

تخمین زمان در حین تمرین ذهن آگاهی: یک مطالعه‌ی الکتروانسفالوگرافی

محمدعلی نظری

دانشیار گروه روان‌شناسی، آزمایشگاه علوم اعصاب شناختی، دکترای تخصصی علوم اعصاب، دانشگاه تبریز

امیرحسین درونه

استاد گروه فیزیک، دکترای تخصصی فیزیک، دانشگاه زنجان

امیرحسین قادری*

دانشجوی دکترای تخصصی علوم اعصاب شناختی، آزمایشگاه علوم اعصاب شناختی، گروه روان‌شناسی، دانشگاه تبریز

*نشانی تماس: آزمایشگاه علوم اعصاب

شناختی، گروه روان‌شناسی، دانشگاه تبریز

رایانامه: a_ghaderi@tabrizu.ac.ir

مقدمه: ادراک زمان، یکی از بحث‌برانگیزترین مسایل در حیطه‌ی علوم شناختی است. یکی از نخستین مدل‌های ارائه شده برای ادراک زمان در مغز، مدل ساعت درونی است که بر اساس آن، قسمتی از مغز به عنوان سازنده‌ی گام‌های زمانی و قسمتی به عنوان شمارنده‌ی این گام‌ها عمل می‌کند. قسمتی نیز مسئولیت ذخیره‌سازی این زمان را در حافظه بر عهده دارد. با توجه به مطالعات پیشین، به نظر می‌رسد که امواج دلتا و بتا در بیش تخمینی و کم تخمینی افراد نقش داشته باشند، اگر چه نقش این امواج در ادراک بازه‌های زمانی درازمدت بررسی نشده است. **روش:** در این آزمون ۳۳ نفر شرکت کردند که بنا به نحوه‌ی تخمین زمان در وضعیت ذهن آگاهی، در دو گروه بیش تخمینی و کم تخمینی جای گرفتند. در این مطالعه، برای ارزیابی ادراک زمان افراد در بازه‌های درازمدت، از یک تکلیف ذهن آگاهی استفاده شد. در حین انجام تکلیف، الکتروانسفالوگرافی ثبت شد تا کارکردهای مغز حین بیش تخمینی و یا کم تخمینی زمان بررسی شود. آنالیز طیفی در فرکانس‌های استاندارد و روی ۱۹ الکتروود سیستم ۱۰ تا ۲۰ انجام شد. **یافته‌ها:** مقایسه‌ی آماری پنج الکتروود C3, C4, Fz, Cz, Pz حاکی از اختلاف معنادار دو گروه در توان مطلق باند فرکانسی بتای بالا (۲۵ تا ۳۰ هرتز) روی هر پنج الکتروود بود. **نتیجه گیری:** این نتیجه می‌تواند در غالب نظریه‌ی نرده‌ای زمان و فعالیت عقده‌های قاعده‌ای به عنوان سازنده‌ی پالس در مکانیزم ساعت درونی قابل بحث و تأییدی بر این نظریه در بازه‌های درازمدت باشد.

واژه‌های کلیدی: ادراک زمان، الکتروانسفالوگرافی کمی، موج بتا، ساعت درونی، ذهن آگاهی

Time Estimation During Mindfulness Task: a Study via Electroencephalography

Introduction: Time perception is one of the most controversial issues in the field of cognitive science. One of the first models for time perception in the brain is the internal clock model, according to which a part of the brain acts as the constructor of time pulses and another part as the counter of these pulses. Yet, nother part is responsible for storing this time in memory. According to previous studies, delta and beta waves seem to play a role in the overestimation and underestimation of individuals, although the role of these waves in the perception of long-term time frames has not been studied. **Method:** Participants in the test were 33 healthy subjects and according to the way of estimating time, they were placed in two groups of overestimation and underestimation. Time estimation was investigated during a mindfulness task. Functional brain activity was investigated using electroencephalography during rest and task. Spectral analysis was performed in the standard bands at 19 electrodes. Statistical analysis was carried out for five electrodes of C3, C4, Fz, Cz, Pz. The statistical comparison of five C3, C4, Fz, Cz, Pz electrodes showed a meaningful difference between the two groups in the absolute power of the beta frequency band (25-30 Hz) on each of the five electrodes. **Results:** The results show significant differences of high beta (25-30 Hz) absolute power at all investigated electrodes. **Conclusion:** The results can be argued in the context of internal clock model and scalar timing theory. In the range of long term duration, the results confirm internal clock model as a valid model for explaining time estimation.

Keywords: time perception, quantitative electroencephalography, beta wave, internal clock, mindfulness

Mohammad Ali Nazari

Associate professor at Department of Psychology, Cognitive Neuroscience Lab, University of Tabriz

Amir Hossein Darooneh

Professor at Department of Physics, Zanjan University

Amir Hossein Ghaderi*

Ph. D. student at Cognitive Neuroscience, Cognitive Neuroscience Lab, Department of Psychology, University of Tabriz

*Corresponding Author:

