DOI: 10.22122/jrrs.v15i3.3457

Published by Vesnu Publications

بهبود توانمندی شناختی در شرکت‌کنندگان بازی کامپیوتری با بررسی هورمونی و امواج مغزی: کارآزمایی بالینی کنترل شده

حامد علی‌یاری[1]، معصومه کاظمی[2]، هدایت صحرایی[3]، محمدرضا دلیری[4]، بهروز مینایی بیدگلی[5]، سحر گلابی[6]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: امروزه بررسی و شناسایی تأثیرات بازی‌های رایانه‌ای، نقش مهمی در سلامت شناختی و رفتاری افراد جامعه ایفا می‌کند. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کوتاه‌مدت بازی Flow Free بر ویژگی‌های عصب‌شناختی بازیکنان بود.

مواد و روش‌ها: ۴۰ دانشجوی پسر داوطلب سالم ۲۰ سال به بالا، در دو گروه شاهد و آزمایش قرار گرفتند. تمام آزمون‌ها قبل و بعد از بازی از گروه آزمایش اخذ گردید. همچنین، تمام آزمون‌ها از گروه شاهد بدون انجام بازی (فقط با نگاه کردن) گرفته شد. افراد منتخب ابتدا پرسش‌نامه‌ای متشکل از خصوصیات شخصی و تخصصی بازی را تکمیل نمودند. سپس نمونه‌های بزاق آن‌ها به منظور سنجش میزان هورمون کورتیزول و آلفا آمیلاز جمع‌آوری شد. همچنین، آزمون‌های شناختی انجام و امواج مغزی ثبت گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون Wilcoxon در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: دو گروه در حالت پایه، تفاوت معنی‌داری در مشخصات جمعیت‌شناختی و نتایج آزمایش‌ها و آزمون‌های مربوط نداشتند. پس از انجام بازی، تغییرات در گروه شاهد معنی‌دار نبود. نتایج آزمون شناختی در گروه آزمایش، افزایش معنی‌دار سلامت ذهنی (P = ۰/۰۳۷) و توجه ممتد (P = ۰/۰۴۶) را نشان داد. همچنین، افزایش معنی‌داری در تغییرات غلظت آلفا آمیلاز (P = ۰/۰۰۹) و کورتیزول بزاقی (P = ۰/۰۱۰) پس از انجام بازی نسبت به قبل از آن مشاهده گردید. تغییرات امواج مغزی ثبت شده بعد از بازی نسبت به قبل از آن، افزایش میانگین سطح الگوی شاخص استرسی (P = ۰/۰۳۹) و شاخص توجه (P = ۰/۰۴۸) را نشان داد. همه این تغییرات در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه شاهد نیز معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: بازی Flow Free به عنوان محرک مثبت سیستم دستگاه عصبی مرکزی، سبب فعالیت مسیر استرسی و تغییرات سیگنال‌های مغزی و در نتیجه، تقویت المان شناختی توجه در بازیکنان پس از انجام بازی می‌شود.

کلید واژه‌ها: استرس، کورتیزول، آلفا آمیلاز، توجه، بازی Flow Free، الکتروانسفالوگرافی، نوروگیم

ارجاع: علی‌یاری حامد، کاظمی معصومه، صحرایی هدایت، دلیری محمدرضا، مینایی بیدگلی بهروز، گلابی سحر. **بهبود توانمندی شناختی در شرکت‌کنندگان بازی کامپیوتری با بررسی هورمونی و امواج مغزی: کارآزمایی بالینی کنترل شده.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۸؛ ۱۵ (۳): ۱۵۱-۱۴۴.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۰ تاریخ چاپ: ۱۳۹۸/۵/۱۵

مقدمه

امروزه بازی‌های رایانه‌ای نقش مهمی را در کیفیت زندگی کودکان و نوجوانان ایفا می‌کند. همچنین، ساعات انجام بازی‌های رایانه‌ای در بین مخاطبان رو به افزایش می‌باشد (۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که بازی‌های رایانه‌ای نقش مهمی در سلامت رفتار و شناخت افراد دارد (۲). امروزه مطالعات زیادی در حوزه بازی‌های جدی (Serious games) صورت

۱- استادیار، مرکز تحقیقات تعامل انسان و رایانه، دانشگاه تکنولوژی، کوچی، ژاپن
۲- دکتری تخصصی علوم اعصاب، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله، تهران، ایران
۳- استاد، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله، تهران، ایران
۴- دانشیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۵- دانشیار، گروه نرم‌افزار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۶- دکتری تخصصی، دانشکده علوم پزشکی آبادان،آبادان ،ایران
نویسنده مسؤول: معصومه کاظمی؛ دکتری تخصصی علوم اعصاب، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله، تهران، ایران
Email: mkazemih@yahoo.com

گرفته (۳) و نقش این بازی‌ها در حوزه درمان، پیشگیری اختلالات عصبی و تقویت توانمندی‌های شناختی مطرح شده است (۴). اهمیت پژوهش در این حوزه با توجه به دامنه وسیع مخاطبان و تولید روزافزون بازی‌های رایانه‌ای با محتواهای متفاوت، ضروری به نظر می‌رسد. بازی‌ها سبب تغییرات عصب‌شناختی، روان‌شناختی و فیزیولوژیک می‌شود و به طور کلی، سلامت افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۶، ۵، ۲). بازی رایانه‌ای جدی می‌تواند بر شاخص‌های شناختی از جمله توجه و تمرکز و رفتارهای هیجانی تأثیرگذار باشد (۸، ۷). استرس در بازی‌های رایانه‌ای یک شاخص مهم شناختی است که نقش مهمی را در تقویت یا تضعیف انواع شاخص‌های شناختی دیگر افراد ایفا می‌کند (۱۰، ۹). تأثیرات استرس در بازی‌های رایانه‌ای بر توانمندی‌های متفاوت سیستم دستگاه عصبی بر اساس سبک بازی‌ها و جنسیت متفاوت می‌باشد (۱۱، ۱۰).

