فصل سوم:

تفسیر

Speech ABR

مقدمه

پس از ثبت Speech ABR، ضروری است اقدام لازم برای تفسیر نتایج صورت بگیرد. در فصل حاضر به این قضیه خواهیم پرداخت. همچنین در این فصل سعی شده است تا برخی نکات مهم در زمینه تاثیرات آرتیفکت بر ثبت و تفسیر نتایج بصورت طبقه بندی شده ارائه گردد.

تحلیل داده ها و شکل موج Speech ABR

همانطور که در فصل گذشته بیان شد، بر خلاف محرک کلیک، speech ABR دارای شکل موج پیچیده ای می باشد (شکل ۲.۲). مشابه ABR با کلیک، پاسخ به محرک /da/ نیز دارای ساختار و شکل نسبتا مشخصی است به نحوی که در افراد با شنوایی هنجار نیز دارای تغییرپذیری اندکی می باشد. ساختار این پاسخ، نمودی از ویژگی های آکوستیک و آواشناختی محرک گفتاری می باشد. محرک /da/ در قیاس با محرک کلیک، دارای محدوده فرکانسی گسترده تری می باشد.

Speech ABR دربرگیرنده بخش Onset (شامل امواج V و A)، گذر از همخوان به واکه (موج C)، بخش FFR (امواج D، E و F) و پاسخ به خاتمه محرک (موج O) می باشد. پاسخ به بخش onset محرک گفتاری شامل یک قله مثبت (قله V) است که به دنبال آن، قعری منفی (قله A) رخ می دهد. پس از قله های onset، قله های بخش پایدار پاسخ که تحت عنوان FFR نیز شناخته می شوند، نمایان می شود که شامل قله های D،C ، E و F می باشد. در نهایت قله O که بیانگر پاسخ به Offset محرک گفتاری است، ظاهر می شود.

شکل موج Speech ABR شامل بخش های گذرا یا Onset و همچنین اجزای FFR می باشد. در شرایط مطلوب، ۷ موج را می توان شناسایی کرد. پاسخ به بخش onset هجای گفتاری /da/ شامل قله مثبت (موج V) می باشد که مشابه موج V در ABR مرسوم است. در بسیاری از افراد، حتی با هجای

گفتاری هم می توان قله های مرسوم I و III در ABR با محرک کلیک را مشاهده نمود. به دنبال آن شاهد قعر منفی (موج A) هستیم. به دنبال پاسخ Onset، قلل C و F را می توان مشاهده کرد. ویژگی بارز بخش پایدار پاسخ، متناوب بودن آن می باشد که از الگوی اطلاعات فرکانسی موجود در محرک پیروی می نماید. خلاصه نهفتگی و دامنه شکل موج Speech ABR در جدول ۳.۱ بیان شده است.

جدول ۳.۱ اندازه گیری پاسخ ساقه مغز
(برگرفته از مقاله پاسخ ساقه مغز به هجاهای گفتاری، ۲۰۰۴)

	زمانبندی	بزرگی (دامنه)
پاسخ های گذرا	نهفتگی قله (V، A، C، F) فاصله بین قله ای VA شیب بین قله ای VA	دامنه قله (V، A، C، F) دامنه بین قله ای VA مساحت بین قله ای VA
پاسخ های پایدار	همبستگی بین محرک با پاسخ همبستگی بین پاسخ	دامنه RMS دامنه F_0 دامنه F_1

۱. سنجش قله های بخش Onset

امواج بخش Onset (V و A) دارای نهفتگی کمتر ۱۰ میلی ثانیه می باشد، قلل C و F به ترتیب در ۱۸ و ۴۰ میلی ثانیه ظاهر می شوند. مجموعه VA را می توان با استفاده از فاصله بین قله ای، دامنه، شیب[1] و مساحت[2] اندازه گیری نمود.

[1] Slop
[2] Area

۲. اندازه گیری FFR

همانطور که در بخش های قبلی به آن اشاره کردیم، امواجی که به دنبال بخش Onset ظاهر می شود، FFR می باشند. پنجره زمانی تحلیل FFR باید به حدی باشد که بتواند پاسخ های پایدار را تا حد ممکن در خود جای بدهد. بدین ترتیب تا حدودی از اثرات refractory پاسخ های onset و offset می تواند در امان بماند. چند روش مختلف برای آنالیز FFR وجود دارد که در اینجا بطور اجمالی به تشریح هر کدام از آن ها می پردازیم.

