©2016 DAZCo, *Danesh Afarand Zistagen Co., IRAN*
ISSN: 2228-5849 *Bimonthly of Education Strategies in Medical Sciences 2016;9(1):1-6*

Effect of the Torrance Creative Thinking Test on Heart Rate Signal Features

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Zakeri S.* *MSc,*
Barqi I.[1] *PhD*

How to cite this article
Zakeri S, Barqi I. Effect of the Torrance Creative Thinking Test on Heart Rate Signal Features. Education Strategies in Medical Sciences. 2016;9(1):1-6.

ABSTRACT

Aims Showing a meta-cognitive aspect, creativity is related to higher mental processes such as thinking, intelligence, imagination, and information process. There are many studies on the physiological bases of creativity. The aim of this study was to investigate the effects of creative thinking on the heart rate signal.

Materials & Methods In this semi-experimental study, 52 medical engineering, electrical, and control students of Sahand University were studied in 2012. The subjects were selected via accessible sampling method. To assess the level of the students' creative thinking, Torrance Tests of Creative Thinking (B form; figural) was used. Before and during creative thinking test, heart signal in the rest position was recorded by 1000Hz sampling frequency. Data was analyzed using Wilcoxon non-parametric test.

Findings There was an increase in the mean heart power amplitude during creative thinking than the rest position. However, passing time and conducting the last sessions of the creativity test, it showed a reduction. There was an increase in the heart rate in persons with high creativity than those with low creativity. In addition, based on the test scores, there was a higher creativity level in females and three-lingual persons than males and bi-lingual persons, respectively. There was an increase in the heart rate in females than males ($p=0.0398$). Nevertheless, there was no significant difference between three-lingual and bilingual persons ($p>0.05$).

Conclusion Creative thinking results in an increase in the heart rate in persons with high creativity than persons with low creativity. Therefore, the creativity level can be detected via heart signal.

Keywords Creativity; Sex; Heart Rate

CITATION LINKS

[1] Effect of the creative education on the creativity thinking students with metacognition's parameters [2] Encyclopedia of Creativity [3] Personality and creativity in realistic, investigative, artistic, social, and enterprising college majors [4] What to measure? A new Look at the concept of creativity [5] Individual difference predictors of creativity in art and sciencestudents [6] Are intelligence and creativity really so different?: Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking [7] On cognitive foundations of creativity and the cognitive process of creation [8] Table-top role playing game and creativity [9] Blingualism increases neural response consistency and attentional control: Evidence for sensory and cognitive coupling [10] Neurobiological basis of creativity [11] Sensitivity of EEG upper alpha activity to cognitive and affective creativity interventions [12] Neural activity when people solve verbal problems with insight [13] Eysenck meets Martindale: The relationship between extraversion and originality from the neuroscientific perspective [14] Psychometric properties of Torrance test (Persian version) of creative thinking (A form) [15] Cognitive neuroscience of creativity: EEG based approaches [16] Effect of vagus nerve stimulation on creativity and cognitive flexibility [17] Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity [18] Heart-rate variability in creative functioning [19] Neuroimaging creativity: A psychometric view [20] Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study [21] Creativity in Parkinson's disease as a function of right versus left hemibody onset [22] Can speaking more languages enhance your creativity? Relationship between bilingualism and creative potential among Korean American students with multicultural link [23] Age-related changes in creative thinking [24] A psychobiographical analysis of Brian Douglas Wilson: Creativity, drugs, and models of schizophrenic and affective disorders

*Biomedical Engineering Department, Electrical Engineering Faculty, Sahand University of Technology, Tabriz, Iran
[1]Management Department, Educational Sciences Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Correspondence
Address: No. 7, Laleh Aval Alley, Company Garden, Rajaei Street, Marand, Iran
Phone: +98 4142259619
Fax: +98 4142256965
s_zakeri@sut.ac.ir

Article History
Received: November 3, 2015
Accepted: December 4, 2015
ePublished: March 28, 2016

Copyright© 2016, DAZCo. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تاثیر آزمون تفکر خلاق تورنس بر سیگنال نرخ ضربان قلب

سحر ذاکری* MSc
گروه مهندسی پزشکی، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران
عیسی برقی PhD
گروه مدیریت، دانشکده علوم تربیتی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

چکیده

اهداف: خلاقیت دارای بُعدی فراشناختی است که با فرآیندهای عالی ذهنی نظیر تفکر، هوش، تخیل و پردازش اطلاعات مرتبط است. تاکنون تحقیقات بسیاری برای درک اساس فیزیولوژیک خلاقیت انجام شده است. هدف این مطالعه، بررسی تاثیر تفکر خلاق روی سیگنال نرخ ضربان قلب بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۱، ۵۲ نفر از دانشجویان رشته‌های مهندسی پزشکی، برق و کنترل از دانشگاه صنعتی سهند به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفتند. برای ارزیابی سطح تفکر خلاق دانشجویان از آزمون تفکر خلاق *تورنس*– فرم ب (تصویری) استفاده شد. سیگنال قلبی، قبل و حین انجام آزمون تفکر خلاق در حالت استراحت با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰هرتز ثبت شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون انجام گرفت.

