






Develop and Validity Operator Room Risk-taking Questionnaire with Event-related Potentials

Omid Kalatpour¹ , Rashid Heidaramoghadam² , Iraj Mohammadfam¹ , Maryam Farhadian³ ,
Mohammad Reza Tavakkol^{2,*} 

¹ Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Iran

² Department of Ergonomics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

³ Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Article History:

Received: 20/08/2022

Revised: 14/09/2022

Accepted: 20/09/2022

ePublished: 23/09/2022



*Corresponding author:

Mohammad Reza Tavakkol,
Department of Ergonomics,
School of Public Health,
Hamadan University of Medical
Sciences, Hamadan, Iran.

Email: herfehei@gmail.com

Abstract

Objectives: Risk-taking is a personality trait which plays a part in the occurrence of work-related accidents. For this reason, people who are highly risk-taking whose decision might cause accident should not be employed in critical situations. The purpose of this survey was to design and verify the validity of the risk tolerance questionnaire, suitable for control room operators, through examining the event related potential (ERP).

Methods: At first, the questions were selected from reliable scientific resources based on the conceptual model. The questions of the initial questionnaire were selected based on face validity, and then the questionnaire was filled out by 178 control room operators. At the next step, the best questions of the questionnaire were extracted using exploratory factor analysis (EFA). In terms of reliability, 42 individuals of the study group refilled in the questionnaire again after three months as a test-retest. The ERPs were assessed using electroencephalography along with Balloon Analogue Risk Task (BART). The correlation coefficient calculated between the ERPs, and risky behaviors, and questionnaire scores.

Results: One factor and 13 questions were identified as the best questions regarding EFA. Cronbach's alpha was 0.91. The Spearman correlation coefficient was calculated between the questionnaire score and risk-taking behavior as well as between the questionnaire score and P300, which was 0.38 ($P = 0.01$, $\eta^2 = 0.70$) and 0.63 ($P = 0.01$, $\eta^2 = 0.99$), respectively.

Conclusion: The Operator control Room Risk-Taking (ORTQ) questionnaire consists of 13 questions which can be used as an appropriate tool to assess the risk-taking trait in control room operators and also for research purposes. This questionnaire has got three personality dimensions including risk-taking nature, impulsivity and venturesomeness.

Keywords: Accidents; Electroencephalography; Impulsivity; Questionnaire; Risk taking

Extended Abstract

Background and Objective

Risk control is an important issue since, about 1.9 million workers die annually from industrial accidents. Approximately 80% of accidents are caused by unsafe human behavior and risk-taking behavior, as risk-takers take bigger risks. Risk taking is a personality trait based on intellectual development, genetic and neurological factors. High-risk behaviors are the result of biological differences or childhood experiences. Lerner et al. presented a conceptual risk-taking model by reviewing a large number of risk-taking articles. Questionnaire and software are two available risk-taking tools. General Risk Propensity Scale (GRiPS) is an example of a general risk questionnaire. Balloon Analogue Risk Task (BART) is an example of risk-taking software. During risk play, the physiological effects of risk on the body can be investigated by Event-Related-Potential and there is a significant relationship between risk taking and brain events. Studies have shown that brain activity of risk-takers is different and impulsivity is effective in risk taking. Risk processing, such as decision making and prediction, have similar activity in the brain. Current questionnaires are mostly public or in a particular field, which are not applicable to occupations where risky decisions are important. Also, other personality traits based on the conceptual model do not take into account Lerner. The aim of this study was to create a questionnaire for control room operators and validate them through brain events.

Materials and Methods

Contributors: The initial version of the questionnaire was completed by 178 men with an average age of 39.73 ± 10.60 . (22-60, median = 28) and the mean work experience of 14.97 ± 11.33 (1-35, median = 12). The test-retest was performed by 42 patients after 3 months. In the ERP study, 39 healthy men with an average age of 36.13 ± 7.39 (22-48, median = 36.5) and the average duration of experience were 11.5 ± 7.2 (1-23, median = 10.5). Inclusion criteria were having at least one year of work experience in the control room. Exclusion criteria were brain disease, mental illness, hormonal problems, alcoholism or drugs based on medical history.

The procedure for making questionnaire: Using Lerner conceptual model and colleagues, questions related to agreeableness, conscientiousness, self-control, impulsivity and sensation seeking were collected from valid references. The questions were reduced from 623 to 50 questions with criteria, relationship with job and not repetitive by two health and safety experts independently. Content validity by experts and transparency and simplicity by operators reduced the questions to 20. The GRiPS questionnaire was added to the questions by translating the standard forward-backward and after the developer's approval to link the questions with risk taking. After exploratory factor analysis (EFA), the Control Room Operators Risk Questionnaire (ORTQ) was constructed.

Balloon Analogue Risk Task: After inflating the

balloon in BART, either the balloon explodes, indicating punishment and the total score of the balloon is lost, or the size of which is increased then the user get scores. Behavioral risk-taking is the number of pumps before collecting points (PumpNo). Collecting points is considered a collect.

Brain event: Electroencephalography data (Encephalan QEEG, Medicom MTD, RUSSIA) during BART play were recorded through 23 salt electrodes with resistance less than $10K\Omega$ installed in an elastic warhead and an international placement system of 10-20, with a sampling rate of 1 kHz. Offline analysis was synchronized and processed with python.mne (0.24) module. Signals greater than $100\mu V$ and other artifacts were removed by soft code. The 600ms time window that 100ms was extracted ahead of feedback up to 500ms after feedback. The time window of ERPs after risk selection was calculated as follows: FRN-200 peak negative potential 200-300 ms, P300-400 positive potential peak 300-400 ms, P300-600 peak positive potential 300-600 ms.

Data analysis: Scientific modules Python (3.8.10) and R (4.2.1) software and packages were used for data analysis. Questionnaires with incomplete questions were excluded. Adequacy coefficient of 0.8 was selected in Kaiser-meyer-olkin (KMO) test. Questions with no significant Spearman correlation coefficient were excluded. The questions were selected with a factor load of more than 0.5 ($P < 0.05$). Spearman's relationship coefficient was determined as a question score and ERP.

Results

Parallel analysis shows 1 factor and exploratory factor analysis identified 13 questions. The alpha coefficient of the final version was 0.91. Spearman's correlation coefficient between behavioral risk-taking in BART and ORTQ questionnaire was 0.38 ($P = 0.01$, $\eta^2 = 0.70$) and GPiPS 0.33 ($P = 0.03$, $\eta^2 = 0.55$). Table 1 shows the relationship between ORTQ questionnaire and ERP in the brain.

Table 1: The coefficient of relationship between ORTQ and ERP score by electrode site and feedback type

r*	Power†	Site	ERP
0.63	0.99	Fz	P300-600 (mean)
0.52	0.94	Fz	FRN200
0.5	0.92	Fz	P300-400 (mean)
-0.5	0.91	Cz	P300-600 (mean)

*All $P < 0.01$; †power: achieved power of the test (type II error)

Discussion

The aim of this study was to design a new risk-taking questionnaire based on the conceptual model of Lerner and et al. in the control room and to assess its validity with ERP. Impulsivity is required for quick responses based on incomplete processing of information. Impulsivity requires risk. Sensation seeking and impulsivity are associated with BART. Several studies showed that audacity and impulsivity are associated with risk taking and this study shows the importance of adding impulsivity and audacity based on the conceptual model. Several studies found a significant correlation between impulsivity and P300

and FRN as described in Table 1. Because impulsivity is rapid planning reactions that reduce cognitive function and are related to working memory and attention, so it is effective in brain activities.