گروه نوروگیم، استرس در بازی‌های رایانه‌ای را بر اساس سبک بازی به چهار نوع تقسیم می‌کند (۱۲، ۱۰، ۸) که در ادامه آمده است.

استرس منطقی (Logic stress): در بازی‌های پازلی (Puzzle game)، نه استرس باخت بازی و نه استرس محدودیت زمان وجود دارد. در واقع، بخش پره‌فرونتال مغز درگیر تفکر و تصمیم‌گیری است. فعالیت فرونتال مغز سبب تقویت شاخص‌های شناختی مانند حل مسأله، تمرکز و تصمیم‌گیری صحیح می‌شود (۸).

استرس محدود (Limit stress): این استرس در بازی‌های دونده (Runner game) مشاهده می‌شود. در این سبک بازی به علت ترس از باخت، استرس محدودی به بازیکن وارد می‌شود. در این حالت، محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- آدرنال (Hypothalamic-Pituitary-Adrenal یا HPA) فعال و هورمون کورتیزول و آنزیم آلفا آمیلاز ترشح می‌شود (۸). افزایش ترشح هورمون کورتیزول، منجر به ایجاد استرس محدود می‌گردد که این استرس شاخص‌های شناختی توجه و تمرکز، سرعت عمل و هماهنگی بین عضلات انگشتان دست و عضلات چشم را تقویت می‌کند (۱۲، ۱۰، ۸).

استرس ترس (Fear stress): این نوع استرس در بازی‌های ترسناک و دلهره‌آور وجود دارد.

استرس تعاملی (Interactive stress): در اغلب موارد در بازی‌های ترسناک و خشن مشاهده می‌شود.

هر دو مورد اخیر استرس‌ها (ترس و تعاملی) مربوط به بازی‌های ترسناک (Scary game) هستند (۱۰، ۴). تأثیرگذاری بازی‌های رایانه‌ای بر سیستم عصبی افراد، بر اساس محتوا و سبک بازی‌ها متفاوت می‌باشد؛ به طوری که می‌تواند در جهت بهبود و یا تضعیف شاخص‌های شناختی افراد استفاده شود (۱۳). بازی‌های رایانه‌ای با محتوای متفاوت، می‌تواند تغییرات متفاوتی را در ترشح هورمون کورتیزول ایجاد کند (۱۰). در واقع، بازی‌های رایانه‌ای، محرک سیستم سمپاتیکی آدرنال می‌باشند (۱۴). همچنین، محور سیستم استرسی را فعال می‌کنند. تأثیر بازی‌های رایانه‌ای بر سیستم استرسی، منجر به تغییرات سیستم بیولوژیک می‌شود. تحریکات مزمن مسیر HPA، ارتباط مستقیمی با اختلالات عصبی دارد. هنگام فعالیت محور HPA، هورمون آزاد شده از هیپوتالاموس به غده هیپوفیز قدامی می‌رسد و سبب ترشح هورمون آدرنوکورتیکوتروپین (Adrenocorticotropic یا ACTH) می‌گردد. ترشح ACTH باعث تنظیم هورمون کورتیزول از بخش قشری غده فوق کلیوی می‌شود (۹).

پاسخ‌های استرسی می‌تواند منجر به واکنش‌های رفتاری، اتونومیک و تغییرات اندوکرینولوژیک مغز شود (۱۲). همچنین، نتایج تحقیقات نشان داده است که به دنبال فعالیت سیستم استرسی، ممکن است واکنش‌هایی که به طور کلی ترس نامیده می‌شود، نیز در فرد استرس دیده ایجاد شود (۱۳، ۱۰، ۸، ۷، ۴، ۱). این واکنش‌ها موجب فعالیت بخش سمپاتیک سیستم استرسی و در نهایت، بروز پاسخ‌های سمپاتیکی (یا پاراسمپاتیکی) در فرد می‌شود (۲، ۱). بازی‌های رایانه‌ای بر اساس محتوا و سبک بازی و شدت تحریک محور استرسی- ترس می‌توانند اثرات متفاوتی در سیستم دستگاه عصبی مرکزی از نظر عصب شناختی داشته باشند (۱).

هر عامل محیطی که سبب تغییرات غیر طبیعی غلظت هورمون کورتیزول شود، می‌تواند سیگنال‌های مغزی افراد را تحت تأثیر قرار دهد و شاخص‌های شناختی آن‌ها را تغییر دهد (۱۵). سیگنال الکتروانسفالوگرافی (Electroencephalography یا EEG) در واقع سنجش جریان‌های جاری پیام‌های عصبی در دندریت‌های نورون‌های موجود در قشر مغز می‌باشد (۱۵). سیگنال‌های EEG کاربردهای حیاتی مهمی در زمینه‌های مختلف پزشکی و همچنین، سیستم‌های ارتباط متقابل مغز- رایانه (Brain-computer interface یا BCI) دارد (۱۵، ۱۲). رمزگشایی سیگنال‌های مغزی یکی از مهم‌ترین روش‌های بررسی شاخص‌های شناختی به شمار می‌رود (۱۶، ۱۳). اگر سیگنال‌های مغزی به عنوان زبان مغز در نظر گرفته شود، می‌توان با ثبت دقیق سیگنال‌های الکتریکی، با پردازش‌های دقیق کامپیوتری بر روی آن‌ها و استخراج اطلاعات، نقاط فعال مغز در یک شاخص شناختی را شناسایی کرد (۱۷، ۱۳).