یافته‌ها: متوسط دامنه توان سیگنال قلبی در هنگام تفکر خلاقانه نسبت به حالت استراحت، افزایش و با گذشت زمان و انجام مراحل نهایی آزمون خلاقیت کاهش نشان داد. افزایش نرخ ضربان قلب در افراد با خلاقیت بالا نسبت به افراد با خلاقیت پایین مشاهده شد. همچنین نمرات آزمون، نشان‌دهنده برتری سطح خلاقیت زنان نسبت به مردان و افراد سه‌زبانه نسبت به دوزبانه‌ها بود. نرخ ضربان قلب در زنان نسبت به مردان افزایش داشت (p=۰/۰۳۹۸)، اما بین افراد سه‌زبانه با دوزبانه‌ها تفاوت چندانی مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: تفکر خلاق باعث افزایش نرخ ضربان قلب در افراد با خلاقیت بالا نسبت به افراد با خلاقیت پایین می‌شود. بنابراین سطح خلاقیت از طریق سیگنال قلبی نیز قابل تشخیص است.

کلیدواژه‌ها: آزمون تفکر خلاق *تورنس*، جنسیت، نرخ ضربان قلب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۳
*نویسنده مسئول: s_zakeri@sut.ac.ir

مقدمه

تحقیقات روان‌شناسی روی خلاقیت از سال ۱۹۵۰ شروع شده است. *هرینگتون*، خلاقیت را یک اثر شخصی معرفی می‌کند که به عواملی نظیر هیجان، احساسات، تجربه‌ها و یادگیری‌های شخصی وابسته است. *گیلفورد* نیز معتقد است که خلاقیت بُعدی فراشناختی دارد و با فرآیندهای عالی ذهنی نظیر تفکر، هوش، تخیل و پردازش اطلاعات مرتبط است[1]. مرور تاریخی این موضوع نشان می‌دهد که از سال ۱۹۵۰ میلادی علاقه شدیدی نسبت به آموزش و نیز پرورش خلاقیت به‌وجود آمده است، اما تحقیقات مربوط به سال ۱۹۸۰ را باید نخستین اقدامات مسئولانه برای تشویق برنامه‌های آموزشی خلاقیت تلقی کرد. در این راستا *تورنس*، خلاقیت را این گونه بیان کرد که هر چند بُعدی فردی دارد، ولی در اصل قابل آموزش است. *گیلفورد* هم چهار عنصر را برای خلاقیت برشمرد که ماهیتی آموزشی دارند؛ سیالی، انعطاف‌پذیری، ابتکار و بسط. عنصر سیالی به کمیت یا تعداد ایده‌ها، انعطاف‌پذیری به تنوع و گوناگونی ایده‌ها، ابتکار به منحصربه‌فردبودن یا غیرمعمولی‌بودن ایده‌ها و بسط به جزییات ایده‌ها مربوط می‌شود[2].

اگر بخواهیم تفکر خلاق را معنی کنیم، باید بگوییم که وقتی از مجموعه‌ای از اطلاعات و داده‌ها یک فکر جدید و نو تولید می‌شود، تفکر خلاق حاصل شده است. در واقع مجموعه‌ای از افکار رهاشده که به‌تنهایی ثمری ندارند یا کیفیت بالایی ندارند، به اشکال جدیدی تبدیل می‌شوند که نتیجه‌بخش و مفید است[3, 4].

پنج‌سالگی اوج تفکر خلاق است. از آنجایی که کودکان قبل از پنج‌سالگی توجه و تمرکز کمتری دارند، رشد خلاقیت در بیشتر کودکان از پنج‌سالگی به بعد شروع می‌شود. اما کودکانی هستند که از دوسالگی نیز کارهای خلاقانه انجام می‌دهند[2]. اکثر مطالعاتی که روی هوش و خلاقیت با استفاده از آزمون‌های تفکری مانند آزمون TTCT (آزمون‌های تفکر خلاق *تورنس*) و سایر آزمون‌ها انجام گرفته است، با مداد و کاغذ بوده است، چرا که فرد با مداد و کاغذ تسلط بیشتری دارد[5]. بنابراین هوش و خلاقیت دو جزء اساسی برای حل مسایل زندگی روزمره هستند[6]. چندین مطالعه درباره اثر تاریکی و نور روی خلاقیت انجام گرفته است که نشان داده‌اند استفاده از نور غیرمستقیم به‌جای نور مستقیم و افزایش شدت تاریکی، باعث کاهش اثرات خلاقانه در افراد می‌شوند. *استیدل* به بررسی فرآیند خلاقیت روی سبک زندگی پرداخت و مجموعه‌ای از مدل‌های ریاضی نظیر ساختار درختی برای آن بیان کرد. براساس مدل وی، دو تعریف برای خلاقیت بیان می‌شود[7]: ۱) خلاقیت، توانایی و استعداد انسان در تفکر، استنباط، حل مساله و توسعه محصول است و ۲) خلاقیت یک فرآیند شناختی سطح بالا در لایه‌های بالایی مغز است که ارتباط جدید بین اشیا، ویژگی‌ها، مفاهیم و پدیده‌ها را کشف می‌کند.

