

Kako izazvati stres u laboratorijskim uvjetima? Provjera učinkovitosti novoga stres-testa

Iva Kuculo¹, Sara Maras¹ i Meri Tadinac²

¹ Meridia Savjetovanje, Zagreb, Hrvatska

² Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek za psihologiju, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Istraživanja stresa u laboratorijskim uvjetima zahtijevaju metode kojima se kod sudionika može pouzdano izazvati stresna reakcija, a da se pritom ne ugrožava njihovo psihičko ili tjelesno zdravlje. Cilj je ovoga istraživanja bio provjeriti valjanost postupka konstruiranoga u tu svrhu, Stres-test usmenoga računanja matematike (engl. *Stress Test of Oral Mathematical Performance – STOMP*), koji kombinira metode izazivanja akutnoga stresa vremenski ograničenim zadacima i socijalnom evaluacijom. Provedena su dva eksperimenta ($N_1 = 105$; $N_2 = 64$) u kojima su ispitani sljedeći istraživački problemi: 1) provjeriti izaziva li STOMP povećanje objektivnih i subjektivnih mjera stresa te 2) utvrditi povezanost tih dviju mjera. Objektivne su mjere stresa bile puls (1. eksperiment) te puls i elektrodermalna aktivnost (EDA) (2. eksperiment), a subjektivna je mjera bila samoprocjena doživljenoga stresa (1. eksperiment). Rezultati obaju eksperimenata pokazuju značajno povišenje i objektivnih i subjektivnih mjera nakon provedbe STOMP-a u odnosu na stanje neposredno prije njegove provedbe. Subjektivne procjene stresa pokazuju povezanost s objektivnima gotovo u svim točkama mjerenja. Na osnovi toga može se zaključiti da je STOMP uspješan u izazivanju stresa u laboratorijskim uvjetima, a usto ekonomičan i jednostavan za primjenu.

Ključne riječi: stres-test, puls, EDA

Uvod

U 50-im godinama 20. st. Hans Selye prvi je opisao stresnu reakciju i naglasio njezinu dvojni prirodu – kratkoročne adaptivne i dugoročne nepovoljne posljedice za organizam, što je nakon više desetljeća istraživanja potvrđeno u metaanalizi Segerstroma i Millera (2004). Fiziološke promjene u osnovi stresne reakcije temelje se na aktivaciji dvaju sustava: simpatikus – srž nadbubrežne žlijezde te hipotalamus – prednji režanj hipofize – kora nadbubrežne žlijezde (Carter i Goldstein, 2015). Razine aktivnosti tih različitih neuralnih i endokrinih procesa u istraživanjima stresa smatraju se objektivnim mjerama stresa, a najčešće su korištene mjere razine elektrodermalne aktivnosti (npr. Alvarsson i sur., 2010; Prokasy, 2012), srčanoga

tlaka i pulsa (npr. Brown i sur., 2013) te razine amilaze (npr. Takai i sur., 2004), kortizola (npr. Schlotz i sur., 2006) ili adrenokortikotropina (npr. Kudielka i sur., 2004) u slini ili krvi.

S obzirom na spomenutu dvojnju prirodu stresne reakcije, jasno je da je proučavanje stresa vrlo važno, kako u istraživanjima psihičkih i tjelesnih smetnji i bolesti kao posljedica kroničnoga stresa (Black i Garbutt, 2002; Duman i Monteggia, 2006; Lillberg i sur., 2003; Reiche i sur., 2004; Sinha, 2008; van Os i sur., 2010), tako i u istraživanjima u kojima se ispituje utjecaj akutnoga stresa na različite aspekte funkcioniranja pojedinca. Potonja su potaknuta Nixonovim (1979) nalazom tipične krivulje uratka koja prikazuje varijacije u uratku ovisno o stupnju stresom izazvane pobuđenosti (npr. Beste i sur., 2013; Henderson i sur., 2012; Starcke, 2016).

Veliki interes za istraživanja utjecaja stresa nužno je potaknuo potragu za načinima manipuliranja tom varijablom. Jedan je od pristupa u istraživanjima kroničnoga stresa rad sa sudionicima za koje je već unaprijed poznato da su pod stresom (npr. bolnički pacijenti; Dijkstra i sur., 2008; Park i Mattson, 2009). U laboratorijskim istraživanjima pojavljuje se potreba za valjanim i pouzdanim načinima izazivanja akutnoga stresa koji se mogu koristiti u eksperimentalnim uvjetima u svrhu proučavanja neurobiološkoga odgovora na akutni stres. Takve metode izazivanja akutnoga stresa moraju udovoljavati trima uvjetima: 1) način izazivanja stresa mora biti bezopasan za tjelesno i psihičko zdravlje osobe, 2) mora zaista izazvati stres kod svih sudionika i 3) stresna reakcija mora biti mjerljiva uobičajenim metodama (upitnicima, fiziološkim mjerama ili opažanjem ponašanja).

Jedna je od najpoznatijih metoda za izazivanje stresa u istraživanjima socijalni stresni test Trier (engl. *Trier Social Stress Test* – TSST; Williams i sur., 2004). U tome postupku sudionik mora ispred triju „sudaca” te uz video- i audiosnimanje održati prezentaciju u trajanju od 5 minuta, pri čemu ima 5 minuta za pripremu. Neposredno prije početka govora bez prethodne mu se najave oduzme papir s bilješkama. Da bi se pojačao efekt stresa, sudionik nakon izlaganja treba brojiti unatrag od 1022, u intervalima od 13. Pretpostavka je da će zahtjevan zadatak držanja govora (te kasnijega brojenja) dovesti do stresa, pri čemu će razinu stresa dodatno povisiti strah od socijalne prosudbe (sudionik drži nepripremljen govor ispred nekoliko ljudi). Pokazalo se da TSST pouzdano izaziva promjene i u subjektivnim (procjena stresa, anksioznosti, nesigurnosti, zbunjenosti) i u objektivnim pokazateljima stresa (frekvencija pulsa, razina kortizola u krvi, neki pokazatelji rada imunosnoga sustava) (Allen i sur., 2014; Hellhammer i Schubert, 2012; Kelly i sur., 2008).

Iako TSST dokazano i pouzdano izaziva stres kod sudionika, zbog dugotrajnosti i složenosti provedbe često je nepraktičan istraživačima s ograničenim prostorom, vremenom ili aparaturom za provedbu istraživanja: moraju biti prisutna tri eksperimentatora, potrebne su dvije prostorije, jedna u kojoj se sudionik priprema za izlaganje i jedna u kojoj se nalaze suci i oprema za snimanje, a potrebno je osigurati i opremu. Samo izazivanje stresa traje minimalno 15 minuta, pri čemu neki

istraživači preporučuju da sudionici još 15 minuta prije početka postupka čekaju u svrhu prilagodbe. Jasno je da su to uvjeti koje mnogi istraživači ne mogu osigurati, a budući da je postupak individualan, ispitivanje većega broja sudionika izuzetno je dugotrajno.

Stoga smo, u svrhu izazivanja akutnoga stresa u laboratorijskim uvjetima, osmislili postupak koji koristi osnovne elemente koji TSST čine uspješnim u izazivanju stresa (frustrirajući mentalno zahtjevni zadaci u kombinaciji sa socijalnom evaluacijom), ali znatno je brži i jednostavniji.

