rehabilitation research and development*. 2010; 47(9): 911–8.
 39. Park J, Kim J, Kim J, Kim K, Kim N, Choi I, et al. The effects of heavy smartphone use on the cervical angle, pain threshold of neck muscles and depression. *Advanced Science and Technology Letters*. 2015; 91(3): 12–7.
 40. Quek J, Pua Y-H, Clark RA, Bryant AL. Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*. 2013; 18(1): 65–71.
 41. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2011; 15(1): 114–24.
 42. Clarkson HM. *Musculoskeletal Assessment: Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength*: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
 43. Capon T. Standardised anatomical alignment of the head in a clinical photography studio. A comparison between the Frankfurt Horizontal and the natural head position. *Journal of visual communication in medicine*. 2016; 39(3-4): 105–11.
 44. Maryn Y. *Practical Acoustics in Clinical Voice Assessment: A Praat Primer*. Perspectives of the ASHA Special Interest Groups. 2017; 2(3): 14–32.
 45. Chiu C, Weng Y, Chen B-w. Tongue Postures and Tongue Centers: A Study of Acoustic-Articulatory Correspondences across Different Head Angles. *Frontiers in Psychology*. 2022; Volume 12 - 2021.
 46. Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2016; 140(4): 2614–35.
 47. Brockmann-Bauser M, Bohlender JE, Mehta DD. Acoustic Perturbation Measures Improve with Increasing Vocal Intensity in Individuals With and Without Voice Disorders. *Journal of Voice*. 2018; 32(2): 162–8.
 48. Chhetri DK, Park SJ. Interactions of subglottal pressure and neuromuscular activation on fundamental frequency and intensity. *The Laryngoscope*. 2016; 126(5): 1123–30.
 49. Lin E, Jiang J, Noon SD, Hanson DG. Effects of head extension and tongue protrusion on voice perturbation measures. *Journal of Voice*. 2000; 14(1): 8–16.
 50. Vilkman E, Sonninen A, Hurme P, Körkkö P. External laryngeal frame function in voice production revisited: a review. *Journal of Voice*. 1996; 10(1): 78–92.
 51. Węglarz K, Wszolek W, Hemmerling D. Effect of changing body position on selected voice parameters. *Vibrations in*

- Physical Systems. 2022; 33(3).
52. Zhang Z. Contribution of laryngeal size to differences between male and female voice production. The Journal of the Acoustical Society of America. 2021; 150(6): 4511–21.
53. Knight EJ, Austin SF. The effect of head flexion/extension on acoustic measures of singing voice quality. Journal of Voice. 2020; 34(6): 964.
54. Salahzadeh Z, Maroufi N, Ahmadi A, Behtash H, Razmjoo A, Gohari M, et al. Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2014; 27(2): 131–9.
55. Teixeira JP, Oliveira C, Lopes C. Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. Procedia Technology. 2013; 9: 1112–22.
56. Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. Acoustic measurement of overall voice quality: a meta-analysis. The Journal of the Acoustical Society of America. 2009; 126(5): 2619–34.

Fundamental Frequency, Voice Intensity, Jitter, and Shimmer of the Vowel /a/ in Different Head and Neck Postures in Healthy Individuals: A Comparative Cross-Sectional Study

Fariba Mojiri¹  , Parvin Shakeri²  ,
Ebrahim Sadeghi-Demneh³  

Abstract

Original Article

Introduction: This study aimed to investigate the effect of head and neck posture on the acoustic characteristics of the vowel /a/, namely fundamental frequency, voice intensity, shimmer, and jitter.

Materials and Methods: In this descriptive-analytical, cross-sectional study, 33 individuals were recruited via convenience sampling and asked to sustain the vowel /a/ in a seated position under three head positions: neutral (aligned with the trunk), flexed (head forward), and extended (head tilted backward). Mean fundamental frequency, jitter, voice intensity, and shimmer were extracted using Praat software and subsequently analyzed using analysis of variance (ANOVA) and the LSD post hoc test.

Results: In women, the mean fundamental frequency differed significantly between the flexed and extended head positions ($P = 0.024$) and between the flexed and neutral positions ($P = 0.04$). Voice intensity in men differed significantly between the flexed and extended positions ($P = 0.005$) and between the neutral and flexed positions ($P = 0.006$). Mean jitter did not differ significantly across the three head positions in either women ($P = 0.907$) or men ($P = 0.795$). In men, mean shimmer differed significantly between the neutral and extended positions ($P = 0.022$) and between the neutral and flexed positions ($P = 0.013$).

Conclusion: It can be concluded that the optimal posture for voice production is alignment of the head and neck with the trunk and pelvis, and that any deviation from this alignment may affect acoustic parameters. Although some acoustic parameters in this study did not show statistically significant differences, these findings may be clinically important, particularly for professional voice users.

Keywords: Fundamental frequency; Jitter; Voice intensity; Shimmer; Head posture

Citation: Mojiri F, Shakeri P, Sadeghi-Demneh E. **Fundamental Frequency, Voice Intensity, Jitter, and Shimmer of the Vowel /a/ in Different Head and Neck Postures in Healthy Individuals: A Comparative Cross-Sectional Study.** J Res Rehabil Sci 2024; 20.

Received date: 31.12.2023

Accept date: 04.02.2024

Published: 03.04.2024

1- Instructor, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Fariba Mojiri; Instructor, Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: mojiri@rehab.mui.ac.ir