هلمان اذعان کرد که بازی‌های ویدیویی هیچ تاثیری بر دانش‌آموزان ابتدایی ندارد[8]. در پژوهشی که توسط *هانگوون* و *کیم* روی دانش‌آموزان کره‌ای– آمریکایی انجام گرفت نشان داده شد که همبستگی مثبتی بین دوزبانه‌بودن و خلاقیت وجود دارد. تسلط به

دو زبان فرد را قادر می‌سازد درک بالاتری نسبت به دو فرهنگ داشته باشد و تحمل شناختی را بالا می‌برد. همچنین اثر سن و جنسیت را روی دوزبانه‌بودن و خلاقیت بررسی کردند. گزارش شده است که دختران در کل، عملکرد بهتری نسبت به پسران داشتند. مردان در اصالت و انعطاف‌پذیری قوی‌تر بودند و دختران در اضافه‌کردن جزییات برتری داشتند[9].

از طرف دیگر، پژوهشگران در راستای اینکه بدانند خلاقیت مربوط به کدام قسمت از مغز بوده است، بر اثر عوارضی که در اثر ضایعات وارده بر لوب فرونتال ایجاد می‌شود از جمله؛ ازدست‌دادن گفتار و فعالیت‌های عضلانی، کاهش در ابتکار عمل و افزایش سطح حواس‌پرتی، به این نتیجه رسیده‌اند که برای این ناحیه از مغز برای درک اساس فیزیولوژیک خلاقیت، حساسیت بیشتری وجود دارد. در ادامه این تحقیق آورده شده است که خلاقیت را می‌توان جزو آن دسته از فعالیت‌های مغزی دسته‌بندی کرد که در سال‌های اخیر با نام "نروداروینسم" مطرح شده است که همان روند تکاملی با استفاده از یادگیری از محیط زیست را نشان می‌دهد. در ادامه این بحث، بیان شده است که بالابودن خلاقیت ناشی از فاصله سیناپسی و تعداد نروترنسمیترهایی است که انتقال می‌یابد[10].

بدین گونه مطالعات روی سیگنال‌ها و تصاویر مغزی (EEG) حین خلاقیت گسترش پیدا کرد. *فینک* به بررسی تغییرات باند آلفا-۲ در EEG (۱۲-۱۰هرتز) هنگام بهبود خلاقیت پرداخت[11]. شناخت خلاقانه موجب سنکرونیزاسیون آلفا، به‌ویژه در قشر پری‌فرونتال و در نیمکره راست مغز می‌شود. *دیتریش* و *کانسو* روی فعالیت‌های مغز پاسخ به تفکر واگرا تحقیقاتی را انجام دادند و اطلاعات مفیدی هنگام پاسخ به "آها" برای حل مساله به‌دست آوردند[12]. *فینک* و *نوبوئر* در تحقیق خود نشان دادند در افرادی که آزمون‌های کلاسیک و تخیلی روی آنها انجام شده است، باند آلفای (۱۲-۸هرتز) کسانی که ایده‌های اصیل تولید کرده‌اند نسبت به افرادی که ایده‌های آنها دارای اصالت کمتری است، توان بیشتری دارد[13]. براساس پژوهش‌هایی که در سال‌های بعد انجام گرفته است، نقش خاص فعالیت‌های آلفای EEG در کارهای مرتبط با خلاقیت به اثبات رسیده است. همچنین فعالیت‌های آلفا به اصالت پاسخ و سطح خلاقیت افراد بستگی دارد.

گرچه از روی سیگنال‌های مغزی (EEG) ویژگی‌های مهمی نظیر؛ فاز، توان، سنکرونیزاسیون و وابستگی را می‌توان به‌دست آورد، اما با این حال ایراد مهم آن، این است که قدرت کمی در تفکیک فضایی از سیگنال‌های دریافتی طی فرآیندهای عصبی دارد. تصاویر مغزی نیز به‌دلیل انتخاب آزمون‌های ساده خلاقیت، توانایی کمی در افزایش سطوح خلاقیت از خود نشان می‌دهند.