Stres-test usmenoga računanja matematike (engl. *Stress Test of Oral Mathematical Performance* – STOMP) sastoji se od jednostavnih matematičkih zadataka zbrajanja i oduzimanja dvoznamenkastih brojeva koji se rješavaju napamet, s vremenskim ograničenjem od 3 sekunde po zadatku. Vremensko ograničenje ometa uobičajeni proces rješavanja zadataka (gledanjem u mjerač vremena na ekranu koji pokazuje da vrijeme brzo istječe), čime se izaziva anksioznost i frustracija zbog nemogućnosti da se uspješno riješe zadaci koje većina ljudi smatra banalnim i jednostavnim (Ashcraft, 2002; Ashcraft i Moore, 2009). Već sama informacija da će ispitivanje uključivati rješavanje matematičkih zadataka uzrokuje stres kod velikoga broja sudionika. Pritisak povezan s rješavanjem matematičkih zadataka ima negativan utjecaj na radno pamćenje, posljedica čega je lošiji rezultat i dodatno povećanje stresa, a efekt je najizraženiji kod osoba s velikim kapacitetom radnoga pamćenja (Beilock i Carr, 2005). Ograničavanje vremena za rješavanje zadataka jedan je od najsnažnijih ometajućih faktora za kognitivne procese odgovorne za uspješno rješavanje problema te kod sudionika značajno povećava matematičku anksioznost i frustraciju (Ashcraft, 2002; Ashcraft i Moore, 2009), a stanja anksioznosti i frustracije usko su povezana sa stresom (npr. Fink, 2016; Spielberger i sur., 2014).

Socijalna se evaluacija u metaistraživanju Dickersona i Kemenya (2004) pokazala najučinkovitijim stresorom u laboratorijskim uvjetima, tj. dovela je do najvećega porasta fiziološke pobuđenosti mjerene razinom hormona kortizola i adrenokortikotropina te je imala najdulje vrijeme oporavka. Druga istraživanja pokazuju da je kombinacija socijalne evaluacije s nekim drugim teškim tjelesnim ili kognitivnim zadatkom najučinkovitija za izazivanje stresa (Brouwer i Hogervorst, 2014; Schwabe i sur., 2008). Pritom se strah od negativne socijalne evaluacije relativno jednostavno izaziva postavljanjem sudionika u situaciju gdje drugi ljudi mogu o njemu steći loše mišljenje (Dickerson i Kemeny, 2004). U postupku STOMP-a sudionik naglas izgovara odgovore na zadatke, a eksperimentator ih sluša i bilježi, čime se sudionika stavlja u situaciju gdje drugi mogu provjeriti njegov učinak i steći mišljenje o njegovu uratku. Dakle, kombinacija zahtjevnoga mentalnoga zadatka i prijatne negativne socijalne evaluacije trebala bi učinkovito izazvati stres kod sudionika u laboratorijskim uvjetima, što je logika u osnovi STOMP-a.

Dosadašnja istraživanja ne daju jednoznačne rezultate o povezanosti subjektivnih i objektivnih mjera stresa. Campbell i Ehlert (2012), na osnovi pregleda

49 istraživanja u kojima je provjeravana povezanost subjektivnih i objektivnih mjera, utvrdili su da je ona potvrđena u otprilike 25 % istraživanja. Ali i suradnici (2017) farmakološkom su manipulacijom uspješno smanjili fiziološku pobuđenost izazvanu stresnom situacijom, no to nije dovelo do promjena u emocionalnome doživljaju stresa.

Cilj je našega istraživanja bio provjeriti upotrebljivost STOMP-a za izazivanje povišenja objektivnih i subjektivnih mjera stresa. U tu su svrhu provedena dva eksperimenta. Prvi istraživački problem bio je provjeriti izaziva li STOMP povećanje objektivnih mjera stresa, drugi izaziva li povećanje subjektivnih mjera stresa, a treći provjeriti postoji li povezanost subjektivnih i objektivnih mjera stresa izazvanih STOMP-om.

Metoda

Sudionici

U 1. eksperimentu sudjelovalo je 105 sudionika (81.9 % žene), a u 2. eksperimentu 64 sudionice, dobi od 18 do 21 godine. Svi su sudionici bili studenti Filozofskoga fakulteta u Zagrebu, većinom studenti prve i druge godine studija s Odsjeka za psihologiju i Odsjeka za fonetiku Filozofskoga fakulteta u Zagrebu, koji su za sudjelovanje u istraživanju nagrađeni eksperimentalnim satima.

Instrumenti

Objektivne mjere stresa

Objektivna razina stresa u 1. eksperimentu operacionalizirana je pulsom koji je mjeren pulsним oksimetrom. Pulsni je oksimetar mali uređaj u koji se umetne prst, a puls (broj otkucaja u minuti) prikazuje se na ekranu samoga uređaja. U 2. eksperimentu objektivna je razina stresa operacionalizirana pulsom i elektrodermalnom reakcijom (EDA) te mjerena uređajem NeuLog za mjerenje pulsa i EDA-e, uz koji je korišten pripadajući softver koji je besplatno dostupan na mrežnoj stranici <https://neulog.com/>. NeuLog se s jedne strane spaja na računalo USB priključkom, a s druge se strane priključuju nastavci s pripadajućim sensorima. Senzor za puls u obliku je štipaljke koja se pričvrsti na jagodicu maloga prsta na ruci, dok su senzori za EDA-u metalne pločice površine 1 cm² koje se tzv. „čičkom” pričvrste oko proksimalnih članaka kažiprsta i srednjega prsta. Izmjerene se vrijednosti prikazuju na ekranu u obliku grafa, a podaci se mogu spremati kao graf i kao tablica. Obje su metode često korišteni i pouzdani načini mjerenja fiziološke pobuđenosti i smatraju se dobrim pokazateljima razine stresa (Kudielka i sur., 2004; Prokasy, 2012; Salahuddin i sur., 2007), a usto su neinvazivne i jednostavne za

korištenje (Bach i sur., 2010; Schubert i sur., 2009; Taelman i sur., 2009). Povišen rezultat u tim mjerama označava višu razinu stresa.

Subjektivna razina stresa

U 1. eksperimentu sudionici su neposredno prije i poslije STOMP-a procijenili svoj trenutni doživljaj stresa na ljestvici od 1 (*vrlo slab*) do 10 (*vrlo jak*). Takva je samoprocjena stresa korištena kao mjera subjektivnoga doživljaja stresa u raznim istraživanjima (npr. Benfield i sur., 2014; van den Berg i sur., 2003).

Placebo podražaj

U 2. eksperimentu (kojim se ispitivala i pogrešna atribucija fiziološke pobuđenosti, čime se nećemo baviti u ovome radu) kao placebo podražaj korišten je zvuk (Shepardov ton koji ljudsko uho percipira kao da konstantno pada u intonaciji) koji ne izaziva nikakve stvarne fiziološke simptome, ali na većinu osoba djeluje kao zvučna iluzija. Sudionici su slušali zvuk prije početka rješavanja zadataka uz uputu da započnu s rješavanjem zadatka kada ga više ne čuju. Rečeno im je da će se tijekom rješavanja zadataka zvuk nastaviti puštati subliminalno, no eksperimentatorica ga je postupno stišavala te posve isključila na početku zadavanja zadataka, da ne bi imao stvarnih učinaka na njihovo rješavanje. Istraživanja su pokazala da subliminalni zvuk sudionicima predstavlja uvjerljivo objašnjenje uzroka povećane fiziološke pobuđenosti (Savitsky i sur., 1998). Zvuk je bio isti za sve sudionice, dok se uputa s navodnim djelovanjem zvuka razlikovala u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini. To je bilo relevantno za originalno istraživanje, a ovdje je dodano samo u svrhu razumijevanja tijeka postupka jer placebo podražaj i atribucija njegova djelovanja nisu imali nikakav utjecaj na djelovanje stres-testa.

