شنوایی‌شناسی ـ دوره ۲۳، شماره ۳، ۱۳۹۳، ۲۱-۱۳

مقاله پژوهشی

پاسخ‌های شنوایی ساقهٔ مغز برانگیخته با گفتار در بزرگسالان فارسی‌زبان

محسن احدی[۱]، اکرم پوربخت[۱و۲]، امیرهمایون جعفری[۳و۴]، زهرا شیرژیان[۳]، امیرسالار جعفرپیشه[۳]

[۱]ـ گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

[۲]ـ مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

[۳]ـ گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۴]ـ مرکز تحقیقات رباتیک و تکنولوژی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پاسخ‌های شنوایی ساقهٔ مغز برانگیخته با گفتار در ارزیابی رمزگشایی تحت قشری محرک‌های گفتاری در زبان انگلیسی به‌کار رفته‌اند. این پردازش‌ها متأثر از تجربیات و زمینهٔ زبانی است. با در نظر گرفتن تفاوت‌های اکوستیکی خاص هر زبان، هدف از انجام این مطالعه به‌دست آوردن مقادیر هنجار پاسخ در بزرگسالان فارسی‌زبان بود.

روش بررسی: در ۴۸ فرد بزرگسال هنجار (۲۵ زن و ۲۳ مرد) با میانگین سنی ۲۲/۷ و انحراف معیار ۲/۰۵ سال، پاسخ شنوایی ساقهٔ مغز به هجای گفتاری /da/ از گوش راست ثبت شد. پس از شناسایی اجزای بخش آغازین، گذر از همخوان به واکه، بخش پریودیک و پاسخ به خاتمهٔ محرک، این مؤلفه‌ها در دو بازهٔ زمانی و فرکانسی مورد تحلیل قرار گرفت و با مقادیر هنجار ۹۵ درصد اطمینان در محدودهٔ سنی ۲۸-۱۸ سال مقایسه شد.

یافته‌ها: پاسخ به هجای گفتاری /da/ در تمامی افراد بزرگسال فارسی‌زبان مورد مطالعه قابل ثبت بود و مؤلفه‌های اصلی پاسخ هم‌پوشانی بالایی با مقادیر منتشر شده در زبان انگلیسی داشت.

نتیجه‌گیری: این مطالعه مقادیر هنجار پاسخ‌های برانگیختهٔ شنوایی ساقهٔ مغز به هجای گفتاری در بزرگسالان فارسی‌زبان را ارائه کرده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد روش پیشنهادی انجام آزمون و مهم‌تر از آن، شیوهٔ امتیازدهی بر مبنای اطلاعات هنجار به‌دست آمده در زبان انگلیسی را می‌توان در افراد فارسی‌زبان نیز بدون جایگزین کردن هجای ساختگی /da/ اصلی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: رمزگشایی گفتار، پاسخ‌های شنوایی ساقهٔ مغز، پردازش مرکزی شنوایی

(دریافت مقاله: ۹۲/۳/۱۰، پذیرش: ۹۲/۴/۱۱)

مقدمه

علی‌رغم شکایت اغلب مراجعه‌کنندگان به کلینیک‌های شنوایی‌شناسی از مشکل فهم گفتار، ارزیابی‌های شنوایی‌شناسی عموماً از مواد آزمونی غیرگفتاری استفاده می‌کنند. پاسخ‌های ساقهٔ مغزی به محرک‌های ساده (مانند کلیک و تن‌برست) در ارزیابی یک‌پارچگی مسیر شنوایی صعودی به شکلی گسترده کاربرد دارند. طی سال‌های اخیر، توجه به ضرورت استفاده از محرک‌های گفتاری محققان را ترغیب کرده است تا از روش‌های مبتنی بر گفتار استفاده کنند. یکی از این روش‌ها، آزمون پاسخ‌های شنوایی ساقهٔ مغز برانگیخته با گفتار (Speech ABR) است که با عنوان تجاری «بایومارک» یا شاخص زیستی پردازش شنوایی (Biological marker of auditory processing) توسط شرکت Natus Medical کشور آمریکا طراحی و ارائه شده است که به ارزیابی رمزگشایی هجای گفتاری /da/ در ساقهٔ مغز می‌پردازد(۱). تحقیقات متعدد نشان داده است که با استفاده از اصوات گفتاری می‌توان ABR را ثبت کرد(۲و۳). هجای گفتاری /da/ در زبان‌های زیادی وجود دارد و گزینه‌ای بین‌المللی محسوب

نویسنده مسئول: تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر، خیابان شهید شاه نظری، کوچه نظام، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، گروه شنوایی‌شناسی، کد پستی: ۱۳۴۸۷-۱۵۴۵۹، تلفن: ۰۲۱-۲۲۲۵۰۵۴۱، E-mail: pourbakht.a@iums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