Email: a_ghaderi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

یک ابزار غیرتهاجمی استفاده شده است. مطالعه‌ی پتانسیل‌های وابسته به رخداد (ERP) در رابطه با ادراک زمان یکی از رهیافت‌های متداول در ارزیابی فعالیت مغز حین ادراک زمان است. تاکنون مطالعه‌ی مؤلفه‌هایی نظیر P300، CNV و MMN نشان داده که ادراک زمان می‌تواند بر این مؤلفه‌ها اثر بگذارد (۱۳). به عنوان مثال، پتاس^۲ و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که در لحظات انتظار، در الکترودهای سنترو- فرونتال، مؤلفه‌ی CNV مشاهده می‌شود. در زمینه‌ی مؤلفه‌ی MMN و ادراک زمان نیز مطالعات گسترده‌ای شده است که نشان داده‌اند بر هم خوردن ریتم زمانی متدوال بین ارایه‌ی محرک‌های مکرر می‌تواند مؤلفه‌ی MMN ایجاد کند (۱۴). به عنوان یک نتیجه از ارزیابی این مؤلفه، ناتانان^۳ و همکاران در یک مطالعه نشان دادند که ادراک بازه‌های شنیداری کوتاه‌تر از ۸۰۰ میلی‌ثانیه با بازه‌های طولانی‌تر تفاوت دارد (۱۴).

مطالعات پتانسیل‌های وابسته به رخداد روی بازه‌هایی از مرتبه‌ی میلی‌ثانیه صورت می‌گیرد و برای مطالعه‌ی بازه‌های طولانی‌تر باید سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی بدون میانگین‌گیری مستقیماً تحلیل شود. اما در مورد شاخص‌های الکتروانسفالوگرافی کمی و ادراک زمان در بازه‌های درازمدت چندان مطالعه نشده است. مویسوا^۴ در یک مطالعه به وسیله‌ی الکتروانسفالوگرافی روی برآورد زمانی پس‌نگر نشان داد که در آنالیز طیفی بازه‌های بیش‌تخمین‌زده شده و بازه‌های معمولی تفاوتی وجود ندارد (۱۲). اما یک مطالعه‌ی دیگر الکتروانسفالوگرافی هنگام تکلیف ادراک زمان ۲۰ ثانیه روی دو کانال C3 و C4 نشان می‌دهد که بین دقت برآورد زمان و فعالیت امواج بتا در هر دو نیم‌کره همبستگی منفی وجود دارد، در حالی که همبستگی بین امواج آلفا در نیم‌کره‌ی چپ و دقت برآورد مثبت است (۱۵). اخیراً در مورد مداخله‌ی امواج بتا در ساز و کار ادراک زمان مطالعات

زمان ذهنی به عنوان مسأله‌ای چالش‌انگیز همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. ابوعلی‌سینا و سایر دانشمندان دوره‌ی اسلامی نگاه ویژه‌ای به این مسأله داشته‌اند که منشأ آن آموزه‌های اسلامی و آیات قرآن در باب زمان است (۱، ۲). دانشمندان غربی نیز به زمان توجه داشته‌اند. از زمان افلاطون تا فاینمن، آرا و نظریه‌های متغیر و متفاوتی درباره‌ی زمان ارایه شده است.

در حیطه‌ی علوم اعصاب‌شناختی نیز مسأله‌ی ادراک زمان، یکی از بحث‌برانگیزترین مسایل مبهم است. ادراک افراد از مدت زمان سپری‌شده، غالباً متفاوت است که می‌تواند وابسته به حالات ذهنی و یا احساسی فرد باشد (۳). در واقع، احساس ما از زمان بستگی به شرایط زمینه دارد. برانگیختگی، توجه، میزان خوشسایندی و به طور عمومی وضعیت ذهنی می‌تواند زمان ادراک‌شده را دست‌خوش تغییر کند. به طور کلی می‌توان گفت که هیجان‌های مثبت موجب می‌شوند زمان به نظر کوتاه‌تر برسد، در حالی که هیجان‌های منفی زمان را طولانی‌تر به نظر می‌رسانند. این امر به وفور در تجارب فردی ما یافت می‌شود (۴، ۵).

یکی از نخستین و معروف‌ترین مدل‌های ارایه شده برای ادراک زمان در مغز، مدل ساعت درونی است که بیان می‌کند قسمتی از مغز به عنوان سازنده‌ی پالس (گام‌های زمانی) و قسمتی شمارنده‌ی این گام‌ها مطرح است و قسمتی نیز مسئولیت ذخیره‌سازی این زمان را در حافظه بر عهده دارد. پس از به خاطر سپاری یک بازه‌ی زمانی خاص، مکانیزمی وجود دارد که می‌تواند زمان‌های جاری را با زمان ذخیره‌شده مقایسه کند (۶-۸). در خاستگاه‌های عصبی این مدل تردید است، اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد عقده‌های قاعده‌ای و هسته‌ی دم‌دار راست می‌توانند مولد پالس در نظر گرفته شوند (۹، ۱۰). بسیاری از مطالعات نیز نقش آهیانه‌ی راست و پیش‌پیشانی راست را ذخیره‌کننده‌ی پالس دانسته‌اند (۱۱، ۱۲).