در این مطالعه، برای اولین بار سیگنال قلبی حین انجام آزمون تفکر خلاق *تورنس* (فرم ب) مورد استفاده قرار گرفت که یکی از کامل‌ترین و مهم‌ترین آزمون‌های خلاقیت در سال‌های اخیر است. سیستم قلبی، پویا، غیرخطی و غیرایستا است و عملکردی مستمر و نوسانی به‌صورت ضربان به ضربان و تحریک درونی و بیرونی همزمان دارد و در ارتباط مستقیم با سیستم عصبی مرکزی یعنی مغز است. هدف این مطالعه، بررسی تاثیر تفکر خلاق بر سیگنال نرخ ضربان قلب بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۱، ۵۲ نفر از دانشجویان رشته‌های مهندسی پزشکی، برق و کنترل از دانشگاه صنعتی سهند به‌روش نمونه‌گیری در دسترس (دارای سلامت جسمی، نداشتن سابقه بیماری، عدم مصرف دارو و دخانیات) انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای ارزیابی سطح تفکر خلاق دانشجویان از آزمون تفکر خلاق *تورنس*- فرم ب (تصویری) که توسط *پیرخائفی*[1] ترجمه شده است، استفاده شد. آزمون تفکر خلاق *تورنس*- فرم ب دارای سه تکلیف مجزای؛ ساخت تصویر (فعالیت۱)، تکمیل تصویر (فعالیت۲) و خطوط موازی (فعالیت۳) است و اجرای هر تکلیف آن ۱۰ دقیقه به‌طول می‌انجامد که در مجموع ۳۰ دقیقه وقت خواهد گرفت. این آزمون از قدرت تمیز بالایی برای ارزیابی مولفه‌های فراشناختی خلاقیت برخوردار است. تکالیف عملی خلاقیت عمدتاً در قالب تکنیک حل خلاق مساله و تکنیک بارش مغزی اجرا می‌شود که در آنها از تمرینات و تکالیف متعارف پرورش خلاقیت برای پرورش سیالی، انعطاف‌پذیری و ابتکار استفاده می‌شود. آزمون سنجش خلاقیت تصویری *تورنس* یکی از آزمون‌های استاندارد به‌منظور سنجش میزان خلاقیت افراد واقع در سنین پیش‌دبستانی تا بعد از لیسانس است که شامل چهار معیار؛ سیالی، انعطاف‌پذیری، اصالت و جزییات است. این آزمون بیش از هر آزمون دیگر در پژوهش و اندازه‌گیری‌های تربیتی مورد استفاده قرار گرفته است[14].

برای انجام پژوهش، سیگنال ECG (الکتروکاردیوگرام) دانشجویان، از لید۲ به‌مدت ۳۰ دقیقه حین انجام آزمون تفکر خلاق *تورنس*- فرم ب و ۲ دقیقه قبل از انجام آزمون و در حالت استراحت با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰هرتز ثبت شد و به‌شکل سخت‌افزاری به سیگنال HRV (تغییرات نرخ ضربان قلب) تبدیل شد. از تمامی نمونه‌ها خواسته شد که قبل از ثبت داده‌ها، از مصرف قهوه خودداری نموده و خواب کافی برای جلوگیری از احساس خستگی و ثبت بهینه سیگنال داشته باشند. فیلتر ناچ ۵۰هرتز برای حذف نویز برق شهر به‌صورت سخت‌افزاری و فیلتر چبی‌شف۲ با مرتبه ۴ و فرکانس قطع ۰/۳هرتز برای حذف نویزهای خارجی و بلوک‌های ۲۰ثانیه‌ای برای پنجره‌بندی سیگنال استفاده شد.

در ابتدا داده‌های خام یا همان نمرات مربوط به آزمون *تورنس*- فرم ب، استخراج شد. سپس از تمام نمرات برای نرمال‌سازی، تبدیل z گرفته شد تا همه آنها در بازه صفر تا ۱۰۰ قرار گیرند. نمرات بالای

۷۰ به‌عنوان خلاقیت بالا و نمرات کمتر از ۳۰ به‌عنوان خلاقیت پایین در نظر گرفته شد.

متغیرهای حوزه زمان سیگنال، متغیرهای ساده‌ای هستند که به‌راحتی و سریع محاسبه می‌شوند، به همین دلیل برای مقایسه تغییرات سیگنال HRV بین افراد با خلاقیت بالا و افراد با خلاقیت پایین از ویژگی خطی توان، استفاده شد. ابتدا نرمال‌بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کرامر وان بررسی شد که از توزیع نرمالی برخوردار نبودند. بنابراین برای مقایسه متغیرهای مورد مطالعه بین گروه‌های مختلف (از لحاظ جنسیت، سطح خلاقیت و چندزبانه‌بودن) از آزمون آماری ناپارامتری ویلکاکسون استفاده شد.