می‌شود(۴) و طی دهۀ اخیر، نحوۀ رمزگشایی آن در ساقۀ مغز افراد انگلیسی‌زبان بررسی شده است. دقیقاً مانند ABR با محرک کلیک، پاسخ به هجای /da/ نیز دارای ریخت‌شناسی مشخصی است و در افراد با شنوایی هنجار و رشد طبیعی تغییرپذیری اندکی دارد. همچنین مشخص شده است که این ریخت‌شناسی خاص تا حد زیادی منعکس‌کنندۀ ویژگی‌های اکوستیکی و فونتیکی محرک‌های گفتاری است(۳-۱و۵). به همین دلیل، استفادۀ بالینی از هجای /da/ در ارزیابی عملکرد مرکزی شنوایی رواج یافته است. بر مبنای همین شواهد، دستگاه بایومارک در ایالات متحده امریکا به‌عنوان ابزاری عینی برای ارزیابی بالینی پردازش اصوات گفتاری در ساقۀ مغز و تشخیص مشکلات پردازش مرکزی شنوایی و اختلالات یادگیری عرضه شده است(۱و۳).

علی‌رغم وجود هجای گفتاری /da/ در اغلب زبان‌ها و از جمله زبان فارسی معیار، این پرسش وجود دارد که آیا استفاده از این روش و مقادیر هنجار آن در افراد غیرانگلیسی‌زبان (مانند فارسی‌زبان‌ها) بدون هیچ‌گونه تغییر امکان‌پذیر است؟ تحقیقات اخیر نشان داده است که حتی رمزگشایی تحت قشری گفتار نیز متأثر از تأثیرات طولانی‌مدت تجربیات زبانی(۶) و موسیقی(۷) است. مسیرهای عصبی که ارگان‌های حسی و مغز را به یکدیگر متصل می‌کنند، مسیرهایی دوطرفه هستند. بنابراین پاسخ Speech ABR تصویری از هر دو پردازش آوران و وابران است؛ یعنی علاوه بر اینکه بازنمایی درستی از پردازش آوران محسوب می‌شود، در عین حال متأثر از تمامی تجربیات فرد از صداهای برانگیزندۀ پاسخ است(۸). یکی از این تجربیات، زمینۀ زبانی است. مثال کلاسیک این مورد، ردگیری زیروبمی هجای‌های زبان چینی (ماندارین) است. در این نوع از زبان چینی، بر خلاف انگلیسی یا دیگر زبان‌های غربی، تن صدا به دریافت معنای کلمات کمک می‌کند. مطالعات مختلف نشان داده است که گویندگان این زبان قادرند تغییرات زیروبمی را خیلی بهتر و دقیق‌تر از افراد بدون تجربۀ زبان چینی (مثلاً انگلیسی‌زبان‌ها) تعقیب کنند. Krishnan و همکاران (۲۰۰۵، ۲۰۰۹) معتقدند تجربیات زبانی موجب تنظیم دقیق و ظریف عملکرد ساختارهای ساقۀ مغزی می‌شود. نظریۀ این محققان هم‌راستا با نظریه سلسله مراتب معکوس است که بیان می‌دارد ساختارهای قشری سطح بالا می‌توانند بر مبنای ضرورت‌های زیستی، ساختارهای ردۀ پایین‌تر را اصلاح کنند(۶و۹).

تأثیر تجربیات زبانی بر عملکرد شنوایی تحت قشری عمدتاً با مقایسۀ زبان انگلیسی و زبان‌های تونال (مانند ماندارین چینی) صورت گرفته است و مشخص نیست که آیا این یافته‌ها در زبان‌های غیر تونال (مانند فارسی) یا پارامترهای اکوستیکی دیگر غیر از زیر و بمی، مانند زمان شروع واک (Voice Onset Time: VOT) که در هر زبانی الگوی خاص به خود را دارد، نیز مصداق دارد یا خیر؟ به هنگام تولید هم‌خوان‌های انسدادی انفجاری مانند /da/، ارتعاش چین‌های صوتی با وقفۀ اندکی پس از رهش هم‌خوان صورت می‌گیرد. در مورد محرک مورد استفاده در دستگاه بایومارک، زمان شروع واک (VOT) معادل ۵+ میلی‌ثانیه است. در حالیکه صالحی و همکاران (۲۰۱۲)، VOT هم‌خوان انسدادی /d/ در گویندگان فارسی‌زبان را از ۲۳/۲۵- میلی‌ثانیه تا ۳۴/۲۰+ میلی‌ثانیه با میانگین ۱۶/۶۳ میلی‌ثانیه گزارش کردند(۱۰). در مطالعۀ بیجن‌خان و نوربخش (۲۰۰۹) نیز مشاهده شد که قرارگیری واکۀ /a/ بعد از هم‌خوان /d/ موجب می‌شود تا VOT تغییر کرده و به میانگین ۰/۲ و انحراف‌معیار ۱۵/۱ میلی‌ثانیه برسد(۱۱). بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، تعیین نحوۀ رمزگشایی اصوات گفتاری در ساقۀ مغز افراد بزرگسال فارسی‌زبان با استفاده از روش بایومارک، اندازه‌گیری بزرگی و زمان‌بندی پاسخ‌های ساقۀ مغز به هجای /da/ در سکوت و مقایسۀ پاسخ‌ها با مقادیر هنجار در زبان انگلیسی بود. جدا از اهمیت بالینی این موضوع، که منتج به مقادیر هنجار در افراد فارسی زبان می‌شود، از جنبۀ نظری نیز این هدف دارای اهمیت ویژه‌ای است؛ زیرا اگر مواجهۀ طولانی‌مدت با الگوی اکوستیکی خاص هجاها در زبان فارسی منجر به تغییر در رمزگشایی هم‌خوان‌های انفجاری در ساقۀ مغز شود، می‌توان انتظار داشت که ABR برانگیخته با هجای انگلیسی /da/ بین افراد فارسی‌زبان و انگلیسی‌زبان متفاوت باشد.