در مطالعات شناختی متعدد، برای ارزیابی فعالیت الکتروفیزیولوژیک مغز، از الکتروانسفالوگرافی به عنوان

1- Event related potentials

2- Pouthas

3- Näätänen

4- Moiseeva

عصب- موج شهر اصفهان آزمایش شدند. نخست برای همسان‌سازی حالت استراحت با حالت تکلیف، در وضعیت استراحت ۱۵ دقیقه ثبت الکتروانسفالوگرافی دیجیتال صورت گرفت. سپس، مدت زمان سپری شده به اندازه‌ی ۱۵ سانتی‌متر روی یک خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری به شرکت‌کنندگان نشان داده شد. در ادامه، از افراد خواسته شد تا راهنماهای ذهن‌آگاهی پخش شده از یک بلندگو را اجرا کنند. مدت این تکلیف نیز ۱۵ دقیقه تعیین شد. در طول تکلیف، ثبت الکتروانسفالوگرافی نیز صورت گرفت. پس از سپری شدن تکلیف، از افراد خواسته شد تا روی همان خط‌کش فلزی یک عدد را به عنوان زمان سپری شده در حین تکلیف نشان دهند و به این صورت زمان سپری شده در حالت ذهن‌آگاهی را با زمان سپری شده در حالت استراحت (مرجع) مقایسه کنند.

در این آزمون ۳۳ نفر شرکت کردند. شرکت‌کنندگان سابقه‌ی بیماری‌های مغز و اعصاب و یا اختلالات روان‌پزشکی و همچنین پیشینه‌ی مصرف داروهای روان‌پزشکی و نورولوژی نداشتند. افراد در رده‌ی سنی ۱۸ تا ۳۵ و همگی دانشجوی بودند. از بین سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی به دست آمده، کیفیت پنج سیگنال برای تحلیل مطلوب نبود. یکی از داده‌ها نیز به علت قرار گرفتن در محدوده‌ی داده‌های پرت حذف شد. بنابراین ۲۷ نفر به عنوان شرکت‌کننده‌ی نهایی بررسی شدند. در بین این ۲۷ نفر، ۱۳ نفر زمان سپری شده در وضعیت ذهن‌آگاهی را بیش از ۱۵ واحد ارزیابی کردند. مشخصات گروه بیش‌تخمینی به این شرح بود: سن ۲۰ تا ۳۵؛ میانگین ۲۵/۰۷ و انحراف معیار ۴/۷۳. ۱۴ نفر نیز که زمان را کمتر از ۱۵ واحد ارزیابی کردند ۱۸ تا ۳۵ ساله با میانگین ۲۶/۴۳ و انحراف معیار ۴/۹۳ بودند.

ثبت الکتروانسفالوگرافی و آنالیز فوریه سریع^۲ (FFT)
الکتروانسفالوگرافی در یک اتاق مقاوم در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی (اتاق فارادی) از طریق electro-

تأییدکننده‌ی دیگری شده است (۱۶-۱۸) که برای نمونه می‌توان به مطالعه‌ی کالاشکر^۱ و همکاران اشاره کرد. آنها نشان دادند که نوسانات بتا (۱۳ تا ۳۰ هرتز) می‌تواند مکانیزمی برای تخمین زمان در بازه‌های کوتاه مدت ایجاد کند (۱۶). اما هیچ یک از مطالعات اخیر فعالیت این امواج در بازه‌های بلندتر از چند دقیقه را بررسی نکرده‌اند. همچنین در این مطالعات، غالباً زمان دست‌کاری نشده و مطالعات در حالت استراحت و بدون انجام تکلیف انجام شده است. مطالعات متعدد نشانگر آن است که تکلیف ذهن‌آگاهی می‌تواند نقش مهمی در دست‌کاری زمان ادراکی داشته باشد (۱۹، ۲۰). به طور کلی، مطالعات نشان داده‌اند که تمرین ذهن‌آگاهی می‌تواند به بیش‌تخمینی زمان بینجامد (۱۹، ۲۰). همچنین تخمین زمان در افراد دارای تجارب طولانی ذهن‌آگاهی بهتر از افراد معمولی است (۲۰).

از آنجا که ادراک زمان می‌تواند تحت تأثیر ذهن‌آگاهی قرار گیرد، در این مطالعه برای ارزیابی ادراک زمان افراد، از یک تکلیف ذهن‌آگاهی در بازه‌های درازمدت استفاده شد. همچنین در حین تکلیف، ثبت الکتروانسفالوگرافی انجام شد تا در خلال انجام تکلیف و وضعیت استراحت، کارکردهای مغز حین بیش‌تخمینی و یا کم‌تخمینی زمان رسیدگی شود. با توجه به مطالعات پیشین، به نظر می‌رسد که در شرایط بیش‌تخمینی و کم‌تخمینی افراد، امواج دلتا و بتا نقش داشته باشند. فرض می‌شود که منطقه‌ی فعالیت بتای رولاندیک، نواحی مرکزی مرتبط با تخمین زمان باشد. همچنین امواج منتشر دلتا می‌تواند با تخمین زمان رابطه داشته باشند که این ارتباط با استفاده از نقش عقده‌های قاعده‌ای در ایجاد امواج بتای رولاندیک قابل بررسی است.