ثبت امواج مغزی روش پیچیده‌ای است که به صورت آنلاین فعالیت‌های مختلف الکتریکی و بیوشیمیایی سیستم عصبی را نشان می‌دهد. این سیگنال‌ها حاوی اطلاعاتی هستند که به صورت غیر تهاجمی منعکس‌کننده ویژگی‌های عملکردی بخشی از سیستم دستگاه عصبی مرکزی می‌باشند (۱۷). در تحقیقات پیشین، میانگین سطح الگوی شاخص استرس و برانگیختگی از امواج مغزی افراد استخراج شده است (۱۹، ۱۸، ۱۵، ۱۲). اگر پژوهشگران بتوانند بازی‌های رایانه‌ای را بر اساس سبک بازی و محتوای آن‌ها آسیب‌شناسی و طبقه‌بندی کنند، گام مهمی در پیشگیری و کمک به درمان بسیاری از بیماری‌های عصبی و اختلالات روانی و توانمندی‌های شناختی در حوزه سلامت برداشته می‌شود. با چنین رویکردی، بازی‌ها به صورت هدفمند تولید و طبقه‌بندی می‌شوند و در خدمت حوزه سلامت قرار می‌گیرند (۳). بازی Flow Free (Big Duck Games LLC, Sunny Miami, Florida, USA) یک بازی تک بازیکنی می‌باشد که توسط یک کمپانی آمریکایی در سال ۲۰۱۲ برای سیستم عامل ویندوز، اندروید و IOS ارایه شد. این بازی به عنوان بازی شاخص توسط نخبگان بازی‌های رایانه‌ای و از دسته بازی‌های فکری (Brain training) معرفی شده است. در مطالعه حاضر، تأثیرات عصب‌شناختی بازی Flow Free بر روی افراد بررسی گردید تا مشخص شود آیا این بازی شاخص‌های عصب‌شناختی خاصی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ و این که فعالیت محور HPA چه نوع استرسی را در این بازی تولید می‌کند و تأثیر استرس مثبت می‌باشد یا منفی؟

http://jrrs.mui.ac.ir

مواد و روش‌ها

۴۰ دانشجوی داوطلب پسر سالم ۲۰ سال به بالا با استفاده از جدول اعداد تصادفی، در دو گروه شاهد (۲۰ نفر) و آزمایش (۲۰ نفر) قرار گرفتند. پیش از شروع، کلیه مراحل تحقیق به تأیید کمیته اخلاق رسید و طرح پژوهش در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران ثبت گردید. مطالعه در محل آزمایشگاه نوروگیم انجام شد. ابتدا روش تحقیق و حفظ اطلاعات ثبت شده از افراد به صورت محرمانه برای کلیه داوطلبان شرکت‌کننده توضیح داده شد. پس از امضای رضایت‌نامه آگاهانه، بر اساس معیارهای ورودی و غربالگری، افراد وارد پژوهش شدند. ملاک ورود افراد عدم انجام بازی مورد نظر در گذشته، عدم مصرف هر نوع ماده اعتیادآور، عدم وجود سابقه بیماری‌های خاص و مصرف دارو بود که با استفاده از خوداظهاری و آزمایش‌های بیولوژیکی بررسی گردید.

بازی: بازی مورد نظر، بازی Flow Free از سبک بازی‌های فکری و مدت انجام آن در هر روز ۱۵ دقیقه، به مدت ۳ روز بود که در گروه آزمایش انجام شد. در گروه شاهد مشابه گروه آزمایش عمل شد، با این تفاوت که به جای انجام بازی، افراد در زمان‌های مشخص به تماشای آن پرداختند.

ارزیابی: تمام آزمون‌ها از گروه آزمایش قبل از انجام بازی Flow Free و بعد از آن گرفته شد. همچنین، در گروه شاهد تمام آزمون‌ها بدون انجام بازی و مشابه گروه آزمایش پیش و پس از نگاه کردن به بازی اخذ گردید. افراد منتخب ابتدا به سؤالاتی شامل خصوصیات شخصی (سن، عدم مصرف دارو و دخانیات و سلامت ذهنی) و سؤالات تخصصی بازی شامل بازی مورد علاقه و سبک بازی و تعداد ساعات مشغولیت به بازی پاسخ دادند. پس از آن، آزمون Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT) به منظور سنجش سلامت ذهنی و توجه ممتد از افراد گرفته شد (۱۲).

در آزمون PASAT شخص ۶۱ عدد تک رقمی را با فاصله زمانی ۳ ثانیه پشت سر هم از طریق هدفون می‌شنود و نتیجه جمع هر عدد را در میکروفون اعلام می‌نماید. در انتهای آزمون از فرد در مورد راحتی آزمون سؤال می‌شود. سطح سلامت ذهنی با جمع تعداد بیشترین پاسخ‌های صحیح و توجه ممتد نیز با بیشترین زنجیره پاسخ صحیح به صورت پی‌درپی اندازه‌گیری می‌شود. از تمام افراد شرکت‌کننده در مطالعه (گروه آزمایش قبل و بعد از انجام بازی و گروه شاهد بدون انجام بازی فقط با دیدن) نمونه‌های بزاق در لوله‌های فالکون با حجم ۱۰ میلی‌لیتر جمع‌آوری شد و جهت مقایسه حالت پایه نسبت به پس از انجام بازی (بررسی سطح اثرگذاری بازی مورد آزمون) در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. جهت انجام تحلیل‌ها، ابتدا نمونه‌ها در دمای معمولی اتاق مایع شد و پس از سانتریفوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه، ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه برای تست جداسازی شد. به منظور سنجش کورتیزول و آلفا آمیلاز بزاقی به ترتیب از کیت تخصصی کورتیزول انسانی (Cortisol ELISA KIT, Diagnostics Biochem Canada Inc, dbc) و کیت تخصصی آلفا آمیلاز (پارس‌آزمون، قطب صنعتی بهارستان، کرج، ایران) با سنجش دستگاه Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) استفاده شد (۱۰).