Stres-test usmenoga računanja matematike (engl. Stress Test of Oral Mathematical Performance, STOMP)

STOMP je kratki mentalni test konstruiran u svrhu izazivanja stresa u laboratorijskim uvjetima (Kuculo, 2017). Sastoji se od jednostavnih matematičkih zadataka zbrajanja i oduzimanja koji se svake 3 sekunde izmjenjuju na ekranu, a sudionici moraju naglas dati odgovor. Ispod svakoga je zadatka prikazan brojač vremena u obliku kruga koji se popunjava crvenom bojom; kada se krug oboji do kraja, na ekranu se pojavljuje novi zadatak. U 1. istraživanju korištena je duža verzija sa 60 zadataka, ukupnoga trajanja 3 minute, a u 2. istraživanju kraća verzija s 10 zadataka, ukupnoga trajanja 30 sekundi. Za vrijeme trajanja testa eksperimentator bi sjedio pored sudionika, slušao te „bilježio njihove odgovore” (zapravo bi bilježio visinu pulsa u određenim vremenskim točkama u 1. istraživanju te vrijeme početka određenih dijelova eksperimenta u 2. istraživanju). Tako su sudionici, osim stresu izazvanom zadacima, bili izloženi i stresu zbog socijalne evaluacije jer istraživanja

pokazuju da sudionici osjećaju strah od eksperimentatorove osude ako pogriješe pri izvedbi jednostavnih zadataka (Williams i sur., 2004). Taj je test konstruiran tako da se vrlo jednostavni zadaci vrlo brzo izmjenjuju. Budući da je poznato da vremenski pritisak kod rješavanja matematičkih zadataka ima negativan utjecaj na radno pamćenje (Beilock i Carr, 2005), očekivalo se da većina sudionika neće stići odgovoriti ili da će pogrešno odgovoriti na neke zadatke, što bi trebalo dovesti do još snažnije prijetnje od socijalne evaluacije te posljedično do većega stresa.

Postupak

Oba su istraživanja provedena u laboratoriju Odsjeka za psihologiju Filozofskoga fakulteta u Zagrebu. Ispitivanja su bila individualna, tj. sudionici su za vrijeme trajanja eksperimenta bili sami s eksperimentatorom u prostoriji.

Sudionicima je u obama eksperimentima u uputi rečeno da je svrha eksperimenta praćenje fizioloških promjena tijekom rješavanja različitih zadataka, pulsa u 1. eksperimentu, odnosno pulsa i EDA-e u 2. eksperimentu, te da će stoga biti priključeni na uređaj za mjerenje tih parametara. U 1. eksperimentu sudioniku je, nakon što mu je pročitana uputa, na kažiprst lijeve ruke postavljen pulsni oksimetar. Da bi im se izmjerio normalan puls u stanju mirovanja, ispitanici su najprije tri minute u sebi s ekrana na računalu čitali izvratke iz jedne psihologijske knjige, pri čemu im je rečeno da se ne trebaju truditi upamtiti detalje iz teksta te da ih se ništa povezano s tekstom neće kasnije pitati. Čitanje emocionalno neutralnoga sadržaja u sebi prilikom utvrđivanja vrijednosti fizioloških parametara pri mirovanju prihvaćena je praksa u istraživanjima u kojima su korišteni drugi validirani stres-testovi (npr. Birkett, 2011; van der Mee i sur., 2020). Budući da je predistraživanje pokazalo da se, nakon prve minute kada je još povišen, puls u toj fazi bitno ne mijenja između 2. i 5. minute, mjeren je trenutni puls u 2. i 3. minuti čitanja. Nakon tri minute eksperimentator bi prekinuo čitanje i tražio od sudionika da naglas procijeni svoju trenutnu razinu stresa na ljestvici od 1 (*vrlo slab*) do 10 (*vrlo jak*). Zatim bi se na ekranu pojavila uputa u kojoj je sudionicima objašnjeno da će se na ekranu pojavljivati jednostavni matematički problemi te da je njihov zadatak naglas dati odgovor na svaki problem u zadanome vremenu. Da bi pokrenuo prvi zadatak stres-testa, sudionik je morao pritisnuti lijevu tipku miša, nakon čega su se zadaci automatski izmjenjivali svake 3 sekunde. Tijekom stres-testa trenutni je puls bilježen svakih 30 sekundi, počevši od trenutka kada bi sudionici pokrenuli prvi zadatak. Nakon zadnjega, 60. zadatka, sudionici bi opet naglas procijenili svoj trenutni doživljaj stresa. Minutu nakon završetka stres-testa sudionicima je ponovno očitana puls.

U 2. eksperimentu za mjerenje pulsa i EDA-e korišten je uređaj NeuLog te pripadajući softver. Puls je mjeren preko senzora u obliku štipaljke koji se pričvrsti na jagodicu maloga prsta, a EDA, izmjerena kao električna provodljivost dijela kože ispod elektrode i prikazana u mikrosimensima (μS), preko senzora u obliku metalne

pločice koji se vrpcom s „čičkom” pričvrste na donju stranu proksimalnih članaka kažiprsta i srednjega prsta. Budući da uređaj nema opciju „pamćenja” vremenskih točaka, tj. ne može se označiti vrijeme kada je određeni dio eksperimenta započeo ili završio, eksperimentatorica je na papir zapisivala vremenske točke u kojima se uzimaju mjere pulsa i EDA-e za obradu podataka: 0) početak tona, 1) početak stres-testa, 2) kraj stres-testa.

Sudionicama je u uputi rečeno da će rješavati matematičke zadatke zbrajanja i oduzimanja dvoznamenkastih brojeva koji će se prikazivati na ekranu te da je njihova zadaća naglas izgovoriti rješenje svakoga zadatka prije isteka vremena, a eksperimentator će pritom provjeravati točnost njihovih odgovora. U uputi je također rečeno da će im eksperimentator prije nego što počnu rješavati zadatke kroz slušalice pustiti ton čija će svrha biti objašnjena u nastavku postupka te jednom kada više ne čuju ton mogu pritisnuti bilo koju tipku na tipkovnici i time započeti s rješavanjem zadataka. Nakon čitanja upute eksperimentator bi spojio pulsmetar i senzor za EDA-u na ruku sudionice.

Sudionice su nasumično raspoređene u kontrolnu ili eksperimentalnu skupinu. Ta je podjela bila relevantna za izvorno istraživanje atribucije izvora pobuđenosti, no nema utjecaja na dio koji se odnosi na djelovanje samoga stres-testa. Eksperimentalna i kontrolna skupina dobile su drugačija objašnjenja o djelovanju zvuka koji su slušale, a koji nije doveo ni do kakve stvarne razlike u njihovoj fiziološkoj pobuđenosti. Sudionice bi zatim stavile slušalice te bi im eksperimentator puštao zvuk i postupno ga stišavao sve dok ga nakon 30 sekundi ne bi posve ugasio (pri čemu su sudionice mislile da zvuk i dalje traje, ali subliminalno). Nakon što bi sudionice pritisnule tipku na tipkovnici, na ekranu bi se pojavila uputa za stres-test te bi započela skraćena verzija testa s 10 zadataka, ukupnoga trajanja 30 sekundi.

Nakon završetka eksperimenata sudionicima je objašnjena prava svrha istraživanja te im je odgovoreno na pitanja koja su neki od njih imali u vezi s istraživanjem. Rečeno im je da se njihovi odgovori na matematičke probleme uopće nisu bilježili te da je cilj tih zadataka bio samo izazvati stres, a ne provjeriti njihovo znanje matematike. Također im je dano na znanje da se od njih nije očekivalo da riješe sve zadatke te da većina sudionika u tim uvjetima riješi vrlo malo zadataka, neovisno o tome koliko dobro inače znaju matematiku.