Conclusion

According to previous studies and the results of this study, impulsivity and venturesomeness in conceptual model had the most effect on risk-taking questionnaire which in the final questionnaire, three dimensions of risk taking, impulsivity and venturesomeness will have

the best results. Gender-induced touring, unwillingness to participate in the study due to COVID-19 and the effect of hiring operators with psychological tests were among the limitations of this study. Validation of this questionnaire in other occupational groups as well as the relationship with skin electrical resistance can be evaluated in future studies. ORTQ's 13-question questionnaire includes risk taking, impulsivity and venturesomeness, and can be used as a suitable tool for assessing the risk-taking of control room operators and also for research purposes.

Please cite this article as follows: Kalatpour O, Babamiri M, Heidarimoghadam R, Mohammadfam I, Farhadian M, Tavakkol MR. Develop and Validity Operator Room Risk-taking Questionnaire with Event-related Potentials. *Iran J Ergon.* 2022; 10(2): 121-31.

ساخت و بررسی اعتبار پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل از طریق رویدادها پتانسیل مغزی

امید کلات‌پور^۱، رشید حیدری مقدم^۲، ایرج محمدفام^۱، مریم فرهادیان^۳، محمدرضا توکل^{۲*}

^۱ گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۲ گروه ارگونومی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۳ گروه آمار حیاتی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

اهداف: ریسک‌پذیری، یکی از جنبه‌های شخصیتی است که در بروز حوادث مؤثر می‌باشد؛ بنابراین افراد با ریسک‌پذیری بالا نبایستی در مشاغل حساس که باعث بروز حوادث می‌شوند بکار گرفته شوند. هدف از این مطالعه، ساخت و بررسی اعتبار پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل از طریق بررسی پتانسیل رویدادهای مغزی بود.

روش کار: ابتدا سؤالات از مراجع علمی معتبر بر اساس مدل مفهومی انتخاب شدند. سپس با استفاده از روایی، صورت سؤالات پرسش‌نامه‌ی اولیه انتخاب شد و توسط ۱۷۸ نفر از اپراتورهای اتاق کنترل تکمیل گردید. با استفاده از آنالیز عاملی اکتشافی بهترین سؤالات پرسش‌نامه استخراج شد. تست-تست مجدد پس از سه ماه جهت قابلیت تکرارپذیری توسط ۴۲ نفر تکمیل گردید. جهت بررسی رویداد مغزی از الکتروانسفالوگرافی به همراه بالون آنالوگ ریسکی استفاده شد. ضریب ارتباط بین پتانسیل رویدادهای مغزی و نیز رفتار ریسکی در نرم‌افزار با امتیاز پرسش‌نامه‌ی تهیه شده سنجیده شده است.

یافته‌ها: آنالیز عاملی یک عامل و ۱۳ سؤال را به عنوان بهترین سؤالات مشخص کرد. ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۱ به دست آمد. ضریب ارتباط Spearman بین پرسش‌نامه و ریسک‌پذیری رفتاری $\eta^2 = 0/70$ و $P = 0/01$ محاسبه شد. ضریب ارتباط بین پرسش‌نامه و رویداد مغزی $P300$ $\eta^2 = 0/99$ و $P = 0/01$ محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل (Operator Room Risk-taking Questionnaire) شامل ۱۳ سؤال است که می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب برای بررسی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل و همچنین برای اهداف تحقیقاتی استفاده شود. این پرسش‌نامه دارای سه بعد شخصیتی ریسک‌پذیری، تکانشگری و جسارت است.

کلید واژه‌ها: الکتروانسفالوگرافی؛ پرسش‌نامه؛ تکانش‌گری؛ حوادث؛ ریسک‌پذیری

استناد: کلات‌پور امید، بامامیری محمد، حیدری مقدم رشید، محمدفام ایرج، فرهادیان مریم، توکل محمدرضا. ساخت و بررسی اعتبار پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل از طریق رویدادها پتانسیل مغزی. مجله ارگونومی، تابستان ۱۴۰۱؛ ۱۰(۲): ۱۳۱-۱۲۱.

مقدمه

حوادث شناسایی شود، به ویژه در صنایعی که اپراتورها باید یک فرایند خطرناک را کنترل کنند و تصمیم بگیرند که آیا رویدادی خطرناک است یا خیر. یکی از جنبه‌های بروز حوادث، ریسک‌پذیری است چراکه افراد ریسک‌پذیر، ریسک‌های بالاتری را می‌پذیرند [۲].

بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت و سازمان بین‌المللی کار، سالانه حدود ۱/۹ میلیون کارگر در اثر حوادث صنعتی جان خود را از دست می‌دهند، بنابراین کنترل ریسک، موضوع مهمی در صنایع است [۱]. برای دستیابی به این هدف، باید تمام جنبه‌های

نوع ریسک بوده و زن‌ها نسبت به مردها کمتر ریسک‌پذیر هستند [۲]. نگرش جدیدی از پرسش‌نامه‌ی DOSPERT توسط Blais و همکاران با هدف بازنگری پرسش‌نامه و با سؤالات کمتری ارائه شد [۲]. پرسش‌نامه‌ی مختصر ریسک‌پذیری عمومی و تک‌بعدی و نسبتاً جدید GRiPS توسط Zhang و همکاران با مطالعه‌ی ۱۵۲۳ نفر ارائه شده و با DOSPERT آن را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط مناسبی بین این دو پرسش‌نامه وجود داشت [۵]. برای بررسی ریسک‌پذیری شغلی پرسش‌نامه ریسک‌پذیری کارگران ساختمانی [۱۷] و پرسش‌نامه‌ی رفتار ریسکی راننده‌ی منچستر [۱۸] پیشنهاد شده است. Lermer و همکاران [۱۹] با بررسی تعداد زیادی مقالات منتشر شده در خصوص ریسک‌پذیری یک مدل مفهومی ریسک‌پذیری را ارائه کردند.

تقریباً ۸۰ درصد از حوادث، ناشی از رفتار ناپایمان انسان است [۲۰]. یکی از علل حوادث، رفتار پرریسک و ریسک‌پذیری است [۲۱]. غربالگری افراد در مشاغل پرریسک، مانند نیروگاه‌های هسته‌ای، صنایع شیمیایی و غیره بسیار مهم است. با وجود چنین مشکلی، تحقیقات بسیار محدودی در مورد این مفاهیم در مقالات وجود دارد. مطالعات قبلی طراحی پرسش‌نامه بر مبنای این هدف بنا نشدند. برای مثال، DOSPERT و GRiPS برای نشان دادن ریسک‌پذیری در افراد عمومی طراحی شده‌اند.