روش بررسی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

نمونه‌گیری به‌صورت مقطعی و از میان افراد در دسترس در دانشکدهٔ علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران صورت گرفت. در مجموع ۵۴ فرد داوطلب ارزیابی شدند که از این میان، اطلاعات به‌دست آمده از ۶ نفر به‌دلیل آمیخته بودن با نویز بیش از حد (نسبت سیگنال به نویز کمتر از ۱/۵) مورد تحلیل قرار نگرفت. بنابراین، نتایج ۴۸ فرد بزرگسال راست‌دست تک‌زبانهٔ فارسی‌زبان شامل ۲۵ زن (۵۲/۱٪) و ۲۳ مرد (۴۷/۹٪) در محدودهٔ سنی ۲۰ تا ۲۸ سال (با میانگین ۲۲/۷۷، انحراف‌معیار ۲/۰۵ سال) گزارش شده است. تاریخچهٔ ادیولوژیک و نورولوژیک کلیهٔ شرکت‌کنندگان هنجار بود و هیچ‌گونه سابقهٔ تشخیص اختلال یادگیری در آنها وجود نداشت. تمامی افراد از شنوایی هنجار (آستانهٔ کمتر از ۲۰ دسی‌بل در فرکانس‌های اکتاوی ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز) برخوردار بودند. شرکت‌کنندگان زبان انگلیسی را به‌عنوان زبان خارجی در دوران مدرسه آموخته بودند و از آن عمدتاً به‌منظور مطالعهٔ متون دانشگاهی استفاده می‌کردند و هیچ‌کدام زبان انگلیسی را برای صحبت کردن روزانه به‌کار نمی‌بردند. از تمامی افراد تحت مطالعه رضایت‌نامهٔ کتبی گرفته شد و کلیهٔ مراحل پژوهش به تأیید معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران رسید.

برای ثبت پاسخ‌های شنوایی ساقهٔ مغز برانگیخته با گفتار از هجای /da/ استفاده شد. آزمایش در اتاق ساکت و طی یک جلسه انجام گرفت. به منظور جلوگیری از تأثیرات مداخله‌گر نوسانات بیولوژیک بدنی، تمامی آزمایش‌ها در صبح و از ساعت ۹ الی ۱۲ انجام شد. ثبت پاسخ‌ها با استفاده از دستگاه Biologic Navigator Pro ساخت شرکت Natus Medical کشور آمریکا صورت گرفت. هجای /da/ به‌کار رفته حالت ساختگی داشت و از دیرش ۴۰ میلی‌ثانیه برخوردار بود. فرکانس پایه (F_0) این محرک به‌صورت خطی از ۱۰۳ تا ۱۲۵ هرتز افزایش می‌یافت و واک‌داری آن در ۵ میلی‌ثانیه شروع می‌شد و یک نویزبرست آغازین در طی ۱۰ میلی‌ثانیهٔ اول داشت. به‌دنبال بخش آغازین، یک انتقال سازه‌ای بین هم‌خوان و شروع واکه رخ می‌داد. در طی دیرش این محرک، سازهٔ اول (F_1) از فرکانس ۲۲۰ به ۷۲۰ هرتز افزایش می‌یافت در حالی‌که سازه‌های دوم (F_2) و سوم (F_3) به‌ترتیب از ۱۷۰۰ به ۱۲۴۰ و از ۲۵۸۰ به ۲۵۰۰ هرتز کاهش می‌یافتند. سازه‌های چهارم (F_4) و پنجم (F_5) نیز به‌ترتیب در فرکانس ۳۶۰۰ و ۴۵۰۰ هرتز ثابت بودند(۱۲). برای ثبت پاسخ Speech ABR، ابتدا توضیحات لازم به فرد ارائه و از وی خواسته شد در طول آزمون آرام و بی‌حرکت روی یک صندلی بنشیند و به آنچه می‌شنود توجه نکند. برای الکترودگذاری از الکترودهای نقره/کلریدنقره چندبار مصرف استفاده شد و الکترودها با مادهٔ هادی چسب‌دار به پوست متصل شد. در تمامی طول ثبت، امپدانس الکترودها کمتر از ۳ کیلواهم و اختلاف امپدانس بین‌الکترودی نیز زیر یک کیلواهم بود. الکترودگذاری به‌صورت دوکاناله بود تا هم مونتاژ افقی و هم عمودی بررسی شود. پنجرهٔ زمانی ۸۵/۳۳ میلی‌ثانیه (مشتمل بر ۱۵ میلی‌ثانیه زمان پیش‌تحریک) بود و سرعت نمونه‌برداری ۱۰۲۴ هرتز انتخاب شد. شدت ارائهٔ محرک ۸۰ دسی‌بل SPL بود که از طریق گوشی داخلی بایولوژیک (580-SINSER) با قطبیت متناوب و سرعت ارائهٔ ۱۰/۹۰ هرتز به گوش راست ارسال شد. در هر دور ثبت، دو سری ۳۰۰۰ تایی پاسخ (مجموعاً ۶۰۰۰ سوئیپ) جمع‌آوری شد. آمپلی‌فایر دستگاه نیز به‌صورت دوکاناله تنظیم شد و از فیلترینگ آنلاین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز استفاده شد. بهرهٔ آمپلی‌فایر معادل ۱۰۰۰۰۰ بار بود و سوئیچینگ الکترود غیرفعال شد. سطح پس‌زنی پاسخ‌های کاذب در ۲۳/۸ میکروولت تنظیم شد. در هر دور ثبت، اگر پاسخ‌های کاذب بیش از ۱۰ درصد مجموع سوئیپ‌ها بود آن ثبت تکرار می‌شد، تا پاسخی خالص‌تر و بدون آرتیفکت به‌دست آید.