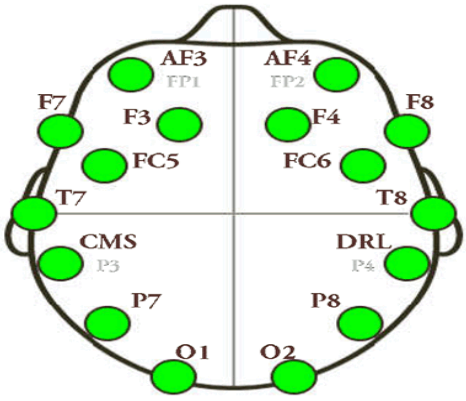
جهت ثبت امواج مغزی، الکترودهای دستگاه ۱۴ کاناله EEG-Emotive (EMOTIV Inc., San Francisco, CA, USA) در جایگاه ویژه روی سر داوطلب قرار گرفت. سپس امواج مغزی به صورت پایه (چشم بسته و چشم باز) ثبت گردید. سیگنال‌های مغزی و تحلیل آن‌ها در نرم‌افزار MATLAB (MATLAB and Statistics Toolbox Release 2016b, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, USA) پردازش شد. بر اساس تحقیقات متعدد (۱۹، ۱۸، ۱۵، ۱۲، ۱۰، ۸)، به منظور بررسی شاخص توجه و استرس، از داده‌های حاصل از پردازش سیگنال مغزی استفاده شد. انرژی سیگنال‌ها در باندهای و الکترودهای متفاوت محاسبه و مقایسه گردید. میزان انرژی باند تتا در ناحیه FC و نسبت $\frac{\theta}{\beta}$ جهت تشخیص میزان توجه استفاده می‌شود (۱۵، ۱۰) که در آن، Pow(Ab) توان سیگنال الکترود A در باند b است (رابطه ۱).

$$attention = \frac{Pow(AF3_{beta})+Pow(AF4_{beta})}{Pow(AF3_{theta})+Pow(AF4_{theta})}$$ رابطه ۱

بر اساس مطالعات پیشین، در افرادی که اضطراب و استرس اجتماعی دارند یا در معرض تهدیدات اجتماعی قرار می‌گیرند، نیمکره پیشانی راست فعالیت بیشتری دارد (۱۵، ۱۰). با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تحلیل و آنالیز سیگنال‌های مغزی ناحیه پیشانی، لوب پیشانی بیشتر از لوب‌های دیگر مغز تحت تأثیر استرس بازی‌های رایانه قرار می‌گیرد (۱۷، ۱۳). بنابراین، انتخاب صحیح به منظور بررسی تعیین میزان استرس لوب پیشانی می‌باشد (رابطه ۲)؛ چرا که نسبت فعالیت مغز بین دو نیمکره در ناحیه پیشانی را توضیح می‌دهد (۱۵، ۱۰).

$$stress = \frac{pow(F_3(\alpha))}{pow(F_4(\alpha))}$$ رابطه ۲

شکل ۱ نمایی از محل قرارگیری الکترودها بر روی سر افراد را نمایش می‌دهد (۱۲).



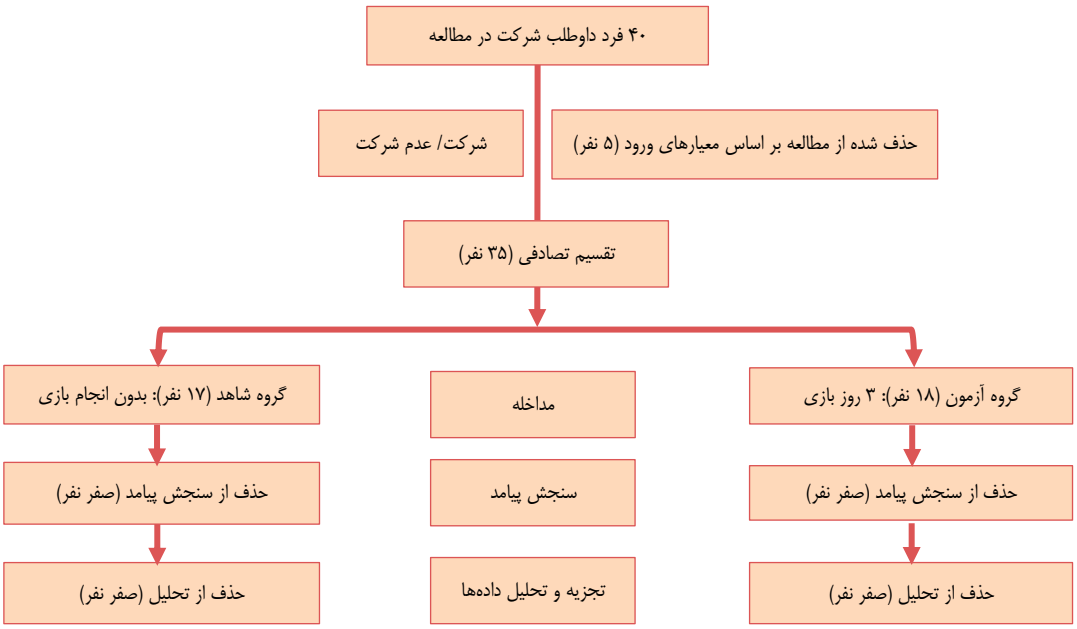
شکل ۱. محل قرارگیری الکترودها بر روی سر شرکت‌کنندگان

پیروی کردن داده‌ها از توزیع نرمال با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. از آزمون Wilcoxon جهت مقایسه میانگین دو گروه در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و از آزمون Mann-Whitney U به منظور مقایسه درون گروهی استفاده گردید. داده‌ها در نرم‌افزار SPPS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

http://jrrs.mui.ac.ir

یافته‌ها

بر اساس معیارهای ورود و خروج، ۱۷ نفر در گروه شاهد و ۱۸ نفر در گروه آزمایش قرار گرفتند. شکل ۲ مراحل مختلف انجام مطالعه و ریزش افراد در طی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۲. فلوچارت CONSORT و گزارش ریزش افراد در طی مراحل مطالعه