یکی دیگر از جنبه‌های مهم برای طراحی یک پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری توسط Lermer و همکاران [۱۹] بیان شد. مدل مفهومی آن‌ها نشان می‌دهد، ریسک‌پذیری با سایر صفات روانی مرتبط است و باید آن‌ها را در نظر گرفت. تا جایی که ما می‌دانیم، هیچ طراحی پرسش‌نامه‌ای بر اساس مدل مفهومی Lermer و همکاران وجود ندارد. لازم به ذکر است که پرسش‌نامه‌های موجود ریسک‌پذیری شغلی به طور خاص برای آن شغل طراحی شده است. به عنوان مثال، سؤالات مورد استفاده در DBQ مربوط به رانندگی و سؤال Q-CWRT مربوط به صنعت ساخت‌وساز است، بنابراین آن‌ها را نمی‌توان در مشاغل دیگر استفاده کرد.

بررسی ریسک‌پذیر بودن افراد در مشاغلی که نیاز به ریسک بالا در تصمیم‌گیری دارند مانند اپراتورهای نیروگاه‌های اتمی، صنایع شیمیایی و غیره بسیار مهم است. بنابراین بایستی از افرادی استفاده شود که ریسک‌پذیری بالایی نداشته باشند. با توجه به حساسیت ریسک‌پذیری در صنایع؛ تاکنون پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری جهت اپراتورهای اتاق کنترل پیشنهاد نشده است. هدف از این مطالعه، ساخت و اعتباربخشی یک پرسش‌نامه در این خصوص بود.

روش کار

مشارکت‌کنندگان: نسخه‌ی اولیه‌ی پرسش‌نامه توسط ۱۷۸ مرد با میانگین سنی $10/60 \pm 39/73$ (۲۲-۶۰، میانه = ۳۸) و میانگین تجربه‌ی کاری $11/33 \pm 14/97$ (۱-۳۵، میانه = ۱۲) تکمیل شد. تست-تست مجدد پرسش‌نامه توسط ۴۲ نفر انجام گردید. در مطالعه‌ی ERP، ۳۹ مرد سالم اپراتور اتاق‌های کنترل با

عوامل متعددی بر ریسک‌پذیری و درک ریسک حاکم است [۴، ۳]. ریسک‌پذیری، یک ویژگی شخصیتی بوده و با رشد عقلی، عوامل ژنتیکی و نوروبیولوژی مرتبط است [۳، ۵]. رابطه‌ی معنی‌داری بین احساسات (مانند ترس، اضطراب، استرس هیجانی و غیره) و رفتارهای ریسک‌پذیر وجود دارد [۶]. به نظر می‌رسد رفتارهای پرخطر، نتیجه‌ی تفاوت‌های بیولوژیکی یا تجربیات دوران کودکی باشد [۲].

اثرات فیزیولوژیکی ریسک بر بدن را می‌توان توسط تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (Functional magnetic resonance imaging) fMRI، توموگرافی انتشار پوزیترون، ثبت رویدادهای مغناطیسی یا الکتریکی مغز (ERP) (Event related potential). بررسی تغییرات دمایی یا پاسخ‌های هدایت پوست و میزان تغییرات در فرکانس ضربان قلب بررسی کرد [۶]. بدین صورت که فرد اقدام به بازی با نرم‌افزار ریسکی کرده و همزمان رویدادهای فیزیولوژیکی ثبت می‌شوند. رابطه‌ی معنی‌داری بین ریسک‌پذیری و رویدادهای مغزی وجود دارد [۷-۹].

تأثیر تکانشگری بر ریسک، توسط Congdon و همکاران استفاده از fMRI انجام شد [۱۰]. آن‌ها دریافتند، در قسمت پل پیش‌پیشانی و مرکز قشر پیشانی و شیار پاراسینگولیت و سمت راست هسته آکومینز و قشر پیش‌پیشانی مرکزی فعالیت افراد ریسک‌پذیر متفاوت بوده و صفت تکانشگری در ریسک‌پذیری مؤثر است.

Mohr و همکاران با هدف بررسی متاآنالیز مقالات که ریسک را با استفاده از fMRI بررسی کرده بودند به این نتیجه رسیدند که ریسک در اینسولای دو طرف قدامی، تالاموس، قشر پیش‌پیشانی مرکز، قشر پیش‌پیشانی راست دو طرفه، قشر آهیانه سمت راست، شیار قشر پیش‌مرکزی چپ و قشر پس‌سری پردازش می‌شود. تصمیم‌گیری و پیش‌بینی باعث فعالیت در دو طرف قدام اینسولا، قشر خلفی پیش‌پیشانی و تالاموس می‌شود [۱۱].

Chandrakumar و همکاران با هدف بررسی سیستماتیک ریسک‌پذیری و بررسی ۷۹ مقاله در خصوص ریسک با نرم‌افزار و تحلیل توسط الکتروانسفالوگرافی به این نتیجه رسیدند که P3 و اجزای تشخیص خطا Feedback-related negativity (FRN) می‌تواند در بررسی ریسک بکار گرفته شوند [۱۲].

دو ابزار جهت بررسی ریسک‌پذیری پیشنهاد شده است که شامل پرسش‌نامه و نرم‌افزار ریسک‌پذیری است. نگرش ریسک‌پذیری [۱۳]، مقیاس‌گرایی به ریسک تجاری [۱۴]، نگرش ریسک در حوزه‌ی خاص (DOSPERT) [۲]، مقیاس عمومی‌گرایی به ریسک (General Risk Propensity Scale) GRiPS [۵]، نمونه‌هایی از پرسش‌نامه‌های ریسک‌پذیری عمومی هستند. بالون آنالوگ ریسکی BART (Balloon Analogue Risk Task) [۱۵]، بازی ریسکی آیوا [۱۶] نمونه‌هایی از نرم‌افزارهای ریسک‌پذیری می‌باشند.

