



Respiratory and autonomic responses to a 10-minute mental arithmetic task

Gregory A. Kagan¹, Wee C. Chang¹, L. Wang¹, P. Greg Wee², Xiaozhen Zhang^{1,3,4,5,6}

¹Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA
²Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA
³Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA
⁴Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA
⁵Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA
⁶Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA, USA

Abstract
The present study examined the autonomic and respiratory responses to a 10-minute mental arithmetic task. Participants were assigned to either a control or an arithmetic condition. Heart rate, skin conductance, and respiratory rate were measured during the task. Results showed that the arithmetic condition elicited significantly higher heart rate and skin conductance compared to the control condition. Respiratory rate also increased during the arithmetic task. These findings suggest that mental arithmetic activates the autonomic and respiratory systems.

KEYWORDS
arithmetic, N2, heart rate, skin conductance, respiratory rate

Correspondence: Xiaozhen Zhang, Department of Psychology, California State University, Fullerton, CA 92731, USA.
Email: xzhang@fullerton.edu

1 INTRODUCTION

Mental arithmetic is a complex cognitive task that involves the integration of multiple systems, including the autonomic and respiratory systems. This study aims to investigate the autonomic and respiratory responses to a 10-minute mental arithmetic task. The results show that mental arithmetic elicits significant increases in heart rate, skin conductance, and respiratory rate, indicating activation of these systems during the task.

causal relationships between mental arithmetic and autonomic/respiratory responses. The present study examined the autonomic and respiratory responses to a 10-minute mental arithmetic task. Participants were assigned to either a control or an arithmetic condition. Heart rate, skin conductance, and respiratory rate were measured during the task. Results showed that the arithmetic condition elicited significantly higher heart rate and skin conductance compared to the control condition. Respiratory rate also increased during the arithmetic task. These findings suggest that mental arithmetic activates the autonomic and respiratory systems.

... (Dac... , Aa... , & McI... , 2011; M... , Ja... , & Fe... , 2004; ... & ... , 2011; ... a Gee... & De... , 2009). F... e a... e, Y... a Gee... a De... (2009), a... f... a... a... Y... a... c... e... e... e... e... a... e... a... c... e... e... a... cae... e... e... e... a... a... (c... e...)... f... i... e... a... a... (c... e...). Pa... c... a... e... e... a... e... ec... x... e... e... a... a... Da... ec... e... a... e... e... a... f... i... a... c... e... a... e... e... e... e... ac... e... e... a... c... e... a... e... e... P... ec... e... e... e... a... c... e... e... a... -... Da... e... e... ce... a... e... N2 (220.380...)... a... N400... c... e... e... Da... c... e... e... (M... e... a... , 2004; ... e... , I... a... a... , Ge... J... , & ... f... i... , 2010). Ne... a... e... e... e... e... a... c... i... c... a... Da... e... e... ce... e... ae... ac... e... Da... e... a... e... f... -... a... c... e... (DLPFC) a... a... e... c... a... ec... e... (ACC),... e... e... a... DLPFC a... ACC a... a... a... e... c... e... a... c... i... c... a... e... (e... e... a... , a... e... , & ... f... i... , 2004, 2009).

... Re... a... e... e... ca... e... a... ce... c... e... c... a... e... e... a... e... f... i... a... ce... (B... c... & B... a... e... , 2015; Pa... a... a... & Pe... e... a... , 2011; ... e... , e... x... e... , Pa... e... , a... e... , & c... e... , 2015). H... e... e... , e... -... e... a... e... e... f... i... e... e... e... e... Da... a... , c... e... e... e... a... e... e... a... x... e... f... i... Da... c... e... e... c... e... a... c... e... e... Mea... e... a... e... e... f... i... e... e... a... e... e... e... e... e... e... ce... f... i... a... a... a... e... ca... e... f... i... c... e... c... (Ha... , A... ac... e... , C... e... , E... e... , & Fe... , 2009; ... e... e... & Ha... , 2008; ... a... a... , Mac... e... , & Fa... , 2015; ... e... e... a... e... a... , 2009). F... e... a... e... , a... e... c... e... e... f... i... c... e... e... f... i... c... e... a... e... a... e... a... e... a... e... e... a... Ha... (2008) f... i... a... ACC, PFC, a... e... a... e... a... e... a... c... e... e... c... i... c... e... ae... (c... e... e... c... e... e...)... ac... e... Da... c... e... a... e... e... e... e... a... a... a... a... c... e... ca... e... a... c... e... c... i... c... (e... e... a... e... , & ... , 2009). E... e... e... e... e... e... e... ce... Y... -... e... e... a... e... e... f... i... c... e... a... c... e... c... e... e... c... e... c... e... a... c... e... a... e... e... a... f... ac... a... e... f... i... c... e... f... i... e... a... c... e... a... c... i... c... e... e... (Ka... , a... , & ... , 2017). I... E... e... e... l... f... i... e... e... , a... ce... -... ca... e... a... f... i... a... f... i... e... c... e... a... a... e... e... e... e... a... a... ce... , f... i... e... a... a... a... a... a... Da... e... e... (A... O...)... e... e... e... e... a... e... e... . Pa... c... a... e... e... e... e... ce... e... e... a... e... e... e... a... e... e... e... Da... e... e... e... e... e... e... e... a... e... e... f... i... e... ce... e... f... i... c... e... e... a... e... e... f... i... c... e... e... a... e... e... e... a... c... a... e... c... a... e... e... e... a... c... , e... e... e... a... e... a... ce... e... f... i... c... e... c... e... e... e... e... a... e... e... ca...