پس از جمع‌آوری پتانسیل‌ها، قله‌ها و قعرها انتخاب شدند و زمان نهفتگی و دامنهٔ آنها محاسبه شد. در موارد مشکوک بودن به وجود قله‌ها، از مشورت آزمایشگر دوم استفاده شد. اجزای موج Speech ABR در برگیرندهٔ بخش آغازین (مشتمل بر امواج V و A)، گذر از هم‌خوان به واکه (موج C)، بخش پریودیک یا FFR (امواج D، E و F) و پاسخ به خاتمهٔ محرک (موج O) است. بنابراین، در مجموع ۷ موج قابل شناسایی است، اما در صورت وجود نویز ممکن است برخی قله‌ها دیده نشوند. پس از

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

جدول ۱ـ درصد شناسایی، میانگین، انحراف معیار و حدود اطمینان ۹۵ درصد زمان نهفتگی قله‌ها Speech ABR هنگام تحریک گوش راست در مطالعه حاضر و زبان انگلیسی

قله	تعداد	درصد شناسایی	میانگین (انحراف معیار)	حدود اطمینان ۹۵ درصد		حدود اطمینان ۹۵ درصد زبان انگلیسی	
				حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا
V	۴۸	۱۰۰	۶/۷۲ (۰/۳۹)	۶/۶۰	۶/۸۳	۶/۶۳	۶/۷۴
A	۴۸	۱۰۰	۷/۷۳ (۰/۵۲)	۷/۵۸	۷/۸۸	۷/۵۱	۷/۶۸
C	۳۸	۷۹/۲	۱۸/۵۶ (۰/۶۹)	۱۸/۳۳	۱۸/۷۹	۱۸/۳۵	۱۸/۶۷
D	۴۷	۹۷/۹	۲۲/۸۷ (۰/۷۲)	۲۲/۶۶	۲۳/۰۸	۲۲/۶۲	۲۳/۰۰
E	۴۷	۹۷/۹	۳۱/۵۰ (۱/۰۸)	۳۱/۱۹	۳۱/۸۲	۳۰/۹۰	۳۱/۱۵
F	۴۸	۱۰۰	۴۰/۲۶ (۱/۴۴)	۳۹/۸۴	۴۰/۶۸	۳۹/۴۵	۳۹/۶۹
O	۴۸	۱۰۰	۴۸/۶۳ (۱/۰۳)	۴۸/۳۳	۴۸/۹۳	۴۸/۱۴	۴۸/۳۶

شماره‌گذاری قله‌ها و قعرها، اطلاعات حاصله با استفاده از نرم‌افزار AEP2ASCII 1.6.0 به فایل متنی با فرمت ASCII تبدیل شد. در نهایت تمامی اطلاعات به نرم‌افزار MATLAB نسخهٔ R2010a وارد و پارامترهای مختلف آنها در هر یک از امواج توسط کدهای روتین Brainstem Toolbox 2012 [BioMARK v2] تحلیل شد.