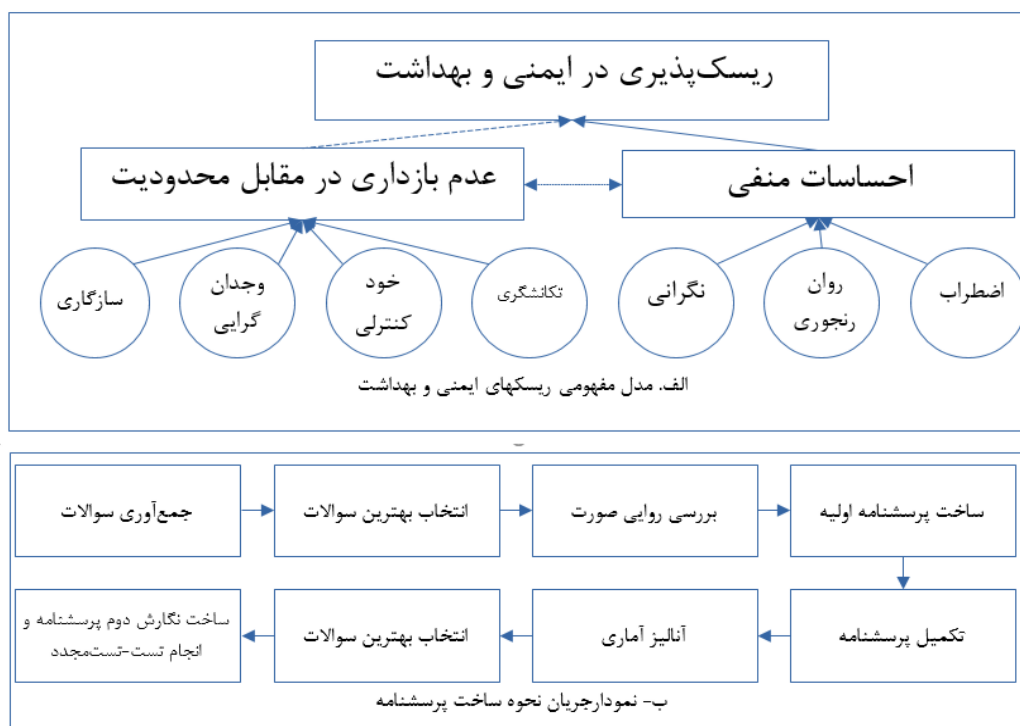
معروف‌ترین پرسش‌نامه در خصوص ریسک‌پذیری با نام DOSPERT توسط Weber و همکاران با هدف نشان دادن تفاوت در انواع ریسک ارائه شد. آن‌ها نشان دادند، ریسک‌پذیری وابسته به

GRiPS توسط دو نفر به صورت مستقل به فارسی ترجمه شده و سپس توسط دو فرد مستقل دیگری به انگلیسی برگردانیده شد؛ ترجمه‌ها جهت بررسی به توسعه‌دهنده‌ی GRiPS ارسال شد و مورد تأیید ایشان قرار گرفت. سؤالات پرسش‌نامه‌های تکمیل شده توسط تحلیل عاملی اکتشافی (EFA) تجزیه و تحلیل شد و سؤالات ضعیف حذف شدند. در نهایت پرسش‌نامه‌ی نگارش دوم ساخته شد و پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل (ORTQ) نام گرفت.

وظیفه‌ی بادکنک ریسک آنالوگ: وظیفه‌ی بادکنک ریسکی آنالوگ (BART) (شکل ۲) یک نرم‌افزار است که در آن کاربر یک بادکنک را باد می‌کند که یکی از این دو حالت رخ می‌دهد؛ یا بادکنک منفجر می‌شود یا اندازه‌ی آن افزایش می‌یابد [۱۵]. اگر اندازه‌ی بادکنک افزایش یابد، کاربر ۱۰۰ امتیاز می‌گیرد. ولی اگر بادکنک منفجر شود، نه تنها امتیازی به کاربر نمی‌رسد، بلکه تمام امتیازاتی را که تا آن زمان برای آن بادکنک دریافت کرده است، از دست می‌دهد. نقطه‌ی انفجار بادکنک (با میانگین ۱۰ بار باد زدن در این مطالعه) برای هر آزمایش به طور تصادفی تعیین می‌شود. در هنگام بازی BART ریسک‌پذیری رفتاری به صورت تعداد پمپ قبل از جمع‌آوری امتیاز (PumpNo) نشان‌دهنده‌ی سطح ریسک‌پذیری رفتاری افراد است. رویداد انفجار (Explode) متناظر با ترکیدن بادکنک و نشان‌دهنده‌ی تشبیه است. جمع‌آوری امتیاز (Collect) پاداش در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه هر نفر ۵۰ بادکنک داشت و قبل از ثبت داده‌ی مغزی، چند بار بصورت آزمایشی بازی را انجام داد تا تسلط کافی پیدا کند.

میانگین سنی $36/13 \pm 7/39$ (۲۲-۴۸، میانه = $36/5$) و میانگین مدت تجربه $11/5 \pm 7/2$ (۱-۲۳، میانه = $10/5$) شرکت داشتند. معیار ورود به مطالعه، داشتن حداقل یک‌سال سابقه‌ی کاری در اتاق کنترل بود. معیار خروج از مطالعه‌ی مغزی داشتن یک بیماری مغزی، روانی، مشکلات هورمونی، اعتیاد به الکل یا مواد مخدر بر اساس تاریخچه‌ی پزشکی بود.

روال ساخت پرسش‌نامه: جهت ساخت پرسش‌نامه‌ی ریسک با استفاده از مدل مفهومی (شکل ۱ الف) ارائه شده توسط Lermer و همکاران [۱۹] سؤالات مربوط به سازگاری، وظیفه‌شناسی، خودکنترلی، تکانشگری و هیجان‌خواهی جمع‌آوری شدند. شکل ۱ ب نمودار مراحل ساخت پرسش‌نامه را نشان می‌دهد. سؤالات بر اساس معیارهای زیر انتخاب شدند: ۱. دو کارشناس ایمنی و بهداشت به طور مستقل سؤالات را انتخاب کردند، ۲. سؤالات مرتبط با کار و شغل انتخاب شدند، ۳. سؤالات تکراری حذف شدند. با این ضوابط تعداد سؤالات از نسخه‌ی اولیه ۶۲۳ به ۵۰ سؤال بعد از بررسی کاهش یافت. سؤالات انتخاب شده توسط ۱۰ نفر از متخصصان حوزه‌های علمی متعدد (روانشناس، عوامل انسانی و ارگونومی، بهداشت و ایمنی) مورد ارزیابی قرار گرفت (روایی صورت). جهت شفافیت و سادگی سؤالات، ۱۰ نفر از تکمیل‌کنندگان پرسش‌نامه (اپراتورها) سادگی و شفاف بودن سؤالات را بررسی کردند. سؤالات با بیش از ۰/۸ شاخص روایی و محتوایی انتخاب شدند (جدول ۱). جهت بررسی ارتباط سؤالات با ریسک‌پذیری، پرسش‌نامه‌ی GRiPS استفاده شد. پرسش‌نامه‌ی



شکل ۱. الف. مدل مفهومی استفاده شده در مطالعه، ب. نمودار مراحل ساخت پرسش‌نامه‌ی جدید



شکل ۲: سمت راست وظیفه‌ی بادکنک ریسک آنالوگ (BART) - سمت چپ قرارگیری کلاه الاستیک EEG به همراه الکتروهای نمکی و محل قرارگیری آن‌ها