c... e... . H... e... e... , e... e... a... a... e... e... e... a... a... e... e... a... e... a... a... c... e... e... e... e... e... f... i... c... e... e... e... a... e... c... ea... e... e... c... e... e... e... a... a... a... e... a... a... c... e... a... c... i... c... e... a... e... e... ac... e... e... a... e... (e... , a... e... a... a... e... ca... e...)... e... c... e... a... e... e... a... e... (e... , a... e... c... i... c... e... ca... e... e...).

... a... e... e... e... a... a... f... i... e... e... e... a... e... e... e... c... e... c... a... a... c... e... f... i... e... a... a... c... e... e... a... c... i... c... e... e... , e... c... e... e... e... , e... e... e... a... c... e... a... c... i... c... a... e... e... ec... e... a... EEG... e... a... e... a... e... a... e... a... -... e... a... c... e... c... e... e... c... e... e... a... e... e... a... e... f... i... e... e... e... ec... (a... ae... / a... ae...)... f... i... e... e... c... e... Pa... c... a... e... e... a... e... cae... x... e... c... e... e... a... a... -... a... e... a... a... ae... ec... e... e... e... e... e... e... e... e... f... i... a... ce... e... e... e... e... a... a... e... a... a... e... c... -... e... . e... a... a... , e... e... e... a... e... e... cae... e... e... e... f... i... e... a... e... a... c... e... e... c... e... e... a... c... i... c... a... e... ea... e... e... ec... e... c... a... e... e... ce... f... i... e... a... a... .

... Re... a... e... e... ca... EEG, e... e... e... e... c... i... c... -... ce... e... a... e... e... a... e... f... i... ce... a... e... e... e... N2 (200.350...)... e... e... e... a... e... c... e... e... a... e... a... c... e... e... a... e... e... e... a... N2 a... Da... a... a... e... c... i... c... e... ec... (La... e... , Ca... e... , & Ca... e... , 2014; a... e... e... & Ca... e... , 2002; ... e... , B... c... , & C... e... , 2004). O... e... e... e... a... e... a... e... c... i... c... e... -... ae... e... a... EEG ac... e... e... ea... (4.8Hz) f... i... e... e... c... (Ca... a... , a... a... a... x... e... x... , & A... e... , 2012; C... e... & Ca... a... , 2011; C... e... & D... e... , 2013; Ja... , a... , & a... Gaa... , 2015). F... e... a... e... , C... e... a... D... e... (2013) e... a... a... e... e... a... e... e... f... i... e... a... a... ac... c... i... c... ce... e... . e... e... e... ac... -... f... i... c... e... ae... a... a... e... a... ce... e... f... i... -... a... e... a... a... ac... ; e... e... e... e... a... a... ac... a... e... a... e... c... e... f... i... a... ce... c... i... c... e... e... . e... e... e... e... e... e... a... e... a... a... e... a... Da... e... e... e... ae... e... c... i... c... ce... e... (C... e... & D... e... , 2013). ... e... e... a... e... e... e... e... a... N2 a... Da... e... c... a... e... a... e... e... a... (e... e... Ca... a... a... & Fa... , 2014, f... i... a... e... e...). a... e... e... e... e... , f... i... e... c... e... e... e... , e... e... e... ce... a... e... a... e... a... e... a... e... c... i... c... e... ae... N2 a... e... a... e... a... e... a... e... a... e... e... e... e... e... e... a... a... a... a... ce... a... -... e... a... a... e... e... Da... e... a... e... ce... e... a... a... e... a... e... e... a... a... ac... (a... a... a... e... a... e... e... e... e... e... a... ce... a... e... a... e... (e... , a... a... , L... c... , & ... f... i... , 2015; a... e... Be... , Ke... e... L... e... , & ... f... i... , 2014). I... c... a... e... e... e... e... e... a... a... a... e... e... a... e... e... ce... a... c... e... a... e... . A... e... c... a... e... e... e... f... i... e... e... a... e... a... e... e... e... e... a... a... a... e... a... f... i... c... e... e... e... e... a... ac... e... c... a... c... e... .