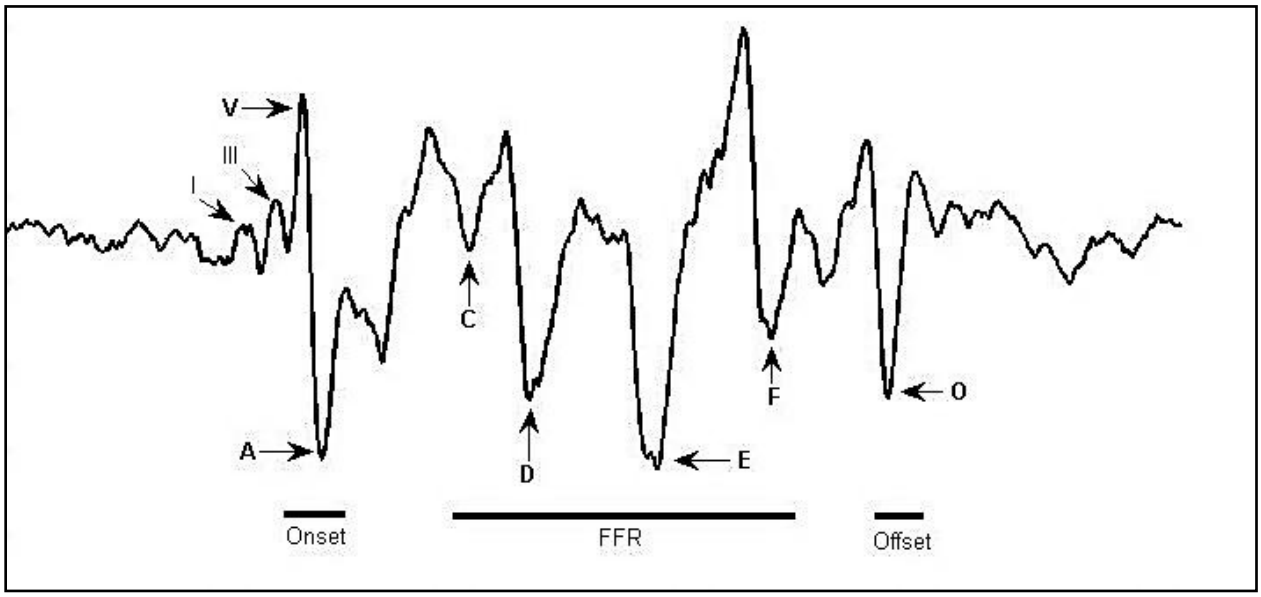
برای محاسبهٔ محدودهٔ ۹۵ درصد اطمینان از One-Sample t test استفاده شد. تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ صورت گرفت و سطح پذیرش خطا معادل ۰/۰۵در نظر گرفته شد. در نهایت، اطلاعات نمونهٔ فارسی‌زبان با ۹۵ درصد فاصلهٔ اطمینان اطلاعات هنجار ردهٔ سنی ۱۸ تا ۲۸ سال ایالات متحده آمریکا مقایسه شد.

یافته‌ها

بر مبنای ارزیابی‌های صورت گرفته روی ۴۸ فرد شرکت‌کننده، اندازه‌گیری زمان نهفتگی و دامنهٔ اجزای گذرا و پایدار موج Speech ABR به‌عمل آمد. پاسخ به بخش آغازین محرک گفتاری شامل یک قلهٔ مثبت (قلهٔ V) است که به‌دنبال آن قعری منفی (قلهٔ A) رخ می‌دهد. پس از قله‌های پاسخ آغازین، قله‌های بخش پایدار پاسخ که تحت عنوان FFR نیز شناخته می‌شود رخ می‌دهند که مشتمل بر قله‌ها C، D، E و F است. در نهایت، قلهٔ O که در واقع پاسخ به خاتمهٔ محرک گفتاری است رخ می‌دهد. با توجه به رویکرد رایج بالینی ثبت پاسخ Speech ABR با تحریک تک‌گوشی راست، در اینجا نیز نتایج حاصل از تحریک گوش راست گزارش شده است (جدول ۱). برای مقایسه با محدودهٔ ۹۵ درصد اطمینان زبان انگلیسی، این مقادیر نیز در جدول ۱ آمده است(۱۳).