Rezultati

1. eksperiment

Deskriptivni podaci objektivnih i subjektivnih pokazatelja stresa za pojedine vremenske točke u eksperimentu prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1.*Deskriptivni podaci subjektivnih i objektivnih pokazatelja stresa u 1. eksperimentu (N = 105)*

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Raspon</i>	
			<i>Min</i>	<i>Max</i>
Puls u mirovanju	84.00	13.38	52.0	120.0
Puls tijekom stres-testa	97.15	17.71	58.0	161.0
Puls nakon stres-testa	80.93	11.88	49.0	116.0
Prva procjena stresa	3.35	1.82	1.0	8.0
Druga procjena stresa	7.06	1.99	1.0	10.0

Da bismo provjerili je li stres-test doveo do značajnoga porasta pulsa, provedena je jednosmjerna analiza varijance s ponovljenim mjerenjima na faktoru točke mjerenja. Utvrđen je značajan glavni efekt točke mjerenja na visinu pulsa ($F(4.27, 435.36) = 101.61, p < .01$). Da bismo provjerili između kojih točaka mjerenja postoje značajne razlike u visini pulsa, korištena je analiza jednostavnih efekata te se pokazalo da se točke mjerenja pulsa u mirovanju (tijekom čitanja teksta) značajno razlikuju i međusobno i od svih točaka mjerenja tijekom stres-testa. Puls u točki S0.5 (tj. tridesetoj sekundi od početka stres-testa) značajno se razlikuje od pulsa u svim ostalim točkama, a značajne razlike u visini pulsa utvrđene su i kod većine drugih parova vremenskih točaka (Slika 1.). Između točaka M3 (treća minuta mjerenja pulsa u fazi mirovanja) i S0 (početak faze stres-testa) te S3 (treća minuta mjerenja pulsa u fazi stres-testa) i N1 (jedna minuta nakon kraja faze stres-testa) dobivena je iznimno visoka veličina efekta, što upućuje na to da je razlika u pulsu između kraja faze mirovanja i početka stres-testa, kao i razlika između kraja stres-testa i početka opuštanja viša od jedne standardne devijacije. Razlike između pulsa u susjednim točkama mjerenja te veličine efekata prikazane su u Tablici 2.

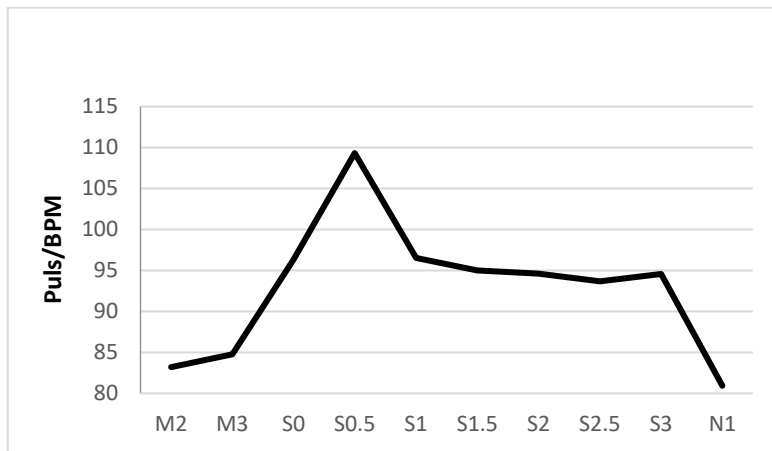
Tablica 2.*Prikaz razlika u visini pulsa između susjednih točaka mjerenja u 1. eksperimentu*

Parovi točaka mjerenja između kojih je računana razlika	razlika <i>M</i>	Veličina efekta (Cohenov <i>d</i>)
M3 – M2	1.56**	0.36
S0 – M3	11.56**	1.35
S0.5 – S0	7.27**	0.22
S1 – S0.5	-7.09**	0.21
S1.5 – S1	-1.52*	0.22
S2 – S1.5	-0.39	0.07
S2.5 – S2	-0.92	0.16
S3 – S2.5	0.9	0.15
N1 – S3	-14.41**	1.54

Napomena: M = točke mjerenja u fazi mjerenja pulsa u mirovanju; S = točke mjerenja u fazi stres-testa; N = točka mjerenja nakon stres-testa. Brojka označava minutu od početka određene faze testiranja. Negativan predznak razlike *M* označava da se puls smanjio, dok pozitivan označava da se povećao. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Slika 1.

Visina pulsa u različitim točkama mjerenja u 1. eksperimentu



Napomena: BPM = engl. *beats per minute*, tj. broj otkucaja u minuti; M = točke mjerenja u fazi mirovanja; S = točke mjerenja u fazi stres-testa; N = točka mjerenja nakon stres-testa. Brojka uz slovo označava minutu od početka određene faze testiranja.

Da bismo provjerili je li došlo do rasta subjektivne procjene stresa nakon stres-testa, korišten je *t*-test za velike zavisne uzorke te je dobivena značajna razlika između procjena prije i poslije stres-testa ($t(104) = -17.42, p < .01$), odnosno, procjena je subjektivnoga doživljaja stresa bila značajno viša nakon stres-testa, uz visoku veličinu efekta ($d = 1.702$).

Da bismo izračunali povezanost subjektivne (samoprocjena stresa) i objektivne (visina pulsa) mjere stresa, korišten je Pearsonov koeficijent korelacije. Nije dobivena značajna povezanost između subjektivnoga povećanja stresa nakon stres-testa (operacionaliziranoga kao razlika između procjene prije stres-testa i poslije njega) s visinom pulsa ni u jednoj točki mjerenja. Međutim, pokazalo se da je procjena stresa nakon stres-testa značajno povezana s pulsom gotovo u svim točkama mjerenja (Tablica 3.).

Tablica 3.

Prikaz korelacija između procjene stresa prije stres-testa i poslije njega i visine pulsa u svakoj točki mjerenja

	M2	M3	S0	S0.5	S1	S1.5	S2	S2.5	S3
Procjena stresa prije stres-testa	.09	.16	.13	.18	.13	.14	.21*	.14	.18
Procjena stresa nakon stres-testa	.18	.23*	.24*	.21*	.26**	.25*	.27**	.22*	.25*

Napomena: M = točke mjerenja u fazi mjerenja pulsa u mirovanju; S = točke mjerenja u fazi stres-testa; O = točke mjerenja u fazi opuštanja. Brojka označava minutu od početka određene faze testiranja. * $p < .05$, ** $p < .01$.

2. eksperiment

Deskriptivni podaci za puls i EDA-u u različitim točkama mjerenja prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4.