الف) ریشه میانگین سطح (RMS)

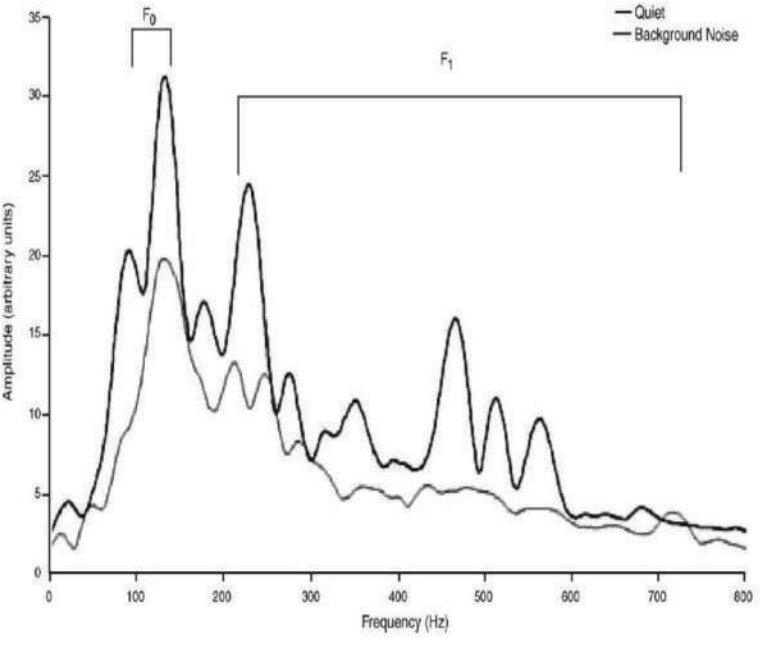
در سیگنال های سینوسی اگر برای تعیین اندازه دامنه فرکانس مورد نظر، بخش های قراردادی مثبت و منفی دامنه به اشتباه جمع جبری گردند، نتیجه صفر خواهد بود. برای جلوگیری از این مساله از روش ریشه میانگین سطح (RMS) استفاده می شود.

این روش به اندازه گیری میانگین فعالیت بخش های عصبی در محدوده زمانی ۱۱.۵ تا ۴۶.۵ میلی ثانیه، که منطبق بر پنجره زمانی پاسخ FFR است، می پردازد. تا حد امکان ضروری است که میزان نویز، بخصوص نویز عضلانی، به حداقل برسد تا بر جواب نهایی و صحت کاری ما تاثیر منفی نگذارد.

ب) دامنه های فرکانس پایه و فرمانت اول

گفتار حاوی اطلاعات طیفی می باشد که ممکن است به ۱۰ کیلوهرتز هم برسد. بنابراین محرکات گفتاری مورد استفاده در speech ABR باید به نحوی دقیق انتخاب شوند که مطمئن شویم پاسخ های در ساقه مغز رمزگذاری می شوند. بخش FFR شامل مجموع انرژی فرکانس پایه محرک و هارمونی های آن می باشد. همانطور که اشاره کردیم، تحلیل فوریه در پنجره زمانی ۱۱.۵ تا ۴۶.۵ میلی ثانیه از FFR و به منظور ارزیابی میزان فعالیت رخ داده در این محدوده فرکانسی صورت می پذیرد. سپس فعالیت موجود در محدوده فرکانسی F0 محرک گفتاری (۱۰۳ تا ۱۲۱ هرتز) محاسبه می گردد. همچنین فعالیت محدوده فرکانسی F1 محرک گفتاری (۲۲۰ تا ۷۲۰ هرتز) نیز ارزیابی می گردد. دامنه

F0 و دامنه F1 به ترتیب اطلاعاتی را در خصوص میزان نقشی که بخش پایدار پاسخ در رمزگذاری[1] فرکانس پایه و فرمانت اول گفتار بر عهده دارد، در اختیار ما قرار می دهد (شکل ۳.۱).



شکل ۳.۱ میانگین محتوی فرکانسی speech ABR در حالت سکوت (خط پر رنگ) و نویز زمینه (خط کم رنگ). تحلیل پاسخ نشان می دهد که تنها فرکانس پایه (۱۰۳ -۱۲۱ هرتز) و فرمانت اول (۲۲۰-۷۲۰ هرتز) قابل اندازه گیری است

(برگرفته از مقاله پاسخ ساقه مغز به هجاهای گفتاری، ۲۰۰۴)

در این مثال، میانگین گروهی پاسخ فرکانسی[2] حاصل از ۳۶ فرد در دو حالت سکوت و نویز زمینه بدست آمده است. این شکل به خوبی گویای آن است که در نویز زمینه، تنها بخش F0 و F1 از پاسخ بالاتر از نویز می باشد و می تواند ثبت شود و فرکانس های فرمانت بالاتر پایین تر از نویز قرار گرفته و در نتیجه قابل ثبت نخواهند بود. میزان پاسخ بدست امده در این شکل، حاصل از تقسیم شکل پاسخ بر زمان پیش از تحریک می باشد و زمانی که این مقدار برابر یا بزرگتر از ۱ باشد، می توان ادعا

[1] Encoding
[2] grand average

کرد که قدرت آن بالاتر از میزان نویز زمینه خواهد بود؛ در غیر این صورت ثبتی مشاهده نخواهد شد. حال به دنبال این مراحل، مقادیر دامنه خام F0 و F1 ارزیابی خواهند شد.