شکل ۱ نشان‌دهندهٔ میانگین کلی شکل موج پاسخ در نمونهٔ مورد مطالعه است. با توجه به تأثیرگذاری عوامل متعدد از جمله میزان نویز زمینهٔ لحظه‌ای بر دامنهٔ امواج(۱۴)، از تحلیل مقادیر مربوط به دامنه خودداری شد. قله‌های بخش آغازین (V و A) در ۱۰۰ درصد افراد قابل شناسایی بود و سایر قله‌ها نیز قابلیت ثبت بسیار مناسبی داشتند، اما قلهٔ C تنها در ۳۸ نفر دیده شد. با افزایش زمان نهفتگی قله‌های پاسخ، تغییرپذیری پاسخ نیز بیشتر شد، به‌طوری که انحراف معیار زمان نهفتگی برای قله‌های آغازین پاسخ (V و A) کمتر از قله‌های بعدی بود و در قلهٔ F به بیشترین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]



شکل ۱ـ میانگین کلی و ریخت‌شناسی Speech ABR در مطالعه حاضر، حاصل از ٤٨ فرد مورد آزمایش در گوش راست. در شکل، قله‌ها بخش آغازین (V و A)، گذر از همخوان به واکه (C)، بخش FFR (قله‌های D، E و F) و پاسخ به خاتمه محرک (O) نشان داده شده است. پیش از بخش آغازین، امواج I و III پاسخ ساقهٔ مغزی مشابه با ABR کلیک، قابل شناسایی هستند.

حد خود رسید. با توجه به هم‌پوشانی فواصل اطمینان میان مقادیر هنجار فارسی و انگلیسی، اطلاعات حاصل با مقادیر هنجار ایالات متحدهٔ قابل تفکیک نبود (جدول ۱).

دیرش، دامنه، شیب و مساحت کمپلکس V/A جزء معیارهای سنجش زمان‌بندی و بزرگی بخش گذرای پاسخ یا همان پاسخ به شروع محرک /da/ هستند. این اندازه‌گیری‌های ترکیبی، نشان‌دهندهٔ هم‌زمانی عصبی به آغاز محرک است. نسبت سیگنال به نویز، دامنهٔ فرکانس پایه و سازهٔ اول نیز جزء معیارهای سنجش بزرگی بخش پایدار پاسخ (FFR) هستند. در جدول ۲، میانگین، انحراف معیار و حدود اطمینان ۹۵ درصد این اجزا به هنگام تحریک گوش راست گزارش شده است.

بحث

بنابر بررسی‌های به‌عمل آمده، این مطالعه نخستین مورد در زمینهٔ ثبت و اندازه‌گیری پاسخ‌های برانگیختهٔ ساقهٔ مغز به محرک گفتاری در جمعیت بزرگسال فارسی‌زبان است. مهم‌ترین یافتهٔ این مطالعه، تطابق مؤلفه‌های اصلی پاسخ Speech ABR به هجای /da/ در بزرگسالان فارسی‌زبان با مقادیر هنجار منتشر شده در جمعیت انگلیسی‌زبان است(۱،۱۳و۱۴). بنابراین، به‌نظر می‌رسد هسته‌های شنوایی ساقهٔ مغز در افراد فارسی‌زبان که ویژگی‌های اکوستیکی محرک /da/ به کار رفته برای ایشان تا حدودی ناآشنا بود، رمزگشایی مشابهی با ساقهٔ مغز افراد انگلیسی‌زبان دارد و علائم اکوستیکی و فونتیکی هجای /da/ به شکل کدهای عصبی دقیق و مشابه با گویندگان انگلیسی‌زبان بازنمایی می‌شود. این یافته در تضاد با نتایج منتشر شده در رابطه با رمزگشایی محرک مطرح شده در زبان چینی ماندارین است. همان‌گونه که گفته شد زبان ماندارین از دسته زبان‌های نواختی (تونال) محسوب می‌شود که در آن بر خلاف زبان فارسی یا انگلیسی، الگوهای زیروبمی منتقل‌کنندهٔ معانی زبانی هستند و گویشوران آن زبان رمزگشایی بهتری از این محرک نسبت به گویندگان انگلیسی‌زبان داشته‌اند(۶و۹). به‌نظر می‌رسد با توجه به ماهیت غیرنواختی و عدم انتقال معنای زبانی خاص حتی با تغییر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

جدول ۲ـ میانگین، انحراف معیار و حدود اطمینان ۹۵ درصد پارامترهای کمپلکس آغازین V/A و بخش پایدار پاسخ در تحریک گوش راست

پارامتر	میانگین (انحراف معیار)	حدود اطمینان ۹۵ درصد	
		حد پایین	حد بالا
دیرش کمپلکس V/A (ms)	۱/۰۰ (۰/۲۶)	۰/۹۳	۱/۰۸
دامنه کمپلکس V/A (µv)	۰/۳۲ (۰/۱۰)	۰/۲۹	۰/۳۵
شیب کمپلکس V/A (µv/ms)	−۰/۳۳ (۰/۱۳)	−۰/۳۷	−۰/۲۹
مساحت کمپلکس V/A (µv×ms)	۰/۱۶ (۰/۰۵)	۰/۱۵	۰/۱۸
نسبت سیگنال به نویز	۲/۷۵ (۱/۱۸)	۲/۴۰	۳/۰۹
دامنه F_0 (µv)	۹/۸۶ (۳/۵۷)	۸/۸۱	۱۰/۹۱
دامنه سازه اول F_1 (µv)	۱/۳۸ (۰/۵۰)	۱/۲۳	۱/۵۲

VOT در زبان فارسی، فرد شنونده همچنان همان هجا را شنیده است. برای اطمینان از این مسئله، بررسی‌های بیشتر با استفاده از محرک‌ها گفتاری متنوع همراه با تکالیف ادراکی شنیداری پیشنهاد می‌شود.