با توجه به عدم ریزش شرکت‌کنندگان، تحلیل Intention-to-treat (ITT) انجام نشد. نتایج آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که توزیع داده‌ها در دو گروه از توزیع طبیعی پیروی نکرد. میانگین سن شرکت‌کنندگان ۲۱ سال بود و همه آنان در مقطع کارشناسی مشغول به تحصیل بودند. تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایش و شاهد از لحاظ سن و سطح تحصیلات وجود نداشت (P = ۰/۰۳۱). مقایسه شاخص‌های مورد بررسی دو گروه در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. مقایسه شاخص‌های هورمونی و Electroencephalography (EEG) در گروه‌های مورد بررسی قبل و بعد از انجام مطالعه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	مقدار P (درون‌گروهی)
نمره سلامت ذهنی در آزمون PASAT	آزمایش	۴۵/۹۷ ± ۴/۹۰	۵۳/۱۲ ± ۴/۸۸	۱۵/۵۵	*۰/۰۳۷
	شاهد	۴۵/۰۱ ± ۵/۱۰	۴۶/۰۳ ± ۵/۰۰	۲/۲۷	۰/۷۸۰
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۶۵	**۰/۰۴۹	–	–
نمره توجه ممتد در آزمون PASAT	آزمایش	۱۴/۰۰ ± ۱/۱۰	۲۵/۰۰ ± ۱/۱۰	۷۸/۵۷	*۰/۰۴۶
	شاهد	۱۳/۰۰ ± ۰/۹۰	۱۵/۰۰ ± ۰/۹۰	۱۵/۳۸	۰/۰۶۶
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۵۱	**۰/۰۳۷	–	–
سطح آلفا آمیلاز (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	آزمایش	۱/۸۳ ± ۰/۸۰	۱/۸۵ ± ۰/۶۰	۱/۲۶	*۰/۰۰۹
	شاهد	۱/۸۳ ± ۰/۷۵	۱/۸۳ ± ۰/۸۱	۰/۰۹	۰/۰۸۱
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۵۸	**۰/۰۱۱	–	–
سطح هورمون کورتیزول (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	آزمایش	۶۷۴۷۷/۱۰ ± ۵/۹۰	۸۲۴۲۶/۷۰ ± ۴/۶۰	۲۲/۱۵	*۰/۰۱۰
	شاهد	۶۷۴۸۷/۰۰ ± ۸/۲۰	۶۷۶۷۷/۰۰ ± ۸/۴۰	۰/۲۸	۰/۰۶۲
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۶۱	۰/۰۵۲	–	–
نمره شاخص استرس	آزمایش	۳/۷۱ ± ۰/۲۹	۵/۱۱ ± ۰/۳۲	۳۷/۷۰	*۰/۰۳۹
	شاهد	۳/۴۷ ± ۰/۳۲	۳/۵۱ ± ۰/۲۹	۱/۱۵	۰/۰۷۴
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۷۶	**۰/۰۲۳	–	–
نمره شاخص توجه	آزمایش	۴/۱۹ ± ۰/۳۸	۶/۸۲ ± ۰/۴۲	۶۲/۷۶	*۰/۰۴۹
	شاهد	۴/۲۱ ± ۰/۴۱	۴/۳۹ ± ۰/۳۸	۴/۲۷	۰/۰۶۹
	مقدار P (بین‌گروهی)	۰/۰۷۱	**۰/۰۴۹	–	–

*تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، **تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد

PASAT: Paced Auditory Serial Addition Test

http://jrrs.mui.ac.ir

آزمون‌های شناختی حاصل از PASAT در گروه آزمایش نشان داد که سطح سلامت ذهنی (P = ۰/۰۳۷) و توجه ممتد (P = ۰/۰۴۶) پس از انجام بازی به طور معنی‌داری افزایش یافت، اما در گروه شاهد تغییری حاصل نشد. همچنین، افزایش سطح سلامت و توجه ممتد در پس‌آزمون نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵۰). یافته‌های آزمون‌های بیولوژیک در گروه آزمایش، حاکی از افزایش معنی‌دار هورمون کورتیزول و آنزیم آلفا آمیلاز بزاقی بازیکنان نسبت به قبل از بازی و نیز نسبت به گروه شاهد بود. همچنین، آنالیز سیگنال‌های مغزی بازیکنان در گروه آزمایش بعد از بازی نسبت به قبل از بازی، افزایش فعالیت‌های شناختی شاخص استرسی و توجه را نشان داد. این افزایش نسبت به گروه شاهد نیز معنی‌دار بود. در گروه شاهد تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث

امروزه محققان دریافته‌اند که بازی‌های رایانه‌ای جدی نقش مهمی در کیفیت زندگی افراد جامعه ایفا می‌کنند (۳، ۱). به همین علت، پژوهش‌های زیادی در حوزه بازی‌های رایانه‌ای در حال انجام است. مطالعه حاضر به بررسی اثر یکی از بازی‌های رایانه‌ای جدی که به عنوان بازی شاخص توسط نخبگان بازی‌های رایانه‌ای معرفی شده است، بر سیستم استرس- ترس پرداخت و نشان داد که استفاده از این بازی می‌تواند نقش محرک برای فعالیت مغزی و مسیر استرس داشته باشد.

بازی‌های رایانه‌ای جدی به عنوان درمانگر یا کمک درمان در بیماری آلزایمر، تضعیف‌کننده اختلالات عصبی در اوتیسم و بیش‌فعالی و تقویت‌کننده توانمندی‌های شناختی مانند توجه، حافظه (۱۳) و یادگیری (۱) مورد بحث است؛ به طوری که محتوا و سبک بعضی از بازی‌های رایانه‌ای جدی، نقش مهمی در سلامت شناختی، روانی و حتی سلامت فیزیکی افراد دارد (۱۶، ۱۵، ۴، ۱). امروزه تحقیقات گسترده‌ای در مورد تأثیرگذاری بازی‌های رایانه‌ای جدی بر سیستم دستگاه عصبی مرکزی افراد انجام شده است (۱۱، ۳، ۱). بازی‌های رایانه‌ای مانند یک عامل مداخله‌گر محیطی، می‌تواند منجر به بروز تغییرات ژنی (۲۰)، هورمونی (۲۱)، عصب‌شناختی (۲۲) و رفتاری (۱۵) در دستگاه عصبی مخاطبان خود شوند.