یافته‌ها

۲۶ نفر از دانشجویان مورد مطالعه، زن و ۲۶ نفر مرد بودند. ۲۵ نفر از این افراد با دو زبان و ۲۷ نفر از آنها با سه زبان آشنایی داشتند. نمره آزمون خلاقیت براساس معیارهای آزمون تورنس در مراحل مختلف متفاوت بود که منجر به توزیع ناهمگون نمرات بالای ۷۰ (افراد با خلاقیت بالا) و نمرات کمتر از ۳۰ (افراد با خلاقیت پایین) بین افراد شرکت‌کننده شد.

متوسط توان سیگنال HRV برای زمان استراحت ۰/۰۰۱±۰/۰۳۵، برای فعالیت اول آزمون تورنس ۰/۰۰۱۲±۰/۰۴۷۵، فعالیت دوم ۰/۰۰۰۸±۰/۰۳۶۹ و فعالیت سوم ۰/۰۰۰۱±۰/۰۳۶۷ بود. بنابراین متوسط دامنه توان سیگنال در هنگام تفکر خلاقانه نسبت به حالت استراحت افزایش قابل توجه داشت. کاهش توان سیگنال HRV با گذشت زمان و انجام مراحل نهایی آزمون خلاقیت نیز به‌وضوح مشخص بود. افزایش نرخ ضربان قلب در افراد با خلاقیت بالا نسبت به افراد با خلاقیت پایین مشاهده شد. فعالیت دوم به‌لحاظ ساختار و نمره‌دهی، نسبت به فعالیت‌های دیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای را بین افراد با سطح خلاقیت بالا و پایین نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱) مقایسه توان سیگنال HRV بین دو گروه با خلاقیت بالا و با خلاقیت پایین با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون

معیارهای خلاقیت	افراد با خلاقیت بالا	افراد با خلاقیت پایین	سطح معنی‌داری
فعالیت ۱			
اصالت	۰/۰۳۸±۰/۰۰۶	۰/۰۴۴±۰/۰۰۱	۰/۲۵۱۳
جزییات	۰/۰۴۳±۰/۰۰۱	۰/۰۴۴±۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۱
انعطاف‌پذیری	۰/۰۳۷±۰/۰۰۲	۰/۰۴۱±۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱
سیالی	۰/۰۳۵±۰/۰۰۱	۰/۰۳۸±۰/۰۰۲	۰/۰۵۰۸
فعالیت ۲			
اصالت	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲	۰/۰۳۹±۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
جزییات	۰/۰۳۲±۰/۰۰۶	۰/۰۳۵±۰/۰۲۶	۰/۰۰۰۱
انعطاف‌پذیری	۰/۰۳۴±۰/۰۰۸	۰/۰۳۴±۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
سیالی	۰/۰۳۰±۰/۰۰۱	۰/۰۳۷±۰/۰۰۶	۰/۰۵۰۸
فعالیت ۳			
اصالت	۰/۰۲۹±۰/۰۲۴	۰/۰۴۲±۰/۰۱۵	۰/۰۰۸۹
جزییات	۰/۰۲۹±۰/۰۴۱	۰/۰۲۱±۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
انعطاف‌پذیری	۰/۰۲۵±۰/۰۰۶	۰/۰۲۹±۰/۰۲۲	۰/۰۲۴۸
سیالی	۰/۰۳۱±۰/۰۴۹	۰/۰۳۶±۰/۰۰۴	۰/۲۵۴۸

مقایسه نمرات آزمون بین دو گروه زن و مرد، نشان‌دهنده برتری سطح خلاقیت زنان نسبت به مردان در هر چهار معیار آزمون *تورنس* بود. مقایسه تغییرات سیگنال HRV در کل زمان خلاقیت نشان از افزایش قابل توجه نرخ ضربان قلب در زنان نسبت به مردان داشت (p=۰/۰۳۹۸). بررسی نمرات آزمون *تورنس* بین دو گروه دوزبانه و سه‌زبانه، گرچه نشان از عملکرد بهتر افراد سه‌زبانه در مقایسه با دوزبانه‌ها داشت، اما تغییرات سیگنال HRV بین این دو گروه تفاوت چندانی را نشان نداد (p>۰/۰۵؛ جدول ۲).