روش

ابتدا روند اجرای پژوهش برای شرکت‌کنندگان توضیح داده و سپس در مورد شرکت در آزمون از آنها رضایت گرفته شد. آزمودنی‌ها در یک اتاق مقاوم در برابر نفوذ امواج الکترومغناطیسی (اتاق فارادی) در آزمایشگاه

1- Kulashkhar

2- Fast Fourier Transform

واریانس چندمتغیره برای دو گروه فوق در وضعیت ذهن آگاهی انجام شد. به این منظور، شاخص‌های پیلایی، لامبدای ویلیکس، ضریب هاتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه‌ی روی در مقایسه‌ی چندگانه‌ی متغیر الکترو، در باندهای فرکانسی جداگانه محاسبه و بررسی و نیز همگنی متغیر وابسته در دو گروه به وسیله‌ی آزمون لوین ارزیابی شد. برای آنالیز آماری نرم‌افزار SPSS 19 به کار رفت. میانگین توان مطلق فرکانس‌های مختلف در هر دو گروه با نرم‌افزار Neuro-stat نمایش داده شد.

یافته‌ها

بررسی آماری با آزمون t به شکل خلاصه در جدول ۱ آمده است. حالت استراحت به عنوان حالت مرجع انتخاب و در این وضعیت، مدت زمان مرجع (۱۵ واحد زمانی) به آزمودنی‌ها ارایه شد. از بین ۲۷ شرکت‌کننده‌ی نهایی در آزمایش، ۱۳ نفر زمان سپری‌شده در شرایط ذهن آگاهی را بیش از زمان مرجع و ۱۴ نفر کمتر از زمان مرجع برآورد کردند. این دو گروه به ترتیب به عنوان گروه‌های بیش تخمینی و کم تخمینی شناخته و سپس در شرایط ذهن آگاهی مقایسه‌ی آماری شدند. توان مطلق گروه کم تخمینی در شرایط ذهن آگاهی و در باند فرکانسی بتای بالا، بیشتر از گروه بیش تخمینی بود (شکل ۱ و جدول ۲). آنالیز چند متغیره‌ی واریانس نشان داد که در مقایسه‌ی متغیرها در باند فرکانسی بتای بالا، تفاوت دو گروه در شاخص‌های پیلایی، لامبدای ویلیکس، ضریب هاتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه‌ی روی معنادار است ($F=3.366, P=0.022$)، اما در سایر باندهای فرکانسی تفاوت معناداری دیده نشد. همچنین آنالیز واریانس نشان می‌دهد که توان مطلق امواج بتای بالا در هر پنج الکترو $C3, C4, Cz, Fz, Pz$ معنادار است (جدول ۳)، اما تصحیح بونفرونی سطح معناداری را تا آلفای کمتر از ۰/۰۱ کاهش می‌دهد که در صورت اعمال این تصحیح اختلاف بتا فقط در دو الکترو Cz و

cap مطابق با استاندارد ۱۰ تا ۲۰ و در مونتاژ متوسط دو گوش به وسیله‌ی دستگاه آمپلی فایر Brainmaster در ۲۱ کانال (۱۹ کانال ثبت و دو کانال مرجع) ثبت شد. هنگام ثبت، اختلاف پتانسیل بین الکترودها و پوست سر کمتر از ۱۰ کیلو اهم نگه داشته شد. از آنجا که دستگاه به کار رفته از نوع آمپلی فایر DC بود، به فیلتر میان‌گذر نیاز نبود، اما چون نرخ نمونه‌برداری ۲۵۶ انتخاب شده بود و نیز برای پرهیز از ایجاد امواج غیرواقعی با فرکانس پایین (اثر الیاسینگ^۱)، فیلتر پایین‌گذر ۴۰ هرتز اعمال شد. این فیلتر از نوع دیجیتال بتوروث^۲ مرتبه‌ی هفت بود که تخریب آن روی فرکانس‌های نزدیک به آن بسیار کم است (۲۱). هنگام ثبت در هر دو موقعیت استراحت و ذهن آگاهی چشم‌های آزمودنی‌ها باز بود. هر یک از موقعیت‌ها ۱۵ دقیقه طول کشید. آنالیز فوریه سریع روی هر ۱۹ کانال و توان مطلق باندهای فرکانسی دلتا (۱ تا ۳/۵ هرتز)، تتا (۴ تا ۷/۵ هرتز)، آلفا (۸ تا ۱۲/۵ هرتز)، بتا (۱۳ تا ۲۵ هرتز) و بتای بالا (۲۵/۵ تا ۳۰ هرتز) صورت گرفت.

تکلیف ذهن آگاهی

به عنوان تمرین ذهن آگاهی، یک تمرین اسکن و ارزیابی بدن ۱۵ دقیقه‌ای انتخاب شد. این تمرین شامل یک سری راهنمای اجرایی، مبنی بر تصور اندام‌ها و فضاها در جهت ایجاد حالات درون‌نگری بود که در تمرین‌های ذهن آگاهی به آن توجه می‌شود. در این تمرین تا حد امکان از حرکات بدن، به علت ایجاد امواج ناخواسته (آرتیفکت)، جلوگیری شد. همچنین برای اینکه امواج آلفا در سر غالب نشود، در هیچ‌یک از مراحل تمرین ذهن آگاهی، شرکت‌کنندگان نمی‌بایست چشمان خود را ببندند. فرامین ذهن آگاهی با یک بلندگو برای شرکت‌کنندگان پخش شد و آنها در یک اتاق مجزا از آزمونگران این تمرین را انجام دادند.