انحراف مطلق میانه (Median absolute deviation) MAD، برای حذف نقاط پرت استفاده شد. حجم نمونه به ازای هر سؤال، ۵ نفر [۲۲] و حداقل حجم نمونه ۱۴۰ نفر تعیین شد. برای نمایش کیفیت حجم نمونه در هنگام آنالیز آماری از توان آزمون (η^2 , power) و ضریب فاکتور بیزین (BF) استفاده شد. ترتیب قرارگیری سؤالات بر اساس حروف الفبا انتخاب شد. تست KMO (Kaiser-meyer-olkin) بر روی سؤالات انجام گردید و تنها سؤالاتی انتخاب شد که ضریب کیفیت در این تست بیش از ۰/۸ باشد [۲۲]. بعد از تست KMO، صرفاً ۱۸ سؤال برای مرحله‌ی بعد باقی ماند. ضریب ارتباط Spearman بین تمام سؤالات محاسبه شد و سؤالاتی که ضریب ارتباط آن‌ها معنی‌دار نبود، حذف شدند. تنها ۱۳ سؤال باقی ماند که ضریب ارتباط بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود. برای تعیین تعداد عامل پنهان در تحلیل عاملی، تست آنالیز موازی با خروجی نمودار اسکری بر روی سؤالات انجام شد. بر روی این ۱۳ سؤال تحلیل عاملی اکتشافی انجام شد. سؤالات با بارعاملی بیش از ۰/۵ ($P < ۰/۰۵$) انتخاب شد [۲۲]. این سؤالات برای پرسش‌نامه‌ی نگارش دوم (سؤالات پررنگ شده‌ی جدول ۱) انتخاب شدند. فاصله‌ی زمانی بین تست-تست مجدد ۳ ماه تعیین شد. پس از تبدیل داده‌های EEG به ERP ضریب ارتباط Spearman پرسش‌نامه و ERP (به تفکیک مکان الکتروود و رویداد مغزی) تعیین گردید. ضریب ارتباط Pearson بین ریسک‌پذیری رفتاری و رویدادهای مغزی تعیین شد.

یافته‌ها

نتیجه‌ی ضرایب فاکتورهای تحلیل عاملی ($P < ۰/۰۰۱$) بر روی سؤالات در جدول ۱ آمده است. ضریب آلفای نسخه‌ی نهایی ۰/۹۱ محاسبه شد.

ضریب ارتباط Spearman بین پرسش‌نامه‌ی ORTQ و ریسک‌پذیری رفتاری در BART، $۰/۳۸$ ($\eta^2 = ۰/۷۰$)، $P = ۰/۰۱$ در حالی که این ضریب برای پرسش‌نامه‌ی GPiPS، $۰/۳۳$ ($\eta^2 = ۰/۵۵$)، $P = ۰/۰۳$ محاسبه شد. جدول ۲ رابطه‌ی بین دو پرسش‌نامه و ریسک‌پذیری رفتاری را با ERP در مغز نشان می‌دهد.

جهت بررسی رویدادهای مغزی، هنگامی که فرد در حال بازی ریسکی BART بود، EEG از طریق الکتروادهای نمکی نصب شده در یک کلاهک الاستیک (Encephalan QEEG، Medicom MTD، RUSSIA) و ۲۳ الکتروود با سیستم جایگذاری بین‌المللی ۲۰/۱۰ ثبت شد (شکل ۲). حرکت چشم و پلک زدن از بالا و پایین چشم چپ (EOG عمودی) و گوشه‌ی خارجی هر دو چشم (EOG افقی) ثبت شد. الکتروادهای قرار داده شده در ماستوئید چپ و راست ($A1$, $A2$ در شکل ۲) به عنوان نقاط مرجع و الکتروود خنثی (G) بین چشم‌ها قرار داشت. نرخ نمونه‌برداری به ازای هر کانال اولیه ۱ کیلوهرتز و خروجی ۲۵۰ هرتز بود. مقاومت تمام الکتروودها زیر ۱۰ کیلو اهم نگه داشته شد. سیگنال‌ها و داده‌های EEG از طریق آنالیز آفلاین با بسته‌ی نرم‌افزاری (python.mne(0.24 همگام‌سازی و پردازش شدند. پتانسیل‌ها بر حسب واحد میکرو ولت (μV) استخراج شد. هر سیگنال بزرگتر از $۱۰۰ \mu V$ به عنوان آرتیفکت در نظر گرفته و حذف شد. سایر آرتیفکت‌ها توسط کد نرم‌افزاری حذف شدند. دوره‌های EEG (با پنجره‌ی زمانی ۶۰۰ms: ۱۰۰ms پیش از بازخورد تا ۵۰۰ms پس از بازخورد) استخراج شد. پتانسیل‌های مرتبط با رویداد مغزی (ERP) در پنجره‌ی زمانی بعد از انتخاب ریسکی به صورت زیر محاسبه شدند: FRN-200 پیک پتانسیل منفی ۳۰۰-۲۰۰ms، FRN-300 پیک پتانسیل منفی ۳۷۰-۳۱۰ms، P3b پیک پتانسیل مثبت ۵۰۰-۲۸۰ms، P300-400 پیک پتانسیل مثبت ۴۰۰-۳۰۰ms، P300-600 پیک پتانسیل مثبت ۶۰۰-۳۰۰ms است. در صورتی که به جای در نظر گرفتن پیک از متوسط پتانسیل‌ها استفاده شود، از واژه‌ی mean جلوی پنجره‌ی زمانی استفاده شده است. بازخورد مثبت $P2 > P3a$ و بازخورد منفی $P3a < P2$ در نظر گرفته شد. داده‌های الکتروانسفالوگرافی به پتانسیل مرتبط با رویداد مغزی (Event Related Potentials) ERP تبدیل شدند. تمامی آزمایشات و آزمون‌ها در مرکز بهداشتی درمانی صنایع انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ماژول‌های علمی پایتون (۳.۸.۱۰) و نرم‌افزار و پکیج‌های R (۴.۲.۱) استفاده شد. پرسش‌نامه‌های دارای سؤالات تکمیل نشده حذف شدند. محدوده‌ی بین چارکی (IQR (Interquartile range و