جدول ۲) میانگین نمرات آزمون *تورنس* و سیگنال HRV به‌تفکیک جنس و آشنایی با زبان‌های مختلف

متغیرهای دموگرافیک	اصالت	جزییات	انعطاف‌پذیری	سیالی	سیگنال HRV (ضربان در دقیقه)
جنسیت					
زن	۵۳/۹۴±۳۰/۹۰	۵۴/۱۶±۲۴/۶۰	۵۲/۹۶±۲۲/۶۰	۵۶/۳۰±۲۴/۱۰	۹۴/۳۰±۱۱/۱۲۵
مرد	۴۶/۰۳±۲۱/۵۰	۴۲/۲۱±۲۸/۷۰	۴۶/۲۳±۱۶/۸۰	۴۶/۰۲±۲۲/۸۰	۹۲/۸۰±۹/۰۹
آشنایی با زبان‌های مختلف					
دوزبانه	۴۸/۴۲±۲۲/۶۴	۵۲/۰۰±۲۳/۳۶	۴۷/۶۳±۱۹/۸۷	۵۱/۵۲±۲۱/۸۶	۹۳/۴۰±۱۵/۲۸
سه‌زبانه	۵۱/۲۸±۲۲/۳۰	۴۵/۰۹±۲۷/۶۵	۵۱/۶۶±۲۲/۵۵	۵۱/۲۰±۲۵/۹۴	۹۳/۷۰±۲۶/۴۷

بحث

مطالعات انجام‌شده در فعالیت‌های شناختی نشان داده‌اند که قشر جلوی مغز هنگام حل مسایل فعال می‌شود. تحقیقات تصویربرداری نیز فعالیت‌های عصبی را در همین نوع از کارهای هوشی در قسمت خلفی قشر پیشانی نشان داده‌اند. قسمت جلوی مغز مربوط به فرآیندهای ذهنی مانند استدلال و تصمیم‌گیری است. در همین راستا قشر جانبی، نقش اجرایی برای حافظه و مکانیزم‌های مهاری را به‌عهده دارد. هیچ توافق آشکاری برای منبع‌های عصبی این

بخش هنگام استدلال وجود ندارد. با این حال فعال‌سازی قشر جلوی مغز هنگام فعالیت‌های خلاقانه به اثبات رسیده است. همچنین آنالیزهای طیفی، وابستگی و غیره تفاوت‌های معنی‌داری نشان می‌دهند، از این رو برای تحقیق روی خلاقیت مناسب هستند[15]. اثر تحریک عصب واگ روی خلاقیت و انعطاف‌پذیری شناختی مورد بررسی قرار گرفته است[16] و نتیجه آن افزایش عملکرد اعصاب پاراسمپاتیک در طول تفکر خلاقانه است.

در سال ۲۰۰۹ مشاهده شد که یک سنکرونیزاسیون بین آلفای بالا و توهم یک رقص بداهه در طول تخیل رقص استاندارد والتز وجود دارد. *گروزلیر* و همکاران در سال ۲۰۱۳ به بررسی باند آلفا/تتا EEG همراه با تغییرات ضربان قلب، روی گروهی از رقاصان در حال آموزش پرداختند[17]. افزایش HRV که ناشی از فعالیت‌های عصب خودمختار است، تنگی نفس، تنفس سریع، بی‌نظمی ضربان قلب، لرزش، احساس ترس، خشکی دهان و غیره را در پی دارد که افزایش فشار عصبی، عدم تحمل، زودرنجی، ناتوانی در به‌آرامش‌رسیدن و عدم پوشش عکس‌العمل مناسب و بی‌نظمی در رقاصان جوان را سبب می‌شود. انجام آزمون *گیلفورد* روی آلفا و تتا، تفاوت معنی‌داری نداشت. *لیسی* استدلال کرد که تمرکز در کارهای شناختی با کاهش سرعت ضربان قلب همراه است[18]. *بلاتیس* توانست تفاوت قابل توجهی را هنگام حل مساله کارآمد با مساله ناکارآمد در ضربان قلب بیابد. افرادی که در بازی‌های گروهی شرکت می‌نمایند، سطح خلاقیت بالاتری نسبت به بقیه افراد دارند[6]. شواهد به‌دست‌آمده از تصاویر مغزی نظیر؛ fMRI (تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی)، PET (توموگرافی پوزیترونی) و SPECT (تصویربرداری تک فوتونی) نشان می‌دهد که فعال‌شدن لوب فرونتال در افراد خلاق در مقایسه با افراد با سطح خلاقیت پایین، به‌وضوح قابل تمییز است[19, 20]. هر گونه تحریک در عصب واگ (سیستم سمپاتیک) که با بالارفتن نرخ ضربان قلب همراه است، باعث ایجاد اختلال در فرآیند آزمون و در نتیجه کاهش سطح خلاقیت افراد می‌شود[16]. در آزمایشی که روی ۵۳ جفت دوقلو در سال ۲۰۱۰ توسط *روسالیند* و همکاران انجام گرفت، نشان داده شد که در بیش از ۷۰٪ شرکت‌کنندگان ژن T در بروز خلاقیت نقش بسزایی داشته است[19]. مطالعه روی افراد مبتلا به پارکینسون، حاکی از آن است که بر حسب نوع بیماری؛ RHO (حمله نیمه راست بدن) یا LHO (حمله نیمه چپ بدن)، میزان خلاقیت بیماران متفاوت است. بررسی‌ها نشان داد که افراد مبتلا به RHO کاهش چشمگیری در سطح خلاقیت طی ۳ ماه داشته‌اند[21].