2 METHOD

2.1 Participants

Eleven healthy young adults (11 females, age 18-26 years) participated in the study. All participants were right-handed as determined by the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971). The study was approved by the Institutional Review Board at the University of Illinois at Chicago. All participants provided informed consent before beginning the study.

2.2 Apparatus

Behavioral data were collected using a custom-built software program (MATLAB, MathWorks, Natick, MA) running on a personal computer (Dell, 4 GB RAM, Intel Core i7-4770, 15.6" monitor). The visual stimuli were presented on a 15.6" monitor (1920 x 1080 pixels) at a viewing distance of 57 cm. The auditory stimuli were presented through headphones (Sennheiser HD 200, 16 Ohm, 44100 Hz) at a volume of 60 dB A. The experiment was controlled using a personal computer (Dell, 4 GB RAM, Intel Core i7-4770, 15.6" monitor) running MATLAB (MathWorks, Natick, MA) and Psychtoolbox (Brainard & Pelli, 2002) on a Windows 7 operating system.

Participants were seated in a dimly lit room. The visual stimuli were presented on a 15.6" monitor (1920 x 1080 pixels) at a viewing distance of 57 cm. The auditory stimuli were presented through headphones (Sennheiser HD 200, 16 Ohm, 44100 Hz) at a volume of 60 dB A. The experiment was controlled using a personal computer (Dell, 4 GB RAM, Intel Core i7-4770, 15.6" monitor) running MATLAB (MathWorks, Natick, MA) and Psychtoolbox (Brainard & Pelli, 2002) on a Windows 7 operating system.

2.3 Design

Each trial began with a fixation cross (500 ms) followed by a 500 ms blank screen. The visual stimulus (bird or cat) was presented for 500 ms, followed by a 2,300-2,700 ms interval. The auditory stimulus ("Ringing" or "Miao") was presented during this interval. The trial ended with a 500 ms blank screen. The order of stimuli was randomized. The experiment consisted of 360 trials (60 trials for each stimulus pair).

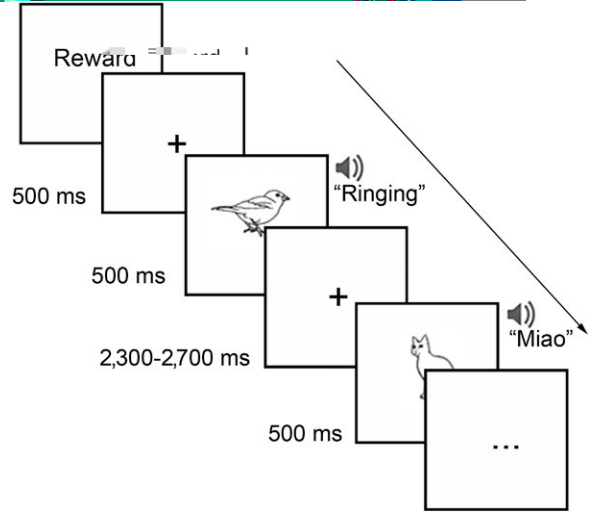


FIGURE 1 A schematic diagram of the trial sequence. The trial begins with a fixation cross (500 ms), followed by a 500 ms blank screen. The visual stimulus (bird or cat) is presented for 500 ms, followed by a 2,300-2,700 ms interval. The auditory stimulus ("Ringing" or "Miao") is presented during this interval. The trial ends with a 500 ms blank screen.

The trial sequence is as follows: 500 ms fixation cross, 500 ms blank screen, 500 ms visual stimulus (bird or cat), 2,300-2,700 ms interval, 500 ms auditory stimulus ("Ringing" or "Miao"), 500 ms blank screen. The order of stimuli is randomized. The experiment consisted of 360 trials (60 trials for each stimulus pair).