جدول ۱: سؤالات پرسش‌نامه و نتایج آنالیز عاملی

کد	سؤال پرسش‌نامه	بعد روان‌شناختی	KMO بار عاملی	یکتا بودن
q1	بقیه به من می‌گویند خیلی محتاطم.	تکانشگری		
q2	بیشتر دوست دارم چیزی جدید تجربه کنم تا چیزی قدیمی تکرار کنم	نیاز به پیچیدگی و تازگی		
q3	ترجیح می‌دهم کاری را که به ذهنم می‌رسد انجام بدهم تا این که به اجرای یک برنامه از قبل ریخته شده بچسبم.	وجدان‌گرایی		
q4	تلاش می‌کنم هر کاری را به نحو ماهرانه‌ای انجام دهم.	وجدان‌گرایی		
q5	چیزهای جدید حتی اگر ترسناک باشند خوشایند است.*	تکانشگری	۰/۱۸۷	۰/۱۵۷
q6	چیزی که کمی ترس دارد انجام می‌دهم.*	جسارت	۰/۱۸۳	۰/۱۵۰
q7	در زندگی عادی ریسک‌پذیری برای من مهم است.*	GRiPS	۰/۱۹۱	۰/۱۵۸
q8	در هر کاری اول به ایمنی آن فکر می‌کنم.	ریسک‌پذیری		
q9	دوست دارم از بلندی زیاد بپریم.	ماجراجویی		
q10	دوست دارم دایم شغلم عوض شود.	تکانشگری		
q11	دوست دارم هر چیزی را یکبار تجربه کنم.	هیجان‌خواهی		
q12	دوستان من می‌گویند که من ریسک‌پذیر هستم.*	GRiPS	۰/۱۸۴	۰/۱۵۲
q13	رانندگی سریع لذتبخش است.*	تکانشگری	۰/۱۹۰	۰/۱۵۷
q14	ریسک‌پذیری زندگی مرا لذت‌بخش‌تر می‌کند.*	GRiPS	۰/۱۸۹	۰/۱۶۹
q15	شغلی خوب است که همه چیز آن شفاف باشد.	اخلاق مطلق		
q16	کار بایستی با سرعت انجام شود حتی اگر دقتش کم شود.	تکانشگری		
q17	کدامیک را ترجیح می‌دهید؟ الف: کار کم خطر و کم حقوق ب: کار پرخطر و با حقوق زیاد	ریسک‌پذیری		
q18	من از ریسک‌پذیری در بیشتر جنبه‌های زندگی لذت می‌برم.*	GRiPS	۰/۱۹۲	۰/۱۶۳
q19	من از شرایطی که معلوم نیست چه رخ می‌دهد پرهیز می‌کنم.	ریسک‌پذیری		
q20	من از کاری که نیاز دارد در دوره‌ای باشم لذت می‌برم.*	تکانشگری	۰/۱۹۲	۰/۱۶۶
q21	من اعتقاد به شانس‌پذیری دارم.	GRiPS		
q22	من بیش از آن که از ریسک بترسم جذب آن می‌شوم.*	GRiPS	۰/۱۹۱	۰/۱۸۰
q23	من دوست دارم کاری داشته باشم که نسبتاً ثابت و مطمئن باشد.	ریسک‌پذیری		
q24	من ریسک را می‌پذیرم حتی اگر معنی آن آسیب دیدن من باشد.*	GRiPS	۰/۱۹۰	۰/۱۸۵
q25	من معمولاً تصمیمات ریسکی می‌گیرم.*	GRiPS	۰/۱۸۹	۰/۱۷۳
q26	نمی‌ترسم که چیز جدید و مهیج را انجام دهم.*	جسارت	۰/۱۹۱	۰/۱۵۳
q27	وقتی خطر جسمانی حس می‌کنم استرس می‌گیرم.	احساساتی		
q28	یک جنبه از خطر کردن لذت آن است.*	جسارت	۰/۱۸۹	۰/۱۷۸

* سؤالات پرسش‌نامه‌ی نسخه‌ی نهایی

بحث

است از ریسک‌های جسارت متمایز باشد [۲۳].

Lejuez و همکاران با مطالعه در اندازه‌گیری رفتاری مبتنی بر BART دریافتند که نمرات معیارهای هیجان‌خواهی و تکانشگری با BART مرتبط است [۱۵]. Bleichrodt و همکاران دریافتند که دو ویژگی روان‌شناختی، جسارت و تکانشگری، با ریسک‌پذیری در ورزشکاران مرتبط است [۲۴]. نتایج مطالعات فوق و این مطالعه اهمیت افزودن تکانشگری و جسارت را نشان داد که بر اساس مدل مفهومی پیشنهاد شده بود.

در جدول ۲، همبستگی بین جنبه‌های روان‌شناختی یا رفتاری و ERP نشان داده شد. Russo و همکاران بین تکانشگری و P300 همبستگی معنی‌داری پیدا کردند.

هدف از این مطالعه، طراحی یک پرسش‌نامه‌ی جدید ریسک‌پذیری در افراد شاغل در اتاق کنترل بود. جهت بررسی اعتبار و صحت پرسش‌نامه، ضریب ارتباط بین متغیرهای رفتاری و رویدادهای مغزی با نمرات سنجیده شد. پرسش‌نامه‌ی GRiPS توسط Zhang و همکاران [۵] پیشنهاد شد که نتایج ما با یافته‌های آن‌ها مطابقت داشت، اما یک سؤال به دلیل عدم ضریب ارتباط معنی‌دار حذف شد. داده‌های رفتاری در BART نشان داد، ORTQ ضریب ارتباط بزرگتری نسبت به GRiPS دارد. نتیجه‌ی مطالعه‌ی Moeller نشان داد، تکانشگری برای پاسخ‌های سریع بر اساس پردازش ناقص اطلاعات مورد نیاز است و تکانشگری مستلزم ریسک می‌باشد [۲۳]. بنابراین پیشنهاد کردند که ریسک تکانشی ممکن

جدول ۲: ضریب ارتباط بین متغیرهای رفتاری و روانشناسی (آخرین ستون) و پتانسیل رویدادهای مغزی

r	P	BF*	power**	Site	Sign	ERP	Event	Variables
۰/۶۳	<۰/۰۱		۰/۹۹	Fz	Neg***	P300-600(mean)	Explode	GRIIPS
۰/۶۳	<۰/۰۱		۰/۹۹	Fz	Neg	P300-600(mean)	Explode	ORTQ
۰/۵۹	<۰/۰۱		۰/۹۹	Fz	Neg	P3b(mean)	Explode	GRIIPS
۰/۵۷	<۰/۰۱		۰/۹۷	Fz	Neg	P3b(mean)	Explode	ORTQ
-۰/۵۷	<۰/۰۱	۲۰۰/۸	۰/۹۸	Cz	Pos****	P300-600(mean)	Collect	PumpNo
۰/۵۶	<۰/۰۱	۱۴۰/۸	۰/۹۷	Cz	Neg	P300-600	Explode	PumpNo
۰/۵۵	<۰/۰۱		۰/۹۷	Fz	Neg	P300-400(mean)	Explode	GRIIPS
۰/۵۳	<۰/۰۱		۰/۹۵	Fz	Neg	FRN200(mean)	Explode	GRIIPS
۰/۵۲	<۰/۰۱		۰/۹۴	Fz	Neg	FRN200	Explode	GRIIPS
۰/۵۲	<۰/۰۱		۰/۹۴	Fz	Neg	FRN200	Explode	ORTQ
-۰/۵۲	<۰/۰۱	۵۴/۶	۰/۹۴	Cz	Pos	P3b(mean)	Collect	PumpNo
۰/۵۱	<۰/۰۱	۳۷/۶	۰/۹۲	Cz	Neg	P300-600(mean)	Explode	PumpNo
-۰/۵۱	<۰/۰۱		۰/۹۲	Cz	Pos	P3b(mean)	Explode	ORTQ
-۰/۵۱	<۰/۰۱	۳۸/۳	۰/۹۲	Cz	Pos	FRN200	Collect	PumpNo
۰/۵	<۰/۰۱		۰/۹۲	Fz	Neg	P300-400(mean)	Explode	ORTQ
۰/۵	<۰/۰۱	۲۹/۲	۰/۹۱	Cz	Neg	P3b	Explode	PumpNo
۰/۵	<۰/۰۱	۳۰/۷	۰/۹۱	Cz	Neg	P3b(mean)	Explode	PumpNo
-۰/۵	<۰/۰۱		۰/۹۱	Cz	Pos	P300-600(mean)	Explode	ORTQ
-۰/۵	<۰/۰۱	۲۹/۵	۰/۹۱	Fz	Pos	FRN300(mean)	Explode	PumpNo

*: BF: Bayes Factor of the alternative hypothesis; **: power: achieved power of the test (type II error); ***: Neg: negative feedback; ****: Pos: positive feedback

در تحقیق دیگری، هیچ ارتباط معنی‌داری بین ERPها و ویژگی‌های شخصیتی یا رفتار خودگزارش شده در نرم‌افزارهای پرخطر پیدا نکرد [۱۸]. بررسی Massar و نشان داد که FRN و P300 می‌توانند با ریسک‌پذیری مرتبط باشند که هم در سود بالا و هم در ضرر زیاد دیده می‌شود [۹].