شاخص‌های محیطی سبب تغییر در سیستم عصبی‌شناختی و اختلال در ترشح طبیعی هورمون‌ها حتی تغییر در بیان ژن‌های گیرنده N-methyl-D-aspartate (NMDA) (شاخص حافظه و یادگیری) در جانوران و انسان می‌شود (۱۸، ۱۷). ژن گیرنده NMDA نقش مهمی در بروز شاخص‌های شناختی از جمله توجه، تمرکز، حافظه و یادگیری در حیوانات و انسان دارد و عوامل محیطی مانند میدان‌های الکترومغناطیس، میدان‌های الکتریکی و حتی دنیای مجازی، نقش محرک بر بیان این ژن دارند (۲۰، ۱۹، ۱۷). اعتیاد به بازی‌های رایانه‌ای می‌تواند باعث تغییر بیان ژن گیرنده NMDA شود. این تغییر منجر به اختلال در یادگیری و حافظه افراد وابسته به بازی‌های رایانه‌ای می‌گردد (۱۷). در واقع، فعالیت سیستم دستگاه عصبی مرکزی افراد تحت تأثیر بازی‌های رایانه‌ای تغییر می‌کند (۵).

نتایج آزمون‌های شناختی PASAT در بررسی بازی Flow Free، نشان دهنده بهبود سلامت ذهنی و توجه ممتد و همچنین، افزایش ترشح هورمون کورتیزول و آلفا آمیلاز بزاق در افراد بعد از انجام بازی Flow Free بود. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیق انجام شده روی بازی موبایلی دونده (Runner) مطابقت داشت. در گروه شاهد تغییرات شناختی و هورمونی مشاهده نشد. استرس حاصل از بازی دونده از نوع استرس محدود و بیشتر به علت ترس از باخت بازی بود که نقش مهمی در شاخص توجه، تمرکز و سرعت عمل افراد داشت (۱۰). در بازی Flow Free هم استرس محدود نه به علت ترس از باخت بازی، بلکه بیشتر به علت محدودیت زمان بازی مطرح است. در این بازی، رنگ‌های جذاب و محدودیت زمان در بازی مورد آزمون، باعث بهبود تمرکز و توجه افراد بعد از انجام بازی شد. در واقع، بازی مورد آزمون شبیه به بازی‌های پازلی، سبب فعالیت عملکردی مغز به ویژه بخش فرونتال شد. در بازی Flow Free علاوه بر استرس محدود، نوع دیگر استرس یعنی استرس منطقی نیز وجود دارد (۲۲، ۲۱). کورتیزول نشانگر استرس و آلفا آمیلاز نشانگر ترس می‌باشد، اما نکته مهم، میزان فعالیت و تأثیرگذاری این دو هورمون بر سیستم استرس- ترس است که اگر اثرگذاری مثبت باشد، فعالیت سیستم بهبود شاخص‌های عصب‌شناختی خواهد بود و اگر اثرگذاری منفی باشد، سبب تضعیف توانمندی شاخص‌های شناختی مثبت و تقویت شاخص‌های شناختی منفی خواهد شد (۲۰، ۱۹).

آنالیز و پردازش سیگنال‌های مغزی می‌تواند اطلاعات شناختی مهمی در مورد شخص ارایه دهد. دامنه سیگنال‌های EEG به میزان همزمانی عملکرد نورون‌های قشر مغز بستگی دارد (۲۲). تحریک همزمان یک گروه از نورون‌ها، منجر به تولید سیگنالی با دامنه بالا روی پوست سر می‌گردد؛ چرا که سیگنال تولید شده از تک‌تک نورون‌ها، در حوزه زمان با هم جمع می‌شوند (۲۳، ۲۲). میزان تکرار تحریک‌های همزمان نیز منجر به بروز سیگنال EEG متناوب با فرکانس معین می‌گردد (۲۴، ۱۹، ۱۷). همچنین، شناسایی باندهای خاص مغزی در تقویت و یا تضعیف باند مورد نظر کمک می‌کند. سیگنال‌ها حاوی اطلاعات مفیدی راجع به عملکرد بخش‌های مختلف مغز می‌باشند. با پردازش سیگنال‌های مغزی، جایگاه‌های مختلف امواج مغزی بر اساس شدت و ضعف جایگاه، توسط متخصصان آنالیز و شناسایی می‌شود و این اطلاعات کاربردهای زیادی در تشخیص شرایط مختلف پاتولوژیکی (بیماری صرع، تومورهای مغزی، اختلالات عصبی) و مهندسی ذهن بر اساس استخراج شاخص‌های شناختی دارد (۳۲-۲۵، ۱۹).

تغییرات میانگین توان انرژی حالت پایه امواج مغزی افراد در شاخص استرس، پس از انجام بازی Flow Free نسبت به حالت پایه افزایش نشان داد. همچنین، تغییرات میانگین توان انرژی حالت پایه امواج مغزی افراد در شاخص توجه، پس از انجام بازی Flow Free افزایش داشت، اما در گروه شاهد هیچ تغییری در امواج مغزی مشاهده نشد. با توجه به انطباق نتایج بیولوژیک افزایش کورتیزول و آلفا آمیلاز (افزایش فعالیت سیستم استرسی- ترس) با نتایج افزایش میانگین توان انرژی استرس (در پردازش سیگنال‌های مغزی)، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هر دو روش افزایش استرس را تأیید می‌کند و استرس حاصل از بازی Flow Free، استرس محدود و منطقی می‌باشد (۱۰) که هر دو نوع استرس نقش مثبتی در فعالیت عملکرد بخش فرونتال مغز دارد و به همین دلیل توجه و تمرکز افراد پس از انجام بازی بهبودی حاصل کرد. از سوی دیگر، افزایشی در شاخص توجه آزمون PASAT بعد از انجام بازی Flow Free در افراد مشخص گردید و همزمان میانگین توان انرژی شاخص توجه در پردازش سیگنال‌های مغزی بعد از انجام بازی افزایش یافت که هر دو تأییدکننده بهبود شاخص شناختی توجه بعد از انجام بازی می‌باشد.

http://jrrs.mui.ac.ir

محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به محدودیت مالی و عدم وجود بانک اطلاعات داده‌ای از سیگنال‌های مغزی و عدم دسترسی به جامعه مناسب بازیکنان غربال شده اشاره کرد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابهی با بررسی بر روی رده‌های سنی متفاوت و گسترده‌تر صورت پذیرد.