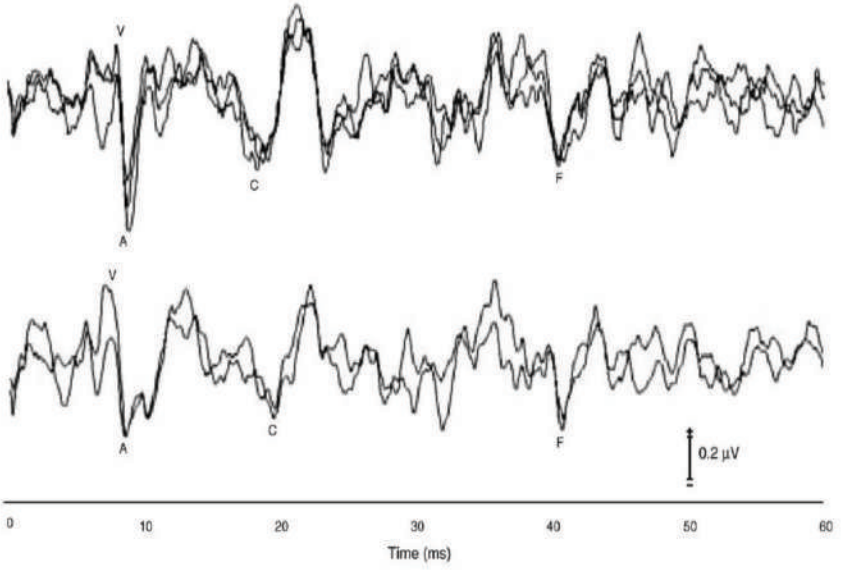
ج) همبستگی بین محرک با پاسخ (S-R)

همبستگی بین محرک با پاسخ (S-R) بیانگر نحوه پیروی[1] شکل موج پاسخ از شکل موج محرک می باشد. این روش در واقعی نوعی ارزیابی وابستگی فازی می باشد. در این حالت، فعالیت های غیرمتناوب موجود در ارزیابی دامنه RMS نیز حذف شده و در نتیجه پاسخ عصبی خالص تری از فرد بدست خواهد آمد.

همبستگی هر پاسخ با ناحیه ۱۰ تا ۴۰ میلی ثانیه ای از محرک، که شامل اجزای هارمونی هجا می باشد، ارزیابی می گردد. به دلیل مدت زمانی که طول می کشد تا ایمپالس های عصبی در دستگاه عصبی منتشر شوند، در نتیجه پاسخ ها به اندازه ۷ تا ۱۰ میلی ثانیه به دنبال ارائه محرک ثبت می شوند. با این کار حداکثر همبستگی در این محدوده حاصل می شود. میزان پایایی و تکرارپذیری درون فردی و بین فردی فراوانی در پاسخ Speech ABR در هر دوی محیط ساکت و نویزی وجود دارد.

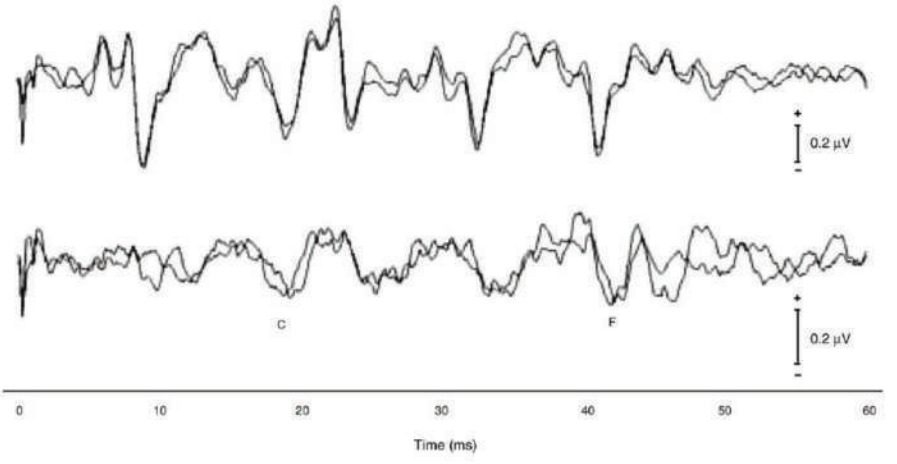
نمونه موج میانگین گروهی پاسخ بدست آمده حاصل از پایایی درون فردی در این مطالعه در شکل ۳.۲ به نمایش در آمده است.