ارزیابی جسارت نیز در این پرسش‌نامه انجام شد، تا آن‌جا که ما می‌دانیم، یافته‌ای نوآورانه بود، زیرا بر اساس جستجو در Google Scholar و Scopus هیچ مقاله‌ای برای نشان دادن رابطه‌ی بین جسارت و ERP یافت نشد. بر اساس مطالعه‌ی ما (جدول ۲) همبستگی بین ریسک‌پذیری و ERP به ما نشان می‌دهد که فرایندهای شناختی مانند حافظه‌ی کاری و توجه در ویژگی ریسک‌پذیری مهم هستند.

هدف اولیه از این مطالعه، ساخت یک پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری در اپراتورهای اتاق کنترل بود. ضمناً بررسی مدل مفهومی در ریسک‌پذیری از اهداف دیگر بود. با توجه به مطالعات فوق؛ همچنین نتایج تحلیل عاملی، ریسک‌پذیری رفتاری، رویداد مغزی بهتر است تکانشگری و جسارت در پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اضافه شود. مدل مفهومی کاملاً منطبق بر نتایج این مطالعه نبود ولی دو ویژگی جسارت و تکانشگری در مدل مفهومی بیشترین اثر را در پرسش‌نامه‌ی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل داشت که در پرسش‌نامه‌ی نهایی سه بعد ریسک‌پذیری، تکانشگری و جسارت با ۱۳ سؤال بهترین نتایج را در بر خواهد داشت.

سپس به این نتیجه رسیدند که تکانشگری می‌تواند عملکرد شناختی را کاهش دهد و با حافظه‌ی فعال و در نتیجه فعالیت‌های مغز مرتبط است. این ممکن است دلیل دیگری برای اشاره به مفهوم تکانشگری به عنوان یک ویژگی بیولوژیکی با واکنش‌های سریع برنامه‌ریزی نشده باشد [۲۵].

Harmon و همکاران مطالعه‌ای بر روی تکانشگری و P300 انجام دادند و یک همبستگی منفی بین P300 در ناحیه‌ی آهیانه و تکانشگری پیدا کردند. ضمناً دامنه در ناحیه‌ی آهیانه بزرگتر از نواحی فرونتال و مرکزی بود. بنابراین، آن‌ها نتیجه گرفتند که دامنه‌ی ناحیه‌ی آهیانه با ویژگی‌های شناختی مانند توجه مرتبط است [۲۶].

Harmon و همکاران، دامنه‌ی P300 را در زنان ارزیابی کردند و به طور کلی دامنه‌های بالاتر برای کسانی که تکانشگری کم داشتند؛ را گزارش نمودند [۲۶]. ضریب همبستگی منفی بین تکانشگری، FRN و P300 در سایر بررسی‌های تحقیقاتی گزارش شده است [۲۷].

de Groot و van Strien، همبستگی بین FRN، P300 و ریسک‌پذیری را نشان دادند [۷]. امتیاز ریسک‌پذیری مالی و دامنه‌ی FRN در مطالعه‌ی Mason و همکاران ارتباطی را نشان نداد. تضاد در این مطالعه، ممکن است به دلیل اختلال دوقطبی در شرکت‌کنندگان باشد. با این حال، نتایج آن‌ها نشان داد که دامنه‌ی P300 با امتیاز ریسک‌پذیری مالی با ضرر مرتبط است [۲۸].

محدودیت‌ها و پیشنهادات

کلیه‌ی اپراتورها مرد بودند و تورش ناشی از جنسیت افراد در این مطالعه وجود داشت. همچنین مطالعه در زمان COVID-19 انجام شد، بنابراین عدم تمایل افراد به آزمایش به دلیل ابتلا وجود داشت. در ضمن، برخی از صنایع اپراتورها را با تست‌های روانشناسی قبل از استخدام می‌پذیرفتند که این می‌تواند در نتیجه تأثیر داشته باشد. تست‌ها در محل کار انجام می‌شده است که وجود عوامل مداخلگر غیرقابل اجتناب می‌باشد.

اعتبارسنجی این پرسش‌نامه می‌تواند در سایر گروه‌های شغلی صنعتی، معدنی و ساختمانی انجام شود. به دلیل «تئوری ریسک و احساسات» و «تئوری نشانگر پیکری ریسک» مطالعه می‌تواند با استفاده از ابزار مقاومت الکتریکی پوست نیز اعتبار پرسش‌نامه بررسی شود. مطالعه‌ی ما با استفاده از تحلیل عامل اکتشافی صورت گرفت با استفاده از تحلیل عامل تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری ممکن است به درک بهتری از ریسک‌پذیری دست یافت.

نتیجه‌گیری

پرسش‌نامه‌ی ORTQ شامل ۱۳ سؤال است که می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب برای بررسی ریسک‌پذیری اپراتورهای اتاق کنترل و همچنین برای اهداف تحقیقاتی استفاده شود. این پرسش‌نامه ریسک‌پذیری را با اضافه کردن دو بعد شخصیتی تکانشگری و جسارت تکمیل کرد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان انجام شده و مراتب تشکر و قدردانی از زحمات مرکز تحقیقات علوم بهداشتی به عمل می‌آید. همچنین کارشناسان و مدیران صنایع اراک و شازند که در این طرح کمک شایانی داشته نهایت سپاس و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

در نگارش این مقاله تضاد منافع وجود ندارد.

سهم نویسندگان

نویسنده اول به عنوان راهنمای طرح و نویسنده دوم مشاور پزشکی و فیزیولوژی و نویسنده سوم مشاور ایمنی و نویسنده چهارم به عنوان مشاور آماری و نویسنده مسئول در جمع‌آوری داده، کدنویسی، آنالیز داده و نوشتن مقاله مشارکت داشته‌اند.

ملاحظات اخلاقی

به کلیه شرکت‌کنندگان اطمینان داده شده داده‌های آنها محرمانه باقی بماند. ضمناً شرکت‌کنندگان در هر مرحله می‌توانستند در صورت عدم تمایل از مطالعه خارج شوند.

حمایت مالی

این مطالعه دارای کد اخلاق IR.UMSHA.REC.1399.112 است که توسط دانشگاه علوم پزشکی همدان حمایت مالی شد و به تصویب رسید.