نتیجه‌گیری

بازی Flow Free به عنوان محرک مثبت سیستم دستگاه عصبی مرکزی، منجر به فعالیت مسیر استرسی و تغییرات سیگنال‌های مغزی و در نتیجه، تقویت المان شناختی توجه در بازیکنان پس از انجام بازی شد. می‌توان گفت که استرس حاصل از بازی Flow Free از نوع استرس محدود و منطقی و گروه استرس مثبت می‌باشد که هر دو شاخص شناختی توجه را بهبود بخشید. دو نوع استرس با فعال کردن بخش فرونتال مغز، سبب تقویت عملکرد مغز و شاخص‌های شناختی از جمله توجه، تمرکز و تصمیم‌گیری صحیح می‌گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با کد اخلاق ۱۲۳۵۴، مصوب دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از گروه تحقیقاتی نوروگیم، مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله و ستاد فن‌آوری‌های نرم و هویت‌ساز ریاست جمهوری تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

مقاله حاضر از میان مقالات ارسال شده به دبیرخانه پنجمین کنفرانس بین‌المللی «بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها» با نگاه ویژه به بازی‌های درمانی (بهمن ماه ۱۳۹۸، اصفهان)، از سوی هیأت تحریریه مجله پژوهش در علوم توان‌بخشی مورد تقدیر قرار گرفت. بدین وسیله نویسندگان از پژوهشگاه فضای مجازی مرکز ملی فضای مجازی به جهت حمایت از انتشار این مقاله قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از مرکز نوآوری صنایع سرگرمی دانشگاه اصفهان که در جمع‌آوری داده‌ها و به ثمر رسیدن این پروژه نقش مهمی داشتند، سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

حامد علی‌یاری، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصص آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، معصومه کاظمی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، هدایت صحرایی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، محمدرضا دلیری، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات تخصص آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، بهروز مینایی بیگدلی، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار، سحر گلابی، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار را بر عهده داشتند.

منابع مالی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با کد اخلاق ۱۲۳۵۴، مصوب دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌اله می‌باشد. اجرای این طرح با حمایت ستاد فن‌آوری‌های نرم و هویت‌ساز ریاست جمهوری صورت گرفت. این ستاد در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل نتایج، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است. بررسی و انتشار تحقیق حاضر در مجله پژوهش در علوم توان‌بخشی، با حمایت مالی پژوهشگاه فضای مجازی مرکز ملی فضای مجازی، حامی پنجمین همایش بین‌المللی بازی‌های کامپیوتری با رویکرد بازی‌های درمانی صورت گرفت. این پژوهشگاه در طراحی، تدوین و گزارش این مطالعه نقشی نداشت.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. Wouters P, Spek ED, van Oostendorp H. Current practices in serious game research: A review from a learning outcomes perspective. In: Connolly T, Stansfield M, Boyle L, editors. Games-based learning advancements for multi-sensory human computer interfaces: Techniques and effective practices: Techniques and effective practices; Hershey, PA: IGI Global; 2009. p. 232-250.
2. Biddle SJ, Asare M. Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. Br J Sports Med 2011; 45(11): 886-95.