اندازه‌گیری بازنمایی F_0 و F_1 محرک در بازهٔ فرکانسی نشان داد که رمزگشایی F_0 نسبت به سازهٔ اول بارزتر است. این مورد را می‌توان به ویژگی‌های اکوستیکی محرک مورد استفاده و نیز ویژگی قفل فازی رشته‌های عصب شنوایی مرتبط دانست. محرک /da/ انرژی بیشتری در ناحیهٔ F_0 خود نسبت به هارمونیک‌هایش دارد و روشن است که اجزای با انرژی بالاتر، بازنمایی بهتری در سطح نورونی دارند. علاوه بر این، فرکانس F_0 نیز در مقایسه با هارمونیک‌های آن پایین‌تر است و مطالعات نشان داده است که اجزای فرکانس پایین، پاسخ‌های قفل فازی بهتری ایجاد می‌کنند(۱۵). بنابراین، قابل انتظار است که F_0 با دارا بودن انرژی بیشتر و قفل فازی بارزتر، رمزگشایی بهتری نسبت به هارمونیک‌هایش داشته باشد. این یافته با نتایج گزارش‌های منتشر شده در جمعیت انگلیسی‌زبان(۱،۳و۱۲)، عرب و عبری‌زبان(۱۳) مطابقت دارد. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد شیوهٔ پردازش ابتدایی هم‌خوان‌های انسدادی در زبان‌های متفاوتی که این هم‌خوان در آنها وجود دارد یکسان بوده و امکان استفاده از مقادیر هنجار انگلیسی در زبان‌های غیر از انگلیسی و فارسی نیز ممکن است. مقادیر هنجار تعیین شده در این مطالعه را می‌توان مبنایی برای استفاده در مطالعات بعدی روی جمعیت‌های بالینی از جمله اختلالات یادگیری، خواندن، پردازش شنوایی مرکزی و نقص توجه‌ـبیش‌فعالی به‌شمار آورد.

در میان تمامی قله‌های پاسخ، ضعیف‌ترین قابلیت کشف مربوط به قلهٔ C بود که نمایانگر شروع واک‌داری است. علت احتمالی این موضوع این است که رمزگشایی اجزای اکوستیکی نامحسوس و سریع گفتار به شدت تحت تأثیر نویزهای فیزیولوژیک و زمینه است. همچنین کمترین تغییرپذیری، مربوط به قله‌های بخش آغازین پاسخ بود که این یافته هم‌راستا با نتایج حاصل از دیگر پاسخ‌های نوروفیزیولوژیک بود که در آنها هر قدر بر زمان نهفتگی پاسخ افزوده شود تغییرپذیری قله‌های آن نیز بیشتر می‌شود.

با توجه به شواهد گسترده مبنی بر نقص رمزگشایی اجزای اکوستیکی گفتار در جمعیت‌های بالینی، نظیر اختلالات یادگیری

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

مبتنی بر زبان و پردازش شنوایی مرکزی، پیشنهاد می‌شود از آزمون Speech ABR با مقادیر هنجار ارائه شده زبان فارسی در این مطالعه به‌عنوان ابزاری کمک‌تشخیصی در این جمعیت‌ها استفاده شود. بررسی تأثیرات سالمندی بر مسیرهای مرکزی شنوایی، بررسی اثرات مثبت توانبخشی شنوایی مرکزی و شکل‌پذیری عصبی، تأثیرات داروها و عوامل هورمونی از جمله کاربردهای بالقوهٔ این آزمون هستند که می‌توان در مطالعات آینده به آنها پرداخت.

نتیجه‌گیری

پاسخ‌های برانگیختهٔ ساقه مغز به هجای گفتاری /da/ در تمامی افراد بزرگسال فارسی‌زبان مورد مطالعه قابل ثبت بود و مؤلفه‌های اصلی پاسخ هم‌پوشانی بالایی با مقادیر منتشر شده در زبان انگلیسی داشت. این مطالعه مقادیر هنجار پاسخ‌های برانگیختهٔ شنوایی ساقهٔ مغز به هجای گفتاری در بزرگسالان فارسی‌زبان را ارائه کرده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد روش پیشنهادی انجام آزمون در ایالات متحده و مهم‌تر از آن، شیوهٔ امتیازدهی بر مبنای اطلاعات هنجار به‌دست آمده در زبان انگلیسی را می‌توان در افراد فارسی‌زبان نیز بدون جایگزین کردن هجای ساختگی /da/ استفاده کرد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامهٔ آنالیز و کشف تعامل دوگوشی در پاسخ‌های برانگیختهٔ ساقهٔ مغز شنوایی به محرک گفتاری در مقطع دکترای تخصصی شنوایی‌شناسی سال ۱۳۹۱ (کد: ۴/۲۱۸/د/۲۶/پ) است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است. نویسندگان مقاله از حمایت بی‌دریغ گروه شنوایی‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران، سرکار خانم دکتر شهره جلایی برای مشاورهٔ آماری و دکتر اریکا اسکو از دانشگاه نورث وسترن بابت در اختیار قرار دادن کدهای Brainstem Toolbox، و نیز تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه قدردانی می‌نمایند.