تحقیقات روی دوزبانه‌ها در سال ۲۰۱۱، رابطه مثبت بین چندزبانه‌بودن و سطح خلاقیت را آشکار کرد. افراد دوزبانه در درک محیط‌های جدید عملکرد بهتری نسبت به افراد تک‌زبانه داشتند[22]. بررسی اثر سن و جنسیت نیز نشان از برتری دختران نسبت به پسران داشته و همین طور افراد با سنین بالا توانایی خلاقیت کمتری نسبت به سنین کمتر و نوجوانان داشتند[23]. بررسی اثرات مواد مخدر مختلف روی خلاقیت، نشان از ارتباط بالقوه بین این دو مقوله دارد. مصرف سیگار و الکل تاثیر مثبت، ولی غیرمستقیم (تاثیر در مسیر سروتونین) در کاهش خلاقیت دارد[24].

این مطالعه دارای چندین محدودیت مهم است؛ اول اینکه تحقیق تنها روی دانشجویان ۲۲–۲۰ سال انجام گرفته است. بنابراین نتایج این مطالعه را نمی‌توان برای تمام سنین و گروه‌ها درست دانست. دوم اینکه اندازه‌گیری پارامترهای TTCT پیچیده بوده و با ضریب همبستگی بالایی به مقیاس‌های محرک‌ها وابسته است. همچنین برای این داده‌ها جمعیت نیز باید به‌عنوان عامل تاییدی در تجزیه و تحلیل داده‌های TTCT در نظر گرفته شود. جمعیت می‌تواند اطلاعات بیشتری در مورد درک TTCT، آزمون‌های دیگر خلاقیت و ماهیت خلاقیت در افراد بدهد. علاوه بر این، انگیزه و آزمون شرایط و همچنین قرارگرفتن در معرض اطلاعات متنوع ممکن است نمرات TTCT را تحت تاثیر قرار دهد.

در حال حاضر برخی پیشنهادات خاص برای پیش‌برد زمینه‌های پژوهشی خلاقیت وجود دارد؛ ۱) کشف اینکه آیا خلاقیت دامنه خاصی از شناخت است؟ برای این منظور اجرای آزمون‌های معمولی بین مردم در بسیاری از حوزه‌های خلاقیت و تعیین واریانس مشترک می‌تواند مفید واقع شود، ۲) افزایش اندازه نمونه‌ها برای افزایش قابلیت مقایسه با سایر مطالعات انجام گیرد، ۳) افزایش توانایی پیداکردن عوامل خلاقیت با به‌کارگیری افراد متخصص و مجرب در این زمینه می‌تواند در بهبود نتایج موثر باشد، و ۴) چون مطالعه‌ای در این زمینه به‌شکل کامل با تحلیل‌های خطی و غیرخطی در حوزه فرکانس انجام نگرفته است، بنابراین تجزیه و تحلیل‌های طیفی به‌نظر می‌رسد روی تعیین سطوح خلاقیت مفید باشند و حتی می‌توان از روش‌های یادگیری ماشین برای این قبیل داده‌ها استفاده نمود. گرچه با وجود تحقیقات گسترده، در حال حاضر، رابطه مثبت یا منفی بین استرس و خلاقیت کشف نشده است، می‌توان مطالعات را در راستای تحقیق در این باره که آیا استرس می‌تواند باعث رشد یا کاهش عملکرد خلاقیت شود یا نه، هدایت نمود.

در این مطالعه، برای اولین بار تاثیر تفکر خلاق روی سیگنال HRV بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده، نشان‌دهنده افزایش نرخ ضربان قلب در افراد با خلاقیت بالا نسبت به افراد با خلاقیت کم بود. از این رو، این افراد دارای فعالیت بیشتر عصب پاراسمپاتیک نسبت به گروه مقابل خود هستند. همچنین تحقیق روی تغییرات نرخ ضربان قلب براساس چندزبانه‌بودن و جنسیت، نشان از برتری سه‌زبانه‌ها و زنان نسبت به دوزبانه‌ها و مردان داشت. بنابراین خلاقیت علاوه بر اینکه از روی سیگنال‌های مغزی قابل تشخیص است، با استفاده از نتایج این تحقیق، از طریق سیگنال قلبی نیز قابل آشکارسازی است.

نتیجه‌گیری

تفکر خلاق باعث افزایش نرخ ضربان قلب در افراد با خلاقیت بالا نسبت به افراد با خلاقیت پایین می‌شود. بنابراین سطح خلاقیت از طریق سیگنال قلبی نیز قابل تشخیص است.