3. Tong T, Chignell M, Tierney MC, Lee J. A serious game for clinical assessment of cognitive status: Validation study. JMIR Serious Games 2016; 4(1): e7.
4. Green CS, Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. Nature 2003; 423(6939): 534-7.
5. Baranowski T, Buday R, Thompson DI, Baranowski J. Playing for real: Video games and stories for health-related behavior change. Am J Prev Med 2008; 34(1): 74-82.
6. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. Lancet 2002; 360(9331): 473-82.
7. Tahiroglu AY, Celik GG, Avci A, Seydaoglu G, Uzel M, Altunbas H. Short-term effects of playing computer games on attention. J Atten Disord 2010; 13(6): 668-76.
8. Aliyari H, Sahraei H, Erfani M, Mohammadi M, Kazemi M, Daliri M R, et al . Changes in cognitive functions following violent and football video games in young male volunteers by studying brain waves. Basic and Clinical Neuroscience Journal 2020; 11(3): 279-88.
9. Chan PA, Rabinowitz T. A cross-sectional analysis of video games and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in adolescents. Ann Gen Psychiatry 2006; 5: 16.
10. Aliyari H, Sahraei H, Daliri MR, Minaei-Bidgoli B, Kazemi M, Agaei H, et al. The beneficial or harmful effects of computer game stress on cognitive functions of players. Basic Clin Neurosci 2018; 9(3): 177-86.
11. Aliyari H, Sahraei H, Erfani M, Tekieh E, Salehi M, Kazemi M, et al. The impacts of video games on cognitive function and cortisol levels in young female volunteers. J Exp Clin Neurosci 2019; 6(1): 1-5.
12. Aliyari H, Kazemi M, Tekieh E, Salehi M, Sahraei H, Daliri MR, et al. The effects of FIFA 2015 computer games on changes in cognitive, hormonal and brain waves functions of young men volunteers. Basic Clin Neurosci 2015; 6(3): 193-201.
13. Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, et al. Video game training enhances cognitive control in older adults. Nature 2013; 501(7465): 97-101.
14. Koepp MJ, Gunn RN, Lawrence AD, Cunningham VJ, Dagher A, Jones T, et al. Evidence for striatal dopamine release during a video game. Nature 1998; 393(6682): 266-8.
15. Aliyari H, Hosseinian SH, Menhaj MB, Sahraei H. Analysis of the effects of high-voltage transmission line on human stress and attention through electroencephalography (EEG). Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering 2019; 43(1): 211-8.
16. Kwon M, Gang M, Oh K. Effect of the group music therapy on brain wave, behavior, and cognitive function among patients with chronic schizophrenia. Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci) 2013; 7(4): 168-74.
17. Shih JJ, Krusienski DJ, Wolpaw JR. Brain-computer interfaces in medicine. Mayo Clin Proc 2012; 87(3): 268-79.
18. Ramirez R, Palencia-Lefler M, Giraldo S, Vamvakousis Z. Musical neurofeedback for treating depression in elderly people. Front Neurosci 2015; 9: 354.
19. Ramirez R, Vamvakousis Z. Detecting emotion from EEG signals using the emotive Epoc device. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012 p. 175-84.
20. Sadat-Shirazi MS, Vousooghi N, Alizadeh B, Makki SM, Zarei SZ, Nazari S, et al. Expression of NMDA receptor subunits in human blood lymphocytes: A peripheral biomarker in online computer game addiction. J Behav Addict 2018; 7(2): 260-8.
21. Tekieh E, Riahi E, Kazemi M, Sahraei H, Tavakoli H, Aliyary H, et al. Role of basal stress hormones and amygdala dimensions in stress coping strategies of male rhesus monkeys in response to a hazard-reward conflict. Iran J Basic Med Sci 2017; 20(8): 951-7.
22. Aliyari H, Hosseinian SH, Sahraei H, Menhaj MB. Effect of proximity to high-voltage fields: Results of the neural network model and experimental model with macaques. Int J Environ Sci Technol 2019; 16(8): 4315-26.
23. Ursino M, La Cara GE. Travelling waves and EEG patterns during epileptic seizure: Analysis with an integrate-and-fire neural network. J Theor Biol 2006; 242(1): 171-87.
24. Gevins AS, Durousseau D, Libove J. Electrode system for brain wave detection [Patent]. 1999.
25. Li G, Chung WY. A context-aware EEG headset system for early detection of driver drowsiness. Sensors (Basel) 2015; 15(8): 20873-93.
26. Badcock NA, Preece KA, de Wit B, Glenn K, Fieder N, Thie J, et al. Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children. PeerJ 2015; 3: e907.
27. Mahajan R, Morshed BI. Unsupervised eye blink artifact denoising of EEG data with modified multiscale sample entropy, Kurtosis, and wavelet-ICA. IEEE J Biomed Health Inform 2015; 19(1): 158-65.
28. Sanei S, Chambers JA. EEG Signal Processing. Hoboken, NJ: Wiley; 2013.
29. Wang YK, Jung TP, Chen SA, Huang CS, Lin CT. Tracking attention based on EEG spectrum. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013 p. 450-4.
30. Liu NH, Chiang CY, Chu HC. Recognizing the degree of human attention using EEG signals from mobile sensors. Sensors (Basel) 2013; 13(8): 10273-86.
31. Rodrak S, Wongsawat Y. EEG brain mapping and brain connectivity index for subtypes classification of attention deficit hyperactivity disorder children during the eye-opened period. 2013 p. 7400-3.
32. Badcock NA, Mousikou P, Mahajan Y, de Lissa P, Thie J, McArthur G. Validation of the Emotiv EPOC((R)) EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. PeerJ 2013; 1: e38.

DOI: 10.22122/jrrs.v15i3.3457

Published by Vesnu Publications

Enhancement of Cognitive Index with Computer Game Using Brain Signals and Hormonal Analysis: Randomized Controlled Trial

Hamed Aliyari[1], Masoomeh Kazemi[2], Hedayat Sahraei[3], Mohammad Reza Daliri[4], Behrouz Minaei-Bidgoli[5], Sahar Golabi[6]

Original Article

Abstract

Introduction: Nowadays, computer games play an important role on the cognitive and behavioral health of the community. The purpose of this study is to investigate the short-term effects of Flow Free® on the neurologic characteristics of the players of these games.

Materials and Methods: A total of 40 healthy male students aged 20 years and above were randomly divided into the control and experimental groups. All tests were performed before and after the game in experimental group. The tests were performed only once in the control group without participating in the game following watching the game. Saliva samples were collected to measure cortisol and alpha amylase levels. Cognitive tests and electro-encephalography were performed. Data were analyzed using Wilcoxon signed-rank test.

Results: There was no significant difference between the groups in demographic characteristics and pre-intervention measures (the same as the experimental group participants without playing the game). The post-tests showed no significant change in the control group. In the experimental group, the Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT) results indicated a significant increase in mental health ($P \leq 0.037$) and sustained attention ($P \leq 0.046$); the changes in the concentration of alpha amylase ($P \leq 0.009$) and salivary cortisol ($P \leq 0.01$) after the game showed a significant increase compared to the pre-test. Additionally, an increase in the mean surface of the pattern of stress index ($P \leq 0.039$) and attention index ($P \leq 0.048$) were recorded. The post-test measures in the experimental group were also significantly different from those of the control group.

Conclusion: Flow Free®, as a stimulant of the central nervous system (CNS), led to the increased activity of the stress path and changes in brain signals, hence strengthening the cognitive element of attention in the players after the game.

Keywords: Stress, Cortisol, Alpha amylase, Attention, Flow free®, Electroencephalography, Neurogame

Citation: Aliyari H, Kazemi M, Sahraei H, Daliri MR, Minaei-Bidgoli B, Golabi S. **Enhancement of Cognitive Index with Computer Game Using Brain Signals and Hormonal Analysis: Randomized Controlled Trial.** J Res Rehabil Sci 2019; 15(3): 144-51.

Received: 15.06.2019 Accepted: 01.08.2019 Published: 06.08.2019

1- Professor, Center for Human-Engaged Computing, Kochi University of Technology, Kochi, Japan
2- PhD in Neuroscience, Neuroscience Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Professor, Neuroscience Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Electrical Engineering, Iran University of Sciences and Technology, Tehran, Iran
5- Associate Professor, Department of Software Engineering, School of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
6 PhD, Abadan Faculty of Medicine Sciences, Abadan, Iran
Corresponding Author: Masoomeh Kazemi; PhD in Neuroscience, Neuroscience Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Email: mkazemih@yahoo.com