[1] mimic



شکل ۳.۲ شکل بالایی: پایایی درون فردی و درون جلسه ای.
از سه روبش ۱۰۰۰ تایی در همان جلسه برای همان فرد که در مجموع ۳۰۰۰ محرک است، استفاده شده است.
شکل پایینی: پایایی درون فردی و بین جلسه ای. میانگین دو روبش ۳۰۰۰ تایی محرک در دو زمان مختلف از یک فرد مورد ثبت شده است.
(برگرفته از مقاله پاسخ ساقه مغز به هجاهای گفتاری، ۲۰۰۴)

همچنین می توان میزان پایایی آزمون-بازآزمون بالایی را در این پاسخ مشاهده کرد. پایایی آزمون- بازآزمون در شکل ۳.۳ به نمایش در آمده است.



شکل ۳.۳ پایایی آزمون- باز آزمون. میانگین پاسخ در حالت سکوت (شکل بالا) و نویز زمینه (شکل پایین) در دو جلسه آزمون مختلف. نویز زمینه باعث اختلال در پاسخ onset می شود، در حالی که بر بخش FFR بی اثر است

(برگرفته از مقاله پاسخ ساقه مغز به هجاهای گفتاری، ۲۰۰۴)

تحلیل های توصیف شده بصورت آفلاین[1] بر روی میانگین پاسخ مبتنی بر زمان[2] انجام می شود. گرچه برخی از این معیارها را می توان مستقیما توسط خود دستگاه ثبت پاسخ انجام داد؛ ولیکن برخی دیگر نیازمند استفاده از بسته های نرم افزار محاسباتی نظیر MATLAB می باشد.

برای بررسی های بیشتر، جعبه ابزاری مبتنی بر MATLAB تحت عنوان the Brainstem Toolbox توسط محققان طراحی شده است که بصورت رایگان و در صورت درخواست تحت گواهینامه GNU General Public موجود است.

[1] Off-line
[2] time-domain

تفسیر و تحلیل Speech ABR

برای تحلیل جنبه های گذرا و پایدار Speech ABR، ضروری است اقداماتی را برای ارزیابی زمان، میزان همزمانی عصبی و نیز دقت وابستگی فازی انجام داد. از آنجا که Speech ABR اطلاعات زمانی و طیفی فراوانی دارد، لذا استفاده از مقیاس های مختلف به ما این امکان را می دهد تا مولفه های پاسخ و نحوه بازتاب جنبه های مجزای پردازش را بیشتر تحلیل کنیم.

با این روش، می توان که رمزگذاری اطلاعات گفتاری را در ساقه مغز به شیوه ای جامع و کل نگر بررسی کرد. به علت شفافیت میان ویژگی های زمانی و مکانی محرک و پاسخ، تحلیل ها عمدتا مبتنی بر محرک است. به عبارت دیگر، اساس تحلیل ها و تفاسیر بر مبنای مشخصات محرک می باشد.

استفاده بالینی از هجای /da/ در Speech ABR گسترش روز افزون یافته است. بر این اساس، همانطور که در فصل قبل اشاره شد؛ آزمون speech ABR با نام تجاری BIOMARK[1] توسط شرکت Natus آمریکا، طراحی و ارائه گردید. نمونه پاسخ میانگین کلی از افراد هنجار (با میانگین نمره BioMAP :۱) در شکل ۳.۴ A و افراد ناهنجار (با میانگین نمره BioMAP:۱۱) در ۳.۴ B نمایش شده است.

بر اساس الگوریتم های تعریف شده درون BioMAP، نمره نهایی که بیانگر بزرگی میزان نقص در فرد است، بدست می آید. این نمره حاصل چند پارامتر مختلف از جمله نهفتگی V، نهفتگی A، شیب VA، فرکانس فرمانت اول و فرکانس های بالاتر می باشد.

بر اساس میانگین بدست امده و تعریفی که درون دستگاه برای Speech ABR وجود دارد، زمانی فرد هنجار در نظر گرفته می شود که نمره نهایی فرد بین ۰ تا ۵ باشد. در صورتی که نمره نهایی فرد بین ۵ تا ۷ باشد، لبه مرز[2] تلقی می شود. درصورتی که نمره نهایی بین ۷ تا ۲۲ باشد، فرد ناهنجار می باشد.

---

[1] Biological marker of auditory processing
[2] border