Deskriptivni podaci objektivnih pokazatelja stresa u 2. eksperimentu

		<i>N</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Puls 0	Skupina E	32	70	129	87.5	13.70
	Skupina K	32	64	106	88.0	11.57
	Ukupno	64			87.7	12.59
Puls 1	Skupina E	32	57	125	86.8	15.78
	Skupina K	32	61	110	85.6	11.03
	Ukupno	64			86.2	13.52
Puls 2	Skupina E	32	48	128	95.3	17.61
	Skupina K	32	60	131	90.6	16.25
	Ukupno	64			93.0	16.98
EDA0	Skupina E	32	1.62	9.78	5.6	2.50
	Skupina K	32	0.59	7.92	4.3	1.87
	Ukupno	64			5.0	2.28
EDA1	Skupina E	32	1.98	10.00	5.9	2.52
	Skupina K	32	0.97	8.32	4.8	1.87
	Ukupno	64			5.3	2.28
EDA2	Skupina E	32	1.54	9.50	6.2	2.41
	Skupina K	32	1.57	8.65	5.3	1.79
	Ukupno	64			5.8	2.16

Napomena: Puls0, EDA0 = objektivne mjere stresa izmjerene u sekundi (± 1 s) početka puštanja tona; Puls1, EDA1 = objektivne mjere stresa izmjerene u sekundi (± 1 s) početka stres-testa; Puls2, EDA2 = objektivne mjere stresa izmjerene u sekundi (± 1 s) nakon završetka stres-testa; Skupina E = eksperimentalna skupina (pogrešna atribucija); Skupina K = kontrolna skupina.

Da bismo provjerili je li došlo do promjene u pulsu i EDA-i u različitim točkama mjerenja te razlikuju li se eksperimentalna i kontrolna skupina u navedenim mjerama, korištene su dvije analize varijance s ponovljenim mjerenjima na faktoru točke mjerenja i nezavisnim grupama na faktoru skupine ispitanika.

Kod analize visine pulsa glavni efekt skupine ispitanika ($F(1, 62) = 0.365$; $p > .05$) i interakcija skupine ispitanika i točke mjerenja ($F(1.379, 85.495) = 1.136$; $p > .05$) nisu bili značajni. Glavni efekt točke mjerenja na visinu pulsa pokazao se značajnim ($F(1.379, 85.495) = 8.078$; $p < .01$). Daljnja analiza efekta točke mjerenja pokazala je da nema značajne razlike između pulsa pri početku puštanja tona i na početku stres-testa (točke 0 i 1), dok su značajne razlike utvrđene između pulsa na početku stres-testa i neposredno nakon njega (točke 1 i 2; $F(1.62) = 9.852$; $p < .01$) te pri početku puštanja tona i neposredno nakon stres-testa (točke 0 i 2; $F(1.62) =$

2.741; $p < .01$), uz srednje veličine efekta. Ti su rezultati prikazani u Tablici 5. i na Slici 2.

Tablica 5.

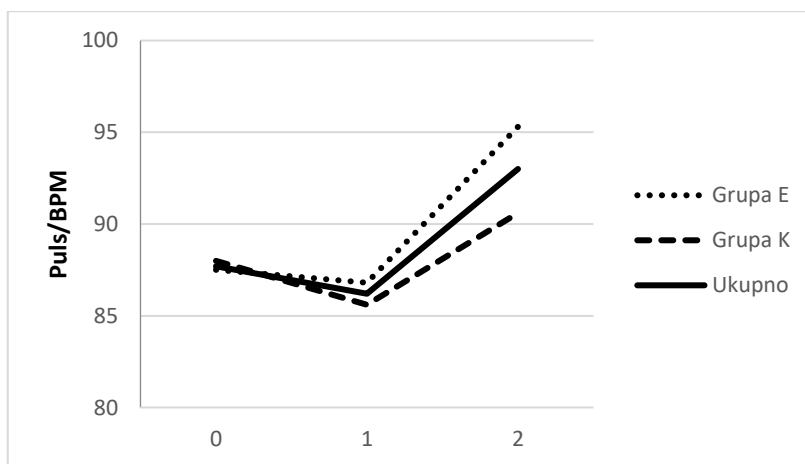
Prikaz razlika u prosječnoj pulsnoj i EDA-i između susjednih točaka mjerenja

Parovi točaka mjerenja između kojih je računana razlika	ΔM (puls)	Veličina efekta (Cohenov d)	ΔM (EDA)	Veličina efekta (Cohenov d)
T1 – T0	-1.6	0.18	0.38**	0.92
T2 – T1	6.8**	0.39	0.41**	0.67
T2 – T0	5.3**	0.50	8.37**	1.05

Napomena: T0 = vrijeme početka puštanja tona; T1 = vrijeme početka stres-testa; T2 = vrijeme završetka stres-testa; ΔM = razlika između aritmetičkih sredina. * $p < .05$; ** $p < .01$.

Slika 2.

Visina pulsa u različitim točkama mjerenja u 2. eksperimentu



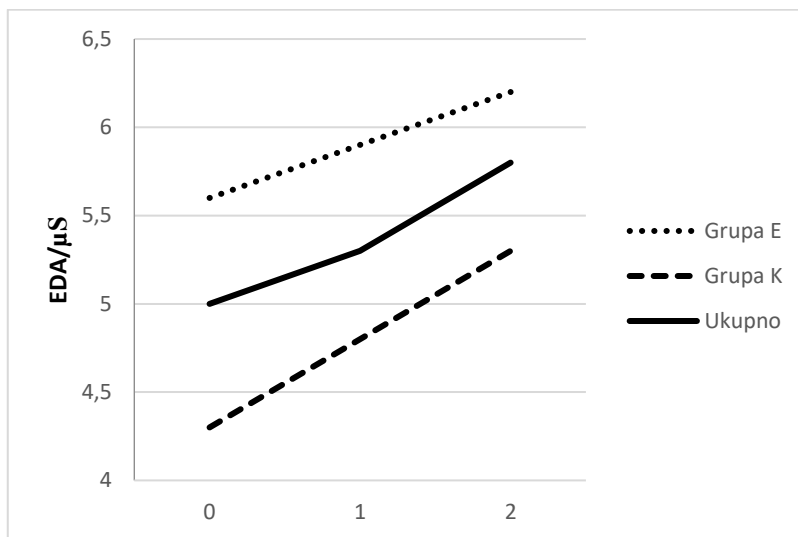
Napomena: BPM = engl. *beats per minute*, tj. broj otkucaja u minuti; 0 = početak puštanja tona; 1 = početak stres-testa; 2 = sekunda nakon stres-testa; Grupa E = eksperimentalna skupina; Grupa K = kontrolna skupina.

Kod analize EDA-e glavni efekt skupine ispitanika ($F(1.58) = 3.158$; $p > .05$) i interakcija skupine ispitanika i točke mjerenja ($F(1.481, 85.876) = 2.128$; $p > .05$) nisu bili značajni. Glavni efekt točke mjerenja na EDA-i pokazao se značajnim ($F(1.481, 85.876) = 57.168$; $p < .01$). Daljnja analiza pokazala je statistički značajne razlike u EDA-i u svim parovima točaka mjerenja: početka puštanja tona i početka stres-testa (0 i 1; $F(1.58) = 56.822$; $p < .01$), početka i kraja stres-testa (1 i 2; $F(1.58) = 29.312$; $p < .01$) te početka puštanja tona i kraja stres-testa (1 i 2; $F(1.58) = 57.270$; $p < .01$), pri čemu je za razliku između točaka 1 i 2 dobivena srednja veličina efekta,

a za preostala dva para točaka vrlo visoke veličine efekta. Ti su podaci prikazani u Tablici 5. i na Slici 3.

Slika 3.

Visina EDA-e ($\mu\text{S} * 1000$) u različitim točkama mjerenja u 2. eksperimentu



Napomena: 0 = početak puštanja tona; 1 = početak stres-testa; 2 = sekunda nakon stres-testa; Grupa E = eksperimentalna skupina; Grupa K = kontrolna skupina.