تشکر و قدردانی: از آزمایشگاه علوم اعصاب محاسباتی دانشگاه صنعتی سهند و خانم محمدی که ما را در جمع‌آوری داده‌ها یاری نمودند، کمال سپاس و قدردانی را داریم.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسنده گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسنده گزارش نشده است.

منابع مالی: این مقاله، گزارش بخشی از یافته‌های پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده مسئول در رشته مهندسی پزشکی از دانشگاه صنعتی سهند است.

منابع

1- Pirkhaefi A, Borjali A, Delavar A, Eskandari H. Effect of the creative education on the creativity thinking students with metacognition's parameters. J Educ Leadersh Adm. 2009;3(2):51-61. [Persian]

2- Basadur M, Basadur T. Encyclopedia of Creativity. Runco M, Pritzker S, editors. 2nd edition. San Diego: Academic Press; 2011. pp. 85-95.

3- Kaufman JC, Pumaccahua TT, Holt RE. Personality and creativity in realistic, investigative, artistic, social, and enterprising college majors. J Personal Individ Differ. 2013;54(8):913-7.

4- Kaufman G. What to measure? A new Look at the concept of creativity. Scand J Educ Res. 2003:47(3):235-51.

5- Furnham A, Batey M, Booth TW, Patel V, Lozinskaya D. Individual difference predictors of creativity in art and science students. Think Sk Creat. 2011;6(2):114-21.

6- Nusbaum EC, Silvia PJ. Are intelligence and creativity really so different?: Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking. Intell. 2011;39(1):36-45.

7- Wang Y. On cognitive foundations of creativity and the cognitive process of creation. Int Cent Cogn Inform. 2008;3(4):104-13.

8- Chung T. Table-top role playing game and creativity. Think Sk Creat. 2013;8:56-71.

9- Krizman J, Skoe E, Marian V, Kraus N. Blingualism increases neural response consistency and attentional control: Evidence for sensory and cognitive coupling. Brain Lang. 2014;128(1):34-40.

10- Simonov PV. Neurobiological basis of creativity. Neurosci Behav Physiol. 1997;27(4):585-91.

11- Fink A, Schwab D, Papousek I. Sensitivity of EEG upper alpha activity to cognitive and affective creativity interventions. Int J Psychophysiol. 2011;82(3):233-9.

12- Beeman MJ, Bowden EM, Haberman J, Frymiare JL, Liu SA, Greenblatt R, et al. Neural activity when people solve verbal problems with insight. PLoS Biol. 2004;2(4):E97-111.

13- Fink A, Neubauer AC. Eysenck meets Martindale: The relationship between extraversion and originality from the neuroscientific perspective. Personal Individ Differ. 2008;44(1):299-310.

14- Rad IS, Karimi L, Ramezani V, Ahmadi M, Heshmatic R, Jafar E. Psychometric properties of Torrance test (Persian version) of creative thinking (A form). Procedia Soc Behav Sci. 2010;5:1429-33.

15- Srinivasan N. Cognitive neuroscience of creativity: EEG based approaches. J Meth. 2006;42:109–16.

16- Ghacibeh GA, Shenker JI, Shenal B, Uthman BM, Heilman KM. Effect of vagus nerve stimulation on creativity and cognitive flexibility. Epilepsy Behav. 2006;8(4):720-5.

17- Gruzelier JH, Thompson T, Redding E, Brand R, Steffert T. Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity. Int J Psychophysiol, 2014;95(1):105-11.

18- Bomrs KS, Kening KR. Heart-rate variability in creative functioning. Psychol Rep. 1971;29(1):160-2.

19- Arden R, Chavez RS, Grazioplene R, Jung RE. Neuroimaging creativity: A psychometric view. Behav Brain Res. 2010;214(2):143-56.

20- Fink A, Grabner RH, Gebauer D, Reishofer G, Koschutnig K, Ebner F. Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study. Neuroimage. 2010;52(4):1687-95.

21- Drago V, Foster PS, Skidmore FM, Heilman KM. Creativity in Parkinson's disease as a function of right versus left hemibody onset. J Neurol Sci. 2009;276(1-2):179-83.

22- Lee H, Kim KH. Can speaking more languages enhance your creativity? Relationship between bilingualism and creative potential among Korean American students with multicultural link. Personal Individ Differ. 2011;50(8):1186-90.

23- Black SR, McCown SM. Age-related changes in creative thinking. J Creat Behav. 2008;42(1):33-54.

24- Belli S. A psychobiographical analysis of Brian Douglas Wilson: Creativity, drugs, and models of schizophrenic and affective disorders. Personal Individ Differ. 2009;46(8):809-19.