آنالیز آماری

با توجه به سابقه و فرض پژوهش، فعالیت امواج دلتا و بتای دو گروه بیش تخمینی و کم تخمینی روی الکتروهای $Pz, C4, Cz, C3, Fz$ مقایسه و آزمون

1- Aliasing

2- Butterworth

جدول ۱- اطلاعات گروه‌ها

| گروه | تعداد | جنسیت | سن انحراف از معیار/ میانگین | آزمون t بین گروهی در شاخص سن افراد | |
|------------|-------|-------|-----------------------------|------------------------------------|---------------|
| | | | | T | P (2- tailed) |
| بیش تخمینی | ۱۳ | زن: ۵ | ۲۵/۰۷ - ۴/۷۳ | ۰/۹۶۹ | ۰/۳۴۲ |
| کم تخمینی | ۱۴ | زن: ۷ | ۴۳/۲۶ - ۴/۹۳ | | ۶۰ |

جدول ۲- آمار توصیفی میانگین توان مطلق در باند فرکانسی بتای بالا

| الکتروود | گروه | میانگین | انحراف از معیار |
|----------|------------|---------|-----------------|
| C3 | کم تخمینی | ۱/۲۶۹۶ | ۰/۹۶۶۹۶ |
| | بیش تخمینی | ۰/۶۷۲۵ | ۰/۲۷۴۳۸ |
| | مجموع | ۰/۹۸۲۱ | ۰/۷۷۱۱۵ |
| C4 | کم تخمینی | ۱/۰۴۱۱ | ۰/۴۶۱۷۹ |
| | بیش تخمینی | ۰/۶۲۴۱ | ۰/۲۰۴۱۷ |
| | مجموع | ۰/۸۴۰۳ | ۰/۴۱۳۴۷ |
| Cz | کم تخمینی | ۱/۰۸۸۹ | ۰/۴۸۱۰۳ |
| | بیش تخمینی | ۰/۵۲۴۰ | ۰/۳۱۸۵۸ |
| | مجموع | ۰/۸۱۶۹ | ۰/۴۱۵۲۵ |
| Pz | کم تخمینی | ۱/۰۱۳۴ | ۰/۳۴۶۳۵ |
| | بیش تخمینی | ۰/۷۰۷۶ | ۰/۲۰۷۷۲ |
| | مجموع | ۰/۸۶۶۱ | ۰/۳۲۲۷۱ |
| Fz | کم تخمینی | ۰/۸۳۳۵ | ۰/۳۴۲۵۸ |
| | بیش تخمینی | ۰/۵۵۶۱ | ۰/۲۴۲۳۲ |
| | مجموع | ۰/۷۰۰۰ | ۰/۳۲۵۱۸ |

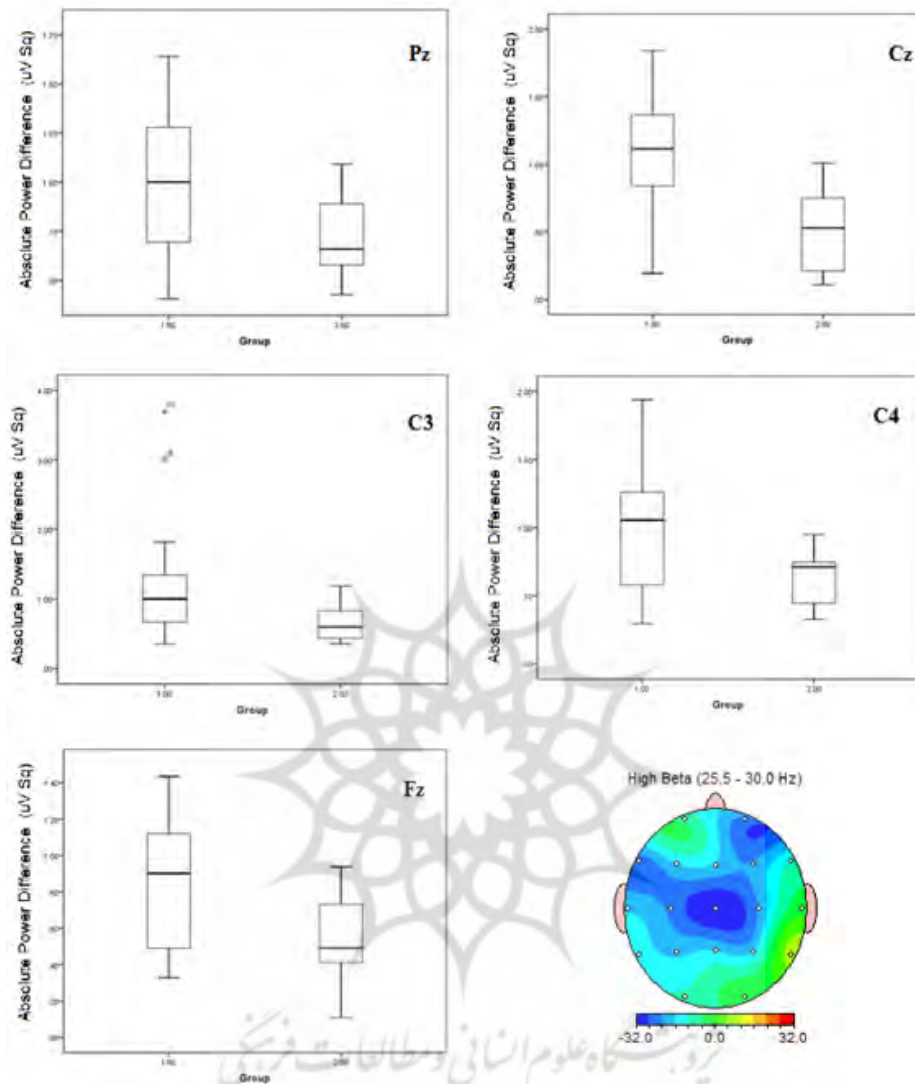
گروه کم تخمینی در تمامی الکتروودها، مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد.