Rasprava

Ranija istraživanja pokazala su da se stres u eksperimentalnim situacijama učinkovito i pouzdano može izazvati kombinacijom mentalno teškoga zadatka i straha od negativne evaluacije (Brouwer i Hogervorst, 2014; Schwabe i sur., 2008). Pritom su se matematički zadaci pokazali adekvatnim mentalnim naporom za sudionike koji rezultira povećanjem doživljaja i simptoma stresa, što se može dodatno pojačati vremenskim ograničenjem i drugim otežavajućim okolnostima (Ashcraft, 2002; Ashcraft i Moore, 2009; Beilock i Carr, 2005). Svi navedeni čimbenici uzeti su u obzir pri konstrukciji STOMP-a: mentalni napor rješavanja matematičkih zadataka, prisutnost eksperimentatora koji provjerava točnost odgovora, vremensko ograničenje i druge otežavajuće okolnosti (konstrukcija samih zadataka koje je teško izračunati napamet, vidljivi mjerač vremena). Prvi istraživački problem bio je provjeriti može li STOMP dovesti do povećane pobuđenosti mjerene fiziološkim pokazateljima. U obama se eksperimentima pokazalo da STOMP pouzdano dovodi do statistički značajnoga rasta objektivnih pokazatelja stresa. U 1. eksperimentu nakon uvođenja stres-testa došlo je do snažnoga skoka u visini pulsa,

koji doživljava svoj vrhunac u tridesetoj sekundi stres-testa. Nakon toga slijedi blaži pad te visina pulsa ostaje stabilno visoka do kraja stres-testa u trećoj minuti. Prema Lazarusovu modelu stresa (Lazarus, 1991), intenzitet i kvaliteta emocije ovise o kognitivnim procesima koji posreduju u odnosu između osobe i okoline kroz strategije suočavanja. Lazarus tu razlikuje proces primarne procjene, gdje osoba procjenjuje koliko su događaj ili situacija važni za nju, te sekundarnu procjenu, gdje osoba procjenjuje koliko je sposobna nositi se sa situacijom, pri čemu su obilježja situacije koja utječu na to kako će biti procijenjena njezina predvidljivost, kontrolabilnost i neposrednost potencijalno stresnoga događaja. Moguće je da je nakon 30 sekundi došlo do povećanja procijenjene predvidljivosti situacije, što je smanjilo intenzitet stresa. Pad pulsa ubrzo nakon početka testa nalazi se i u drugim stres-testovima jer je puls, s obzirom na to da je pod kontrolom simpatikusa, vrlo reaktivan na stres, odnosno, vidljiv je brz rast u mjerenim vrijednostima odmah nakon uvođenja stresa, ali i brz povratak na uobičajene vrijednosti, za razliku od neuroendokrinih odgovora koji su sporiji (npr. Shcheslavskaya i sur., 2010).

Minutu nakon stres-testa vidljiv je značajan pad u visini pulsa, pri čemu je puls niži nego za vrijeme mjerenja pulsa u mirovanju prije samoga stres-testa. Budući da su za vrijeme čitanja u fazi mirovanja sudionici ipak znali da nakon toga slijedi još jedan dio eksperimenta, to je vjerojatno utjecalo na njihovu razinu pobuđenosti. Mnoga istraživanja pokazuju da samo iščekivanje stresnoga događaja dovodi do stresnih fizioloških reakcija poput povišenoga pulsa (npr. Radzi i sur., 2013; Šimić i Manenica, 2011). Stoga je moguće da je njihov uobičajen puls u mirovanju niži, odnosno, da je puls izmjeren nakon stres-testa bolji pokazatelj njihova pulsa u mirovanju. U 2. eksperimentu korištena je kraća verzija stres-testa ukupnoga trajanja 30 sekundi i utvrđen je značajan rast pulsa između početka i kraja stres-testa. Uspoređujući dobivene rezultate s drugim validiranim stres-testovima, vidimo da je prosječan rast pulsa nakon uvođenja stres-testa u 1. eksperimentu usporediv s rastom dobivenim primjenom višekomponentnoga stres-testa Mannheim (engl. *Mannheim Multicomponent Stress Test – MMST*; Reinhardt i sur., 2012), Stres-testa pjevanja (engl. *Sing-a-Song Stress Test – SSST*; Brouwer i Hogervorst, 2014) (rast od 13.2 bpm primjenom STOMP-a u 1. eksperimentu naspram 15.3 bpm primjenom MMST-a i SSST-a) i individualno primijenjenoga socijalnog stres-testa Trier (engl. *Trier Social Stress Test – TSST*; Childs i sur., 2006) (rast od 13.2 bpm naspram 11.2 bpm). Unatoč tomu što je, kao što smo već naveli, nakon 30. sekunde puls nešto niži, to je i dalje razina koja upućuje na visoku fiziološku pobuđenost osobe, s prosječnom razlikom od vrijednosti u stanju mirovanja kakva se nalazi i u drugim spomenutim istraživanjima stres-testova.

Rast pulsa nešto je manji u 2. eksperimentu, što ponajprije proizlazi iz viših vrijednosti pulsa u stanju mirovanja, dok su vrijednosti tijekom primjene stres-testa usporedive s 1. eksperimentom te s vrijednostima dobivenima u ostalim navedenim stres-testovima. Moguće je da puštanje neutralnoga tona nije dovelo ispitanike u stanje mirovanja, što je uzrokovalo povećanje pulsa i u toj fazi eksperimenta.

Također, budući da su ispitanici u 2. eksperimentu znali da će kasnije rješavati matematičke zadatke, moguće je da je visoka anticipirajuća anksioznost dovela do toga da kod nekoliko ispitanika puls bude viši u toj fazi nego u samoj fazi testiranja. Unatoč tomu uvođenje stres-testa dovelo je ukupno do značajnoga povećanja pulsa naspram tih početnih vrijednosti.

U 2. eksperimentu korištena je i EDA koja je pokazala kontinuirani rast tijekom triju točkaka mjerenja, tj. od trenutka puštanja tona do kraja stres-testa, što nije u potpunosti u skladu s očekivanjima. Poznato je da se EDA sastoji od fazičke i toničke komponente. Toničkom provodljivošću kože smatra se razina provodljivosti u odsutnosti vanjskih podražaja te ona ovisi o čimbenicima poput psihološkoga stanja, hidratacije i autonomne pobuđenosti osobe. Toničke promjene u provodljivosti kože obično se pojavljuju u periodu od nekoliko desetaka sekundi do nekoliko minuta. S druge strane, fazička provodljivost kože odnosi se na brze promjene koje su rezultat vanjskih podražaja i obično se pojavljuju unutar jedne do tri sekunde nakon podražaja. Na grafičkome prikazu promjena u EDA-i tijekom vremena fazička će provodljivost (EDR) biti vidljiva kao iznenađan rast ili vrhovi grafa koji se brzo izmjenjuju, dok je tonička provodljivost (EDL) sporija, blaga promjena razine (Dawson i sur., 2017). Istraživanja pokazuju da su povišenja razina pulsa i fazičkoga EDR-a nakon zadavanja podražaja sinkronizirana, dok ne postoji povezanost između pulsa i razine toničkoga EDL-a (Kettunen i sur., 1998). Budući da u ovome istraživanju nismo imali mogućnosti odvojeno promatrati fazičku i toničku EDA-u, zbog ograničenja dostupnoga softvera, na Slici 3. prikazana je EDA koja je kombinacija fazičkoga i toničkoga. Prema tome, iako je povišenje EDA-e tijekom vremena vjerojatno više rezultat fazičkih promjena zbog djelovanja stres-testa, kao i iščekivanja stresnoga događaja prije testa, ne možemo izdvojiti i neovisne promjene toničke provodljivosti kože, što može objasniti zašto promjene EDA-e ne slijede u potpunosti promjene pulsa, pogotovo prije zadavanja stres-testa. Za točniju procjenu utjecaja STOMP-a na EDA-u te usporedbu s drugim stres-testovima bilo bi potrebno koristiti uređaj koji može odvojiti fazičku i toničku komponentu elektrodermalne reakcije.