REFERENCES

1. Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brainstem response to speech: a biological marker of auditory processing. Ear Hear. 2005;26(5):424-34.
2. Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: neural origins and plasticity. Psychophysiology. 2010;47(2):236-46.
3. Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. Clin Neurophysiol. 2004;115(9):2021-30.
4. Skoe E, Kraus N. Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial. Ear Hear. 2010;31(3):302-24.
5. Johnson KL, Nicol T, Zecker SG, Bradlow AR, Skoe E, Kraus N. Brainstem encoding of voiced consonant--vowel stop syllables. Clin Neurophysiol. 2008;119(11):2623-35.
6. Krishnan A, Xu Y, Gandour J, Cariani P. Encoding of pitch in the human brainstem is sensitive to language experience. Brain Res Cogn Brain Res. 2005;25(1):161-8.
7. Wong PC, Skoe E, Russo NM, Dees T, Kraus N. Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. Nat Neurosci. 2007;10(4):420-2.
8. Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. Int J Audiol. 2014;53(4):243-9.
9. Krishnan A, Swaminathan J, Gandour JT. Experience-dependent enhancement of linguistic pitch representation in the brainstem is not specific to a speech context. J Cogn Neurosci. 2009;21(6):1092-105.
10. Salehi S, Jahan A, Salehi N, Moghaddam Salimi M, Ghaedlou L, Safari K. Voice onset

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

time in Persian stop consonants. J Res Rehabil Sci. 2012;8(5):827-33. Persian.
11. Bijankhan M, Nourbakhsh M. Voice onset time in Persian initial and intervocalic stop production. J Int Phon Assoc. 2009;39(3):335-64.
12. Krizman J, Skoe E, Kraus N. Sex differences in auditory subcortical function. Clin Neurophysiol. 2012;123(3):590-7.
13. Karawani H, Banai K. Speech-evoked brainstem responses in Arabic and Hebrew speakers. Int J Audiol. 2010;49(11):844-9.
14. Burkard RF, Eggermont JJ, Don M. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. 1st ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
15. Pickles JO. An introduction to the physiology of hearing: 3rd ed. Emerald; 2008.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]

Audiol. 2014;23(3):13-21.

Research Article

Speech-evoked auditory brainstem responses in adult Persian-speakers

Mohsen Ahadi[1], Akram Pourbakht[1,2], Amir Homayoun Jafari[3,4], Zahra Shirjian[3], Amir Salar Jafarpisheh[3]

[1]- Department of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2]- Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3]- Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Iran
[4]- Research Center for Biomedical Technology and Robotics. Tehran University of Medical Sciences, Iran

Received: 31 May 2013, accepted: 2 July 2013

Abstract

Background and Aim: Speech-evoked auditory brainstem responses were used in the assessment of subcortical encoding of the speech stimuli in the English language. These processes are affected by language background and experiences. Considering the language specific acoustic differences, the aim of current study was establishing the response norms in adult Persian-speakers and comparing the encoding of the speech syllable /da/ between Persian and English languages.

Methods: Auditory brainstem responses to speech syllable /da/ in the right ear, gained from 48 normal adults (25 women and 23 men) with the mean age of 22.70 with SD 2.05 years were recorded. After characterizing the onset elements, transition from consonant to vowel, the periodic portion and offset of response, the Persian dataset were compared with 95% confidence interval norms in the age range of 18-28 years.

Results: The response to speech syllable /da/ was successfully recorded in all of the subjects and main features of response were highly overlapped with published English norms.

Conclusion: Normative values for speech-evoked auditory brainstem responses in adult Persian speakers are presented in the current survey. Our findings suggest that the recommended procedure and more importantly, the scoring method based on English norms can be used in Persian speakers without replacing the original synthetic vowel /da/.

Keywords: Speech encoding, auditory brainstem responses, central auditory processing

Please cite this paper as: Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Shirjian Z, Jafarpisheh AS. Speech-evoked auditory brainstem responses in adult Persian-speakers. Audiol. 2014;23(3):13-21. Persian.

Corresponding author: Department of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Nezam Alley, Shahid Shahnazari St., Madar Square, Mirdamad Blvd., Tehran, 15459-13487, Iran. Tel: 009821-22250541, E-mail: pourbakht.a@iums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-15]