جدول ۳- آزمون بین گروهی

| منبع | متغیرهای وابسته | میانگین مجذور | F | P |
|---------------|-----------------|---------------|--------|-------|
| مدل اصلاح شده | C3 | ۴۰۳/۲ | ۴/۶۰۱ | ۰/۰۴۲ |
| | C4 | ۱/۱۷۲ | ۸/۹۵۷ | ۰/۰۰۶ |
| | Cz | ۰/۵۱۹ | ۵/۸۱۷ | ۰/۰۲۴ |
| | Pz | ۲/۱۵۱ | ۱۲/۷۲۵ | ۰/۰۰۱ |
| | Fz | ۰/۶۳۰ | ۷/۵۸۶ | ۰/۰۱۱ |

آزمون واریانس نشان می‌دهد که اختلاف دو گروه تمامی الکتروودهای مورد بررسی نواحی مرکزی، معنادار بیش تخمینی و کم تخمینی در باند فرکانسی بتای بالا، در است.

شکل ۱- باند بتای بالا (۲۵ تا ۳۰ هرتز): مقایسه‌ی توان مطلق گروه کم تخمینی و گروه بیش تخمینی در الکترودهای C4, Cz, C3, Fz, Pz



تأثیر بگذارد، اما این اثر (دست‌کم در یک جلسه) بر همه‌ی افراد یکسان نیست و به اقتضای ساز و کارهای عصبی مختلف الکتروانسفالوگرافی مغز، ممکن است زمان ذهنی متفاوتی برای افراد شکل گیرد. با توجه به اینکه آزمودنی‌ها فقط یک جلسه (حین انجام آزمایش) تمرین ذهن آگاهی کرده بودند، به نظر می‌رسد که ذهن آگاهی نتوانسته تأثیر چندانی بر شرکت‌کنندگان بگذارد و احتمالاً همین امر باعث تفاوت نتایج رفتاری آنها شده است؛ یعنی عده‌ای این زمان را بیش از میزان واقعی و عده‌ای کمتر از میزان حقیقی برآورد کردند. اگر چه در حیطه‌ی ذهن آگاهی و ادراک زمان مطالعاتی

در تمامی الکترودهای مذکور، گروه کم تخمینی (گروه اول) نسبت به گروه بیش تخمینی (گروه دوم) مقادیر بیشتری نشان داده است. نقشه‌ی مغزی (پایین سمت راست) نشان‌دهنده‌ی درصد اختلاف توان مطلق امواج بتای بالا بین دو گروه است. در این نقشه‌ی مغزی، توان مطلق گروه بیش تخمین از توان مطلق گروه کم تخمین کم شده است. بر اساس مقیاس مذکور، رنگ آبی کمتر بودن توان مطلق گروه بیش تخمین را از گروه کم تخمین نشان می‌دهد.

اولین نکته‌ی قابل توجه این مطالعه آن است که تمرین ذهن آگاهی اگر چه می‌تواند بخوبی بر زمان ادراکی فرد

رولاندیک در شرایط استراحت بینجامد (۲۶) و کاهش فعالیت این موج در اختلالی نظیر اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی با پرکاری سیستم دوپامنرژیک در عقده‌های قاعده‌ای مرتبط باشد (۲۷). از طرف دیگر، مطالعات مرتبط با ادراک زمان و اختلالات مرتبط با عملکرد عقده‌های قاعده‌ای حاکی از آن است که کم‌کاری عقده‌های قاعده‌ای و متعاقب آن دامنه‌ی بالای بتای رولاندیک در اختلالی مانند پارکینسون باعث کم‌تخمینی زمان می‌شود (۲۸)، در حالی که در اختلالی مانند بیش‌فعالی، پرکاری عقده‌های قاعده‌ای و در پی آن دامنه‌ی پایین بتای رولاندیک می‌تواند به بیش‌تخمینی زمان بینجامد (۲۹).

از این رو، نتایج مطالعه‌ی حاضر را می‌توان سازگار با نتایج مطالعات قبل دانست و فعالیت بالاتر بتای رولاندیک در نواحی مرکزی را به کم‌کاری عقده‌های قاعده‌ای در گروه کم‌تخمینی زمان ربط داد. درباره‌ی این مسأله می‌توان در حیطه‌ی نظریه‌ی نرده‌ای زمان (۳۰، ۳۱) و مدل ساعت درونی (۶، ۷) بحث کرد؛ به طوری که فعالیت کمتر عقده‌های قاعده‌ای در گروه کم‌تخمینی می‌تواند باعث ایجاد پالس‌های کمتر در سطح ضربان‌ساز مذکور در ساعت درونی شده و به این ترتیب ساعت درونی تعداد کمتری پالس ایجاد و متعاقب آن ذخیره کند و در نتیجه زمان کمتر از میزان واقعی سپری شده به نظر برسد. به علاوه، این مطالعه می‌تواند به عنوان یکی از معدود مطالعات در بازه‌های زمانی بیش از چند دقیقه، که حاوی ارزیابی نوروفیزیولوژیک است، مهم باشد. از طرف دیگر، توافق نتایج با نظریه‌ی نرده‌ای زمان می‌تواند از این نظریه در سطح بازه‌های بزرگ‌تر از چند دقیقه، یعنی جایی که شواهد کمی برای نظریه‌ی نرده‌ای زمان وجود دارد، حمایت کند.