REFERENCES

- World Health Organization. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000-2016: global monitoring report. Geneva, Switzerland: WHO; 2021.
- Blais AR, Weber EU. A domain-specific risk-taking (DOSPRT) scale for adult populations. *Judgm Decis Mak*. 2006;1(1):33-47.
- Weber EU, Blais AR, Betz NE. A domain-specific risk-attitude scale: Measuring risk perceptions and risk behaviors. *J Behav Decis Mak*. 2002;15(4):263-90. [DOI: [10.1002/bdm.414](https://doi.org/10.1002/bdm.414)]
- Ba Y, Zhang W, Peng Q, Salvendy G, Crundall D. Risk-taking on the road and in the mind: behavioural and neural patterns of decision making between risky and safe drivers. *Ergonomics*. 2016;59(1):27-38. [DOI: [10.1080/00140139.2015.1056236](https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1056236)] [PMID]
- Zhang DC, Highhouse S, Nye CD. Development and validation of the General Risk Propensity Scale (GRiPS). *J Behav Decis Mak*. 2019;32(2):152-67. [DOI: [10.1002/bdm.2102](https://doi.org/10.1002/bdm.2102)]
- Choi B, Jebelli H, Lee S. Feasibility analysis of electrodermal activity (EDA) acquired from wearable sensors to assess construction workers' perceived risk. *Saf Sci*. 2019;115:110-20. [DOI: [10.1016/j.ssci.2019.01.022](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.022)]
- de Groot K, van Strien JW. Event-related potentials in response to feedback following risk-taking in the hot version of the Columbia Card Task. *Psychophysiology*. 2019;56(9):e13390. [DOI: [10.1111/psyp.13390](https://doi.org/10.1111/psyp.13390)] [PMID]
- Yau YHC, Potenza MN, Mayes LC, Crowley MJ. Blunted feedback processing during risk-taking in adolescents with features of problematic Internet use. *Addict Behav*. 2015;45:156-63. [DOI: [10.1016/j.addbeh.2015.01.008](https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2015.01.008)] [PMID]
- Massar SAA, Rossi V, Schutter DJLG, Kenemans JL. Baseline EEG theta/beta ratio and punishment sensitivity as biomarkers for feedback-related negativity (FRN) and risk-taking. *Clin Neurophysiol*. 2012;123(10):1958-65. [DOI: [10.1016/j.clinph.2012.03.005](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.03.005)] [PMID]
- Congdon E, Bato AA, Schonberg T, Mumford JA, Karlsgodt KH, Sabb FW, et al. Differences in neural activation as a function of risk-taking task parameters. *Front Neurosci*. 2013;7:173. [DOI: [10.3389/fnins.2013.00173](https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00173)] [PMID]
- Mohr PNC, Biele G, Heekeren HR. Neural processing of risk. *J Neurosci*. 2010;30(19):6613-9. [DOI: [10.1523/JNEUROSCI.0003-10.2010](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0003-10.2010)] [PMID]
- Chandrakumar D, Feuerriegel D, Bode S, Grech M, Keage HAD. Event-related potentials in relation to risk-taking: A systematic review. *Front Behav Neurosci*. 2018;12:111. [DOI: [10.3389/fnbeh.2018.00111](https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00111)] [PMID]
- Grol R, Whitfield M, De Maeseneer J, Mokkink H. Attitudes to risk taking in medical decision making among British, Dutch and Belgian general practitioners. *Br J Gen Pr*. 1990;40(333):134-6. [PMID]
- Huff RA, Keil M, Kappelman L, Prybutok V. Validation of the Sitkin-Weingart Business Risk Propensity Scale. *Manag Res News*. 1997;20(12):39-48. [DOI: [10.1108/eb028584](https://doi.org/10.1108/eb028584)]
- Lejuez CW, Read JP, Kahler JP, Richards JB, Ramsey SE, Stuart GL, et al. Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the Balloon Analogue Risk Task (BART). *J Exp Psychol Appl*. 2002;8(2):75-84. [DOI: [10.1037//1076-898x.8.2.75](https://doi.org/10.1037//1076-898x.8.2.75)] [PMID]
- Bechara A, Damasio AR, Damasio H, Anderson SW. Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*. 1994;50(1-3):7-15. [DOI: [10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)] [PMID]

17. Low BKL, Chan AHS. Questionnaire for construction worker risk taking (Q-CWRT) in Hong Kong. *Japanese J Ergon.* 2017;53(Suppl 2):S584-7.
18. Lajunen T, Parker D, Summala H. The manchester driver behaviour questionnaire: a cross-cultural study. *Accid Anal Prev.* 2004;36(2):231-8. [DOI: [10.1016/s0001-4575\(02\)00152-5](https://doi.org/10.1016/s0001-4575(02)00152-5)] [PMID]
19. Lerner E, Streicher B, Raue M. Measuring subjective risk estimates. In: Raue M, Lerner E, Streicher B, editors. *Psychological perspectives on risk and risk analysis.* Berlin/Heidelberg, Germany: Springer; 2018. p. 313-27.
20. Fleming M, Lardner R. *Strategies to promote safe behaviour as part of a health and safety management system.* Norwich, UK: HSE Books; 2002.
21. Wagenaar WA. Risk taking and accident causation. In: Yates JF, editor. *Risk-taking behavior.* Philadelphia, PA: John Wiley & Sons; 1992.
22. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate data analysis.* 8th ed. Hoboken, New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2018.
23. Moeller FG, Barratt ES, Dougherty DM, Schmitz JM, Swann AC. Psychiatric aspects of impulsivity. *Am J Psychiatry.* 2001;158(11):1783-93. [DOI: [10.1176/appi.ajp.158.11.1783](https://doi.org/10.1176/appi.ajp.158.11.1783)] [PMID]
24. Bleichrodt H, L'Haridon O, van Ass D. The risk attitudes of professional athletes: Optimism and success are related. *Decision.* 2018;5(2):95. [DOI: [10.1037/dec0000067](https://doi.org/10.1037/dec0000067)]
25. Russo PM, De Pascalis V, Varriale V, Barratt ES. Impulsivity, intelligence and P300 wave: An empirical study. *Int J Psychophysiol.* 2008;69(2):112-8. [DOI: [10.1016/j.ijpsycho.2008.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.03.008)] [PMID]
26. Harmon-Jones E, Barratt ES, Wigg C. Impulsiveness, aggression, reading, and the P300 of the event-related potential. *Pers Individ Dif.* 1997;22(4):439-45. [DOI: [10.1016/S0191-8869\(96\)00235-8](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(96)00235-8)]
27. Gong Y, Yan J, Deng Y, Bao C, Yi Q, Liu J, et al. Examining impulsivity and risky decision making among school youth in balloon analogue risk task. *Transl Pediatr.* 2022;11(1):127-37. [DOI: [10.21037/tp-21-594](https://doi.org/10.21037/tp-21-594)] [PMID]
28. Mason L, Trujillo-Barreto NJ, Bentall RP, El-Deredy W. Attentional bias predicts increased reward salience and risk taking in bipolar disorder. *Biol Psychiatry.* 2016;79(4):311-9. [DOI: [10.1016/j.biopsych.2015.03.014](https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.03.014)] [PMID]