Povezano s drugim i trećim istraživačkim problemom, subjektivna je procjena stresa, u skladu s očekivanjima, bila značajno viša nakon stres-testa nego prije njega. U usporedbi s istraživanjima koja su također koristila ljestvicu od 1 do 10 za subjektivnu procjenu stresa, visina te procjene nakon STOMP-a (7.06) slična je onoj dobivenoj nakon SSST-a (Brouwer i Hogervorst, 2014; 6.4) i MMST-a (Reinhardt i sur., 2012; 7.1). Također, dobivena je niska, ali značajna povezanost između subjektivne procjene stresa nakon stres-testa i visine pulsa gotovo u svim točkama mjerenja tijekom stres-testa: sudionici koji su procijenili da osjećaju višu razinu stresa nakon stres-testa imali su i viši puls za vrijeme njegova trajanja.

Iako su oba istraživanja provedena u pomno isplaniranim uvjetima, ipak postoje neka metodološka ograničenja koja nismo uspjeli eliminirati. Već smo spomenuli ograničenja opreme i softvera, zbog čega je u 1. eksperimentu puls bilježen ručno, a

u 2. eksperimentu ručno je bilježen početak pojedine faze mjerenja te nije bilo moguće razdvojiti toničku i fazičku EDA-u. Mjerenje je bilo dodatno otežano prostornim uvjetima, zbog čega nije bilo moguće u potpunosti kontrolirati vanjske uvjete poput, primjerice, temperature zraka, što može utjecati na fiziološke mjere. Ograničenje predstavlja i činjenica da su u obama eksperimentima sudionici bili studenti.

U budućnosti bi bilo potrebno validirati STOMP na različitim skupinama sudionika, poput onih koji su vičniiji matematici i s njom se često susreću u svakodnevnome životu, npr. na studiju ili na poslu, te sudionika mlađe i starije dobi. Također bi bilo dobro ispitati utjecaj STOMP-a na električnu provodljivost kože korištenjem opreme kojom se može mjeriti fazičku EDA-u, a bilo bi zanimljivo provjeriti i promjene u drugim fiziološkim mjerama pobuđenosti. Budući da je utvrđena povezanost između pulsa i subjektivne procjene stresa, bilo bi korisno konstruirati upitnik za samoprocjenu stresa koji bi se mogao upotrebljavati uz stres-test, što bi omogućilo prikupljanje i objektivnih i subjektivnih mjera u svakome istraživanju.

Zaključno, pokazalo se da STOMP uspješno i pouzdano dovodi do povišenja objektivnih i subjektivnih pokazatelja stresa, u podjednakoj mjeri kao drugi validirani stres-testovi. U mnogobrojnim istraživanjima naglašena je potreba za metodom izazivanja stresa u eksperimentalnim situacijama koja bi bila sigurna za zdravlje i dobrobit sudionika, omogućavala mjerenje fizioloških pokazatelja i pouzdano izazivala stres kod gotovo svih sudionika. STOMP je razvijen kao odgovor na te potrebe, a njegove su prednosti to da je jednostavan za primjenu, ekonomičan i vremenski (učinkovito se pokazala i kraća verzija od samo 30 sekundi) i financijski te je stoga pogodan za istraživače s ograničenim prostornim, tehničkim i kadrovskim uvjetima.

Literatura

- Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G. i Clarke, G. (2014). Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 38, 94–124. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.11.005>
- Ali, N., Nitschke, J. P., Cooperman, C. i Pruessner, J. C. (2017). Suppressing the endocrine and autonomic stress systems does not impact the emotional stress experience after psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 78, 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.01.015>
- Alvarsson, J. J., Wiens, S. i Nilsson, M. E. (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3), 1036–1046. <https://doi.org/10.3390/ijerph7031036>

- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. H. i Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Bach, D. R., Flandin, G., Friston, K. J. i Dolan, R. J. (2010). Modelling event-related skin conductance responses. *International Journal of Psychophysiology*, 75(3), 349–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2010.01.005>
- Beilock, S. L. i Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail working memory and “choking under pressure” in math. *Psychological Science*, 16(2), 101–105. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x>
- Benfield, J. A., Taff, B. D., Newman, P. i Smyth, J. (2014). Natural sound facilitates mood recovery. *Ecopsychology*, 6(3), 183–188. <https://doi.org/10.1089/eco.2014.0028>
- Beste, C., Yildiz, A., Meissner, T. W. i Wolf, O. T. (2013). Stress improves task processing efficiency in dual-tasks. *Behavioural Brain Research*, 252, 260–265. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.06.013>
- Birkett, M. A. (2011). The Trier Social Stress Test protocol for inducing psychological stress. *Journal of Visualized Experiments*, 56, e3238. <https://doi.org/10.3791/3238>
- Black, P. H. i Garbutt, L. D. (2002). Stress, inflammation and cardiovascular disease. *Journal of Psychosomatic Research*, 52(1), 1–23. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(01\)00302-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(01)00302-6)
- Brouwer, A. M. i Hogervorst, M. A. (2014). A new paradigm to induce mental stress: The Sing-a-Song Stress Test (SSST). *Frontiers in Neuroscience*, 8(8), 224. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00224>
- Brown, D. K., Barton, J. L. i Gladwell, V. F. (2013). Viewing nature scenes positively affects recovery of autonomic function following acute-mental stress. *Environmental Science & Technology*, 47(11), 5562–5569. <https://doi.org/10.1021/es305019p>
- Campbell, J. i Ehlert, U. (2012). Acute psychosocial stress: Does the emotional stress response correspond with physiological responses? *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1111–1134. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.12.010>
- Carter, J. R. i Goldstein, D. S. (2015). Sympathoneural and adrenomedullary responses to mental stress. *Comprehensive Physiology*, 5(1), 119–146. <https://doi.org/10.1002/cphy.c140030>
- Childs, E., Vicini, L. M. i De Wit, H. (2006). Responses to the Trier Social Stress Test (TSST) in single versus grouped participants. *Psychophysiology*, 43(4), 366–371. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2006.00414.x>
- Dawson, M. E., Schell, A. M. i Filion, D. L. (2017). The electrodermal system. U: J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary i G. G. Berntson (Ur.), *Cambridge handbooks in psychology. Handbook of psychophysiology* (str. 217–243). Cambridge University Press.