شده (۱۹، ۲۰)، اما هیچ‌یک با ثبت الکتروفیزیولوژیک همراه نبوده است. در این مطالعه، امواج دو گروه بیش‌تخمینی و کم‌تخمینی زمان، در وضعیت ذهن‌آگاهی متفاوت بود. نتایج نشان می‌دهد که گروه کم‌تخمینی زمان، در نواحی پس‌سر و نواحی مرکزی، به طور معناداری افزایش فعالیت بتای بالا را نشان می‌دهند. به این ترتیب همسو با مطالعه‌ی اخیر، که نقش موج بتا را در تخمین زمان بازه‌های کوتاه مدت مؤثر دانسته (۱۷)، این مطالعه می‌تواند این نقش را در بازه‌های بلندمدت نیز تأیید و پیشنهاد کند که نوسانات بتای بالا (۲۵ تا ۳۰ هرتز) می‌تواند مکانیزمی برای تخمین زمان در بازه‌های بلندمدت ایجاد کند.

به طور کلی امواج محدوده‌ی فرکانسی بتا در نواحی مرکزی را می‌توان با فعالیت نواحی حسی- حرکتی مغز و شیپار رولاندیک مرتبط دانست. به این موج بتای، اصطلاحاً "رولاندیک" گفته می‌شود و محدوده‌ی فرکانسی آن می‌تواند از ۱۳ هرتز تا ۳۰ هرتز در نظر گرفته شود (۲۲ و ۲۳). اما اخیراً مطالعه‌ای نشان داده که محدوده‌ی فرکانسی ۱۶ تا ۲۸ هرتز در نواحی مرکزی می‌تواند به طور ویژه در زمان تصمیم‌گیری در حرکت دخیل باشد (۲۲). مطالعات متعدد نشان می‌دهند که موج بتای رولاندیک رابطه‌ی مستقیمی با حرکت و یا آمادگی برای حرکت دارد (۲۴). شواهد دال بر آن است که این موج در حین حرکت یا آماده شدن برای حرکت سرکوب می‌شود (۲۳). همچنین مطالعات همزمان الکتروانسفالوگرافی و تصویربرداری کارکردی شدید مغناطیسی^۱ (fMRI) نشان می‌دهد که بین دامنه‌ی امواج بتای رولاندیک و فعالیت قشر حرکتی و قشر اولیه روان‌تنی^۲ ارتباط معکوسی وجود دارد؛ یعنی بالا رفتن موج بتای رولاندیک می‌تواند نشانگر کاهش فعالیت نواحی یاد شده باشد (۲۵).

مطالعات مرتبط با اختلالات ناشی از کژکاری سیستم حرکتی، به‌ویژه عقده‌های قاعده‌ای، حاکی از آن است که کم‌کاری عقده‌های قاعده‌ای و سیستم دوپامنرژیک در اختلالی همچون پارکینسون می‌تواند به افزایش بتای

1- Functional magnetic resonance imaging

2- Somatosensory

نتیجه گیری

مطالعه‌ی حاضر از این حیث که می‌تواند شاهدهی بر نظریه‌ی نرده‌ای زمان در بازه‌های طولانی‌تر از چند دقیقه باشد، بسیار اهمیت دارد. استفاده از تکالیف متفاوت و برآورد زمان حین انجام این تکالیف در بازه‌های زمانی مشابه، در تأیید و یا رد نتایج این پژوهش مؤثر است. ضمن اینکه، مطالعه‌ی همزمان الکتروآنسفالوگرافی و تصویربرداری کارکردی تشدید مغناطیسی در تکلیف مشابه نتایج جامع‌تر و دقیق‌تری به دست می‌دهد.

این مطالعه سازگار با مطالعات اخیر، نقش امواج بتای رولاندیک را در ادراک زمان تأیید می‌کند؛ با این تفاوت که شواهد مطرح در این مطالعه، در محدوده‌ی بازه‌های زمانی طولانی است. به طور کلی، مطالعه‌ی پیش‌رو می‌تواند پیشنهاد دهد که بتای رولاندیک بیشتر، احتمالاً با برآورد کمتر بازه‌های طولانی‌زمان ارتباط دارد. از طرفی، بتای رولاندیک کمتر احتمالاً در افرادی مشاهده می‌شود که یک بازه را بیش از میزان واقعی تخمین می‌زنند. به دلیل رابطه‌ی نزدیک فعالیت بتای رولاندیک با فعالیت عقده‌های قاعده‌ای در مدار حرکتی قشر-پوتامن-گلبوس پالیدوس-تالاموس-قشر، می‌توان این اختلاف فعالیت بتا را به فعالیت عقده‌های قاعده‌ای نسبت داد؛ به طوری که فعالیت بیشتر بتای رولاندیک با کم‌کاری عقده‌های قاعده‌ای ارتباط دارد که می‌تواند به کاهش تولید پالس‌های زمانی در ساعت درونی و در نتیجه کمتر شدن تخمین زمانی بینجامد.