- Dickerson, S. S. i Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130(3), 355–391. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.3.355>
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E. i Pruyn, A. (2008). Stress-reducing effects of indoor plants in the built healthcare environment: The mediating role of perceived attractiveness. *Preventive Medicine*, 47(3), 279–283. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2008.01.013>
- Duman, R. S. i Monteggia, L. M. (2006). A neurotrophic model for stress-related mood disorders. *Biological Psychiatry*, 59(12), 1116–1127. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.02.013>
- Fink, G. (2016). Stress, definitions, mechanisms, and effects outlined: Lessons from anxiety. U: G. Fink (Ur.), *Stress: Concepts, cognition, emotion, and behavior* (str. 3–11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800951-2.00001-7>
- Hellhammer, J. i Schubert, M. (2012). The physiological response to Trier Social Stress Test relates to subjective measures of stress during but not before or after the test. *Psychoneuroendocrinology*, 37(1), 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.05.012>
- Henderson, R. K., Snyder, H. R., Gupta, T. i Banich, M. T. (2012). When does stress help or harm? The effects of stress controllability and subjective stress response on Stroop performance. *Frontiers in Psychology*, 3, 179. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00179>
- Kelly, M. M., Tyrka, A. R., Anderson, G. M., Price, L. H. i Carpenter, L. L. (2008). Sex differences in emotional and physiological responses to the Trier Social Stress Test. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39(1), 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.02.003>
- Kettunen, J., Ravaja, N., Näätänen, P., Keskivaara, P. i Keltikangas-Järvinen, L. (1998). The synchronization of electrodermal activity and heart rate and its relationship to energetic arousal: A time series approach. *Biological Psychology*, 48(3), 209–225. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(98\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(98)00017-9)
- Kuculo, I. (2017). Utjecaj videa i zvukova prirode na smanjenje stresa. [Neobjavljeni diplomski rad]. Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Kudielka, B. M., Schommer, N. C., Hellhammer, D. H. i Kirschbaum, C. (2004). Acute HPA axis responses, heart rate, and mood changes to psychosocial stress (TSST) in humans at different times of day. *Psychoneuroendocrinology*, 29(8), 983–992. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2003.08.009>
- Lazarus, R. S. (1991). Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *American Psychologist*, 46(8), 819. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.46.8.819>
- Lillberg, K., Verkasalo, P. K., Kaprio, J., Teppo, L., Helenius, H. i Koskenvuo, M. (2003). Stressful life events and risk of breast cancer in 10,808 women: A cohort study. *American Journal of Epidemiology*, 157(5), 415–423. <https://doi.org/10.1093/aje/kwg002>

- Nixon, P. G. (1976). The human function curve. With special reference to cardiovascular disorders: Part I. *Practitioner*, 217(1301), 765–770.
- Park, S. H., i Mattson, R. H. (2009). Therapeutic influences of plants in hospital rooms on surgical recovery. *HortScience*, 44(1), 102–105.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.102>
- Prokasy, W. (Ur.). (2012). *Electrodermal activity in psychological research*. Academic Press.
- Radzi, J. A., Yusof, S. i Zakaria, A. A. (2013). Pre-competition anxiety levels in individual and team sports athletes. *Proceeding of the International Conference on Social Science Research* (str. 1197–1206). Penang, Malaysia.
- Reiche, E. M. V., Nunes, S. O. V. i Morimoto, H. K. (2004). Stress, depression, the immune system, and cancer. *The Lancet Oncology*, 5(10), 617–625.
[https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(04\)01597-9](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(04)01597-9)
- Reinhardt, T., Schmahl, C., Wüst, S. i Bohus, M. (2012). Salivary cortisol, heart rate, electrodermal activity and subjective stress responses to the Mannheim Multicomponent Stress Test (MMST). *Psychiatry Research*, 198(1), 106–111.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.12.009>
- Salahuddin, L., Cho, J., Jeong, M. G. i Kim, D. (2007). Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. *29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (str. 4656–4659). Lyon, France. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4353378>
- Savitsky, K., Medvec, V. H., Charlton, A. E. i Gilovich, T. (1998). “What, me worry?”: Arousal, misattribution, and the effect of temporal distance on confidence. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24(5), 529–536.
<https://doi.org/10.1177/0146167298245008>
- Seegerstrom, S. C. i Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system: A meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological Bulletin*, 130, 601–630.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.601>
- Selye, H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. *British Medical Journal*, 1(4667), 1383.
- Schlotz, W., Schulz, P., Hellhammer, J., Stone, A. A. i Hellhammer, D. H. (2006). Trait anxiety moderates the impact of performance pressure on salivary cortisol in everyday life. *Psychoneuroendocrinology*, 31(4), 459–472.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.11.003>
- Schwabe, L., Haddad, L. i Schachinger, H. (2008). HPA axis activation by a socially evaluated cold-pressor test. *Psychoneuroendocrinology*, 33(6), 890–895.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.03.001>
- Schubert, C., Lambert, M., Nelesen, R. A., Bardwell, W., Choi, J. B. i Dimsdale, J. E. (2009). Effects of stress on heart rate complexity – a comparison between short-term and chronic stress. *Biological Psychology*, 80(3), 325–332.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.11.005>

- Shcheslavskaya, O. V., Burg, M. M., McKinley, P. S., Schwartz, J. E., Gerin, W., Ryff, C. D., Weinstein, M., Seeman, T. i Sloan, R. P. (2010). Heart rate recovery after cognitive challenge is preserved with age. *Psychosomatic Medicine*, 72, 128–133. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181c94ca0>
- Sinha, R. (2008). Chronic stress, drug use, and vulnerability to addiction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1141(1), 105–130. <https://doi.org/10.1196/annals.1441.030>
- Spielberger, C. D., Sarason, I. G., Strelau, J. i Brebner, J. M. (2014). *Stress and anxiety*. Taylor & Francis.
- Starcke, K., Wiesen, C., Trozke, P. i Brand, M. (2016). Effects of acute laboratory stress on executive functions. *Frontiers in Psychology*, 7, 461. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00461>
- Šimić, N. i Manenica, I. (2011). Cardiovascular reactions to exam situations. *Review of Psychology*, 18(1), 37–44.
- Taelman, J., Vandeput, S., Spaepen, A. i Van Huffel, S. (2009). Influence of mental stress on heart rate and heart rate variability. *4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering* (str. 1366–1369). Antwerp, Belgium. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89208-3_324
- Takai, N., Yamaguchi, M., Aragaki, T., Eto, K., Uchihashi, K. i Nishikawa, Y. (2004). Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Archives of Oral Biology*, 49(12), 963–968. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2004.06.007>
- van den Berg, A. E., Koole, S. L. i van der Wulp, N. Y. (2003). Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 135–146. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00111-1)
- van der Mee, D. J., Duivestein, Q., Gevonden, M. J., Westerink, J. H. D. M. i de Geus, E. J. C. (2020). The short Sing-a-Song Stress Test: A practical and valid test of autonomic responses induced by social-evaluative stress. *Autonomic Neuroscience*, 224, 102612. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2019.102612>
- van Os, J., Kenis, G. i Rutten, B. P. (2010). The environment and schizophrenia. *Nature*, 468(7321), 203–212. <https://doi.org/10.1038/nature09563>
- Williams, R. A., Hagerty, B. M. i Brooks, G. (2004). Trier Social Stress Test: A method for use in nursing research. *Nursing Research*, 53(4), 277–280. <https://doi.org/10.1097/00006199-200407000-00011>

How to Induce Stress in Laboratory Conditions? Validating the Effectiveness of a New Stress Test

Abstract

Research on stress in laboratory conditions requires methods that can reliably induce stress reactions in participants, without compromising their psychological or physical health. The aim of our study was to validate the procedure designed for this purpose – Stress Test of Oral Mathematical Performance (STOMP), which combines the methods of inducing acute stress through time-limited tasks and social evaluation. Two experiments were conducted ($N_1 = 105$; $N_2 = 64$), with the following research problems: 1) to establish whether STOMP causes an increase in objective and subjective stress measures, and 2) to determine the relations between these two measures. Objective measures of stress were pulse (1st experiment) and pulse and electrodermal activity (EDA) (2nd experiment), and the subjective measure was a self-assessment of experienced stress (1st experiment). The results of both experiments show a significant increase in both objective and subjective measures after performing STOMP, compared to the situation immediately before its beginning. Subjective stress assessments are significantly related to the objective measures at almost all measurement points. Based on the results of this study, it can be concluded that STOMP is successful in eliciting stress in laboratory conditions, and at the same time convenient, accessible and easy to apply.

Keywords: stress test, heart rate, EDA

Primljeno: 30. 11. 2020.