دریافت مقاله: ۹۵/۸/۱۹؛ پذیرش مقاله: ۹۶/۷/۲

منابع

1. Ebrahimi Dinani, G. *The word of Ibn-Sina and the discourse of Bahmanyar*. Tehran: Institute for Research in Philosophy; 2012.
2. Kadivar M. Analysis of imaginary time. *Nameh Mofid* 1995;1:134-189.
3. Grondin S. Timing and time perception: a review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics* 2010;72(3):561-582.
4. Craig AD. How do you feel now? the anterior insula and human awareness. *Nature reviews neuroscience* 2009 Jan 1;10(1)
5. Nazari MA, Soltanloo M, Saedi S, Damiya S, Rasgarhashemi N, Mirloo MM. The effect of gender, valence and arousal of Persian emotional words on time perception. *Social Cognition* 2013;2(2):62-74.
6. Meck WH. Selective adjustment of the speed of internal clock and memory processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 1983;9(2):171.
7. Meck WH, Benson AM. Dissecting the brain's internal clock: how frontal-striatal circuitry keeps time and shifts attention. *Brain and cognition* 2002;48(1):195-211.
8. Treisman M, Faulkner A, Naish PL, Brogan D. The internal clock: Evidence for a temporal oscillator underlying time perception with some estimates of its characteristic frequency. *Perception* 1990;19(6):705-742.
9. Pouthas V, Line G, Ferrandez AM, Renault B. ERPs and PET analysis of time perception: spatial and temporal brain mapping during visual discrimination tasks. *Human brain mapping* 2000;10(2):49-60.
10. Pouthas V, Line G, Ferrandez AM, Renault B. ERPs and PET analysis of time perception: spatial and temporal brain mapping during visual discrimination tasks. *Human brain mapping* 2000;10(2):49-60.
11. Rao SM, Mayer AR, Harrington DL. The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature neuroscience* 2001;4(3):317-323.

12. Smith A, Giampietro V, Brammer M, Halari R, Simmons A, Rubia K. Functional development of fronto-striato-parietal networks associated with time perception. *Frontiers in human neuroscience* 2011;5:136.
13. Ng KK, Penney TB. Probing interval timing with scalp-recorded electroencephalography (EEG). *Neurobiology of Interval Timing*, Springer, New York 2014: 187-207.
14. Näätänen R, Pakarinen S, Rinne T, Takegata R. The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology* 2004;115(1):140-144.
15. Moiseeva, NI. The characteristics of EEG activity and the subjective estimation of time during dreams of different structure. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 1975;38(6):569-577.
16. Makhin SA, Pavlenko V. EEG Activity in the Process of Measuring-off of Time Intervals by Humans. *Neurophysiology* 2003;35(2):143-148.
17. Kulashekhar S, Pekkola J, Palva JM, Palva S. The role of cortical beta oscillations in time estimation. *Human brain mapping* 2016;37(9):3262-3281.
18. Kononowicz, TW, van Rijn H. Single trial beta oscillations index time estimation. *Neuropsychologia* 2015;75:381-389.
19. Kramer, RS, Weger, UW, Sharma D. The effect of mindfulness meditation on time perception. *Consciousness and cognition* 2013;22(3):846-852.
20. Wittmann, M. Mindfulness and the Experience of time. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2014;126: 129.
21. Palaniappan R, Krishnan SM. Identifying individuals using ECG beats. *International Conference on Signal Processing and Communications* 2004: 569-572.
22. Kropotov JD. *Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2010.
23. Jo HG, Hinterberger T, Wittmann M, Schmidt S. Rolandic beta-band activity correlates with decision time to move. *Neuroscience letters* 2016;616:119-124.
24. Pfurtscheller G, Stancak A, Neuper C. Post-movement beta synchronization. A correlate of an idling motor area?. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 1996;98(4):281-293.
25. Ritter P, Moosmann M, Villringer A. Rolandic alpha and beta EEG rhythms' strengths are inversely related to fMRI BOLD signal in primary somatosensory and motor cortex. *Human brain mapping* 2009;30(4):1168-1187.
26. Moazami-Goudarzi M, Sarnthein J, Michels L, Moukhtieva R, Jeanmonod D. Enhanced frontal low and high frequency power and synchronization in the resting EEG of parkinsonian patients. *Neuroimage* 2008;41(3):985-997.
27. Cheon KA, Ryu YH, Kim YK, Kee N, Kim CH, Lee J. Dopamine transporter density in the basal ganglia assessed with [123I]IPT SPET in children with attention deficit hyperactivity disorder. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2003;30(2):306-311.
28. Pastor MA, Artieda J, Jahanshahi M. Time estimation and reproduction is abnormal in Parkinson's disease. *Brain* 1992;1:211-225.
29. Barkley RA, Murphy KR, Bush T. Time perception and reproduction in young adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology* 2001;15(1): 351-360.
30. Church R, Meck WH, Gibbon J. Application of scalar timing theory to individual trials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 1994;20(2): 135.
31. Allman MJ, Teki S, Griffiths TD, Meck WH. Properties of the internal clock: first-and second-order principles of subjective time. *Annual Review of Psychology* 2014;65:743-771.