The trial sequence is as follows: 500 ms fixation cross, 500 ms blank screen, 500 ms visual stimulus (bird or cat), 2,300-2,700 ms interval, 500 ms auditory stimulus ("Ringing" or "Miao"), 500 ms blank screen. The order of stimuli is randomized. The experiment consisted of 360 trials (60 trials for each stimulus pair).

The trial sequence is as follows: 500 ms fixation cross, 500 ms blank screen, 500 ms visual stimulus (bird or cat), 2,300-2,700 ms interval, 500 ms auditory stimulus ("Ringing" or "Miao"), 500 ms blank screen. The order of stimuli is randomized. The experiment consisted of 360 trials (60 trials for each stimulus pair).

... c a e e e a c I a , e e e 60
 a f e a e e e e e a a
 e a c A e a e e e e a e e
 eac c a e e e e a e a e .
 P e f i a e e e , a c a c e e 30
 ac ce a e ce e f i e ac ce a a e
 a e a f i e a e e e , e c e a e a -
 f i a a e . Pa c a e e a e e e a e
 c a acc a e a e e , a e e c e e f e e -
 ac (c e c c e c) a f e e . e e e e e a
 e ac ce a c a c a e a e a e e a f i
 e f i c f i e f i a e e e .

I e e a c , a c a e e c e
 a f i e e e e e e e e , a e c f i . N
 a a e a a e e e e e e a c .
 F e e ac e e e a e e f i c e a e e e e
 e e 10 a A e e f i e e e e , e c e e e
 e c a e f i c a (. e . , 1 c = 0.1 C e e a) , a
 e a c a e e e f i e f i e e c a e a e e -
 f i e e e e e . Pa c a c e a . 24 a f i
 e a a e e e f i a c e , c a a e e e
 a c a e f 55 a f i a c a e e .

2.4 Behavioral Results

O n e w a c c e a e e e c e f i e a
 a a F e a c a c a , a e a e a e e
 a a e a a e e e e e a a e a c e -
 e e a c e e e a e a e e (1.4% f a
 c c a a a) . e c c e a 2.3 e e a e e a e e
 a a f i a a c e (A N O V A) , e f i f i a c e f e
 e a e (e a e a) a e e c f i a c
 e f e e e e e c e e e c e e e e e
 a) . a a a e a c c e e e e a e
 a e c e e c a c a e a e e f i c e c

a e e a e a c . e e a a e
 a e e a c e e e e a c a e e F e e 2 .
 I a , a B a e a A N O V A (B A N O A ;
 M e , e c a , & P c e , 2 0 1 2) a c V . c e a e
 e f i a e J A P (e // a e - a e) . a a e e
 c a e e e e f i e a e e c e e e
 a e f f e c a / e a c e e e e a a e e c -
 e e e . a c e a a e (a e f f e c e . . , a c -
 a) . e B a e f i a c (B F ₁₀) . a f i e e a f i e
 e f i a e e e a e a e e e e (e . . ,
 H ₁ ; f f e e c e e e e a c e e e e a e)
 a e e f i e e a e e a . e e e
 (e . . , H ₀ ; f f e e c e e e e a c e e e
 e a e) . B c e , B F ₁₀ < 3 e a e a .
 a a e e f f e c e e e e e a a e e
 B F ₁₀ > 3 e a e e a e a e f f e e c e e e
 c (F a e , M , c a z , & K c , 2 0 1 4 ;
 e a . , 2 0 1 2) . F e a e , B F ₁₀ = 1 0 c a e a e a e -
 a e e e e 1 0 e a e e e e c a e
 e e e e

2.5 EEG Results

E E G a e e c e f i 6 4 A / A C e e c e e
 a e a e c c a (E a c a , B a P . c e G e a) .
 e c e e e e e e e e e e a e e f i -
 e e c e e a e e f i e (P 9 , P 1 0) . e e c -
 c a (E O G) a e c e a e e c e e e e
 e c a E O G a e e f i e e c e e a e
 e e e a e a e a E O G f i e e c e e e a e
 a e e c a e f i e e e e . A e e c e e a c e
 e e e e 5 . . e E E G a E O G e c e e e
 a f i e B a A (B a P . c e G e a) . e a
 a a e f i e f i 0.016 100 Hz , a e e a a
 a a e f i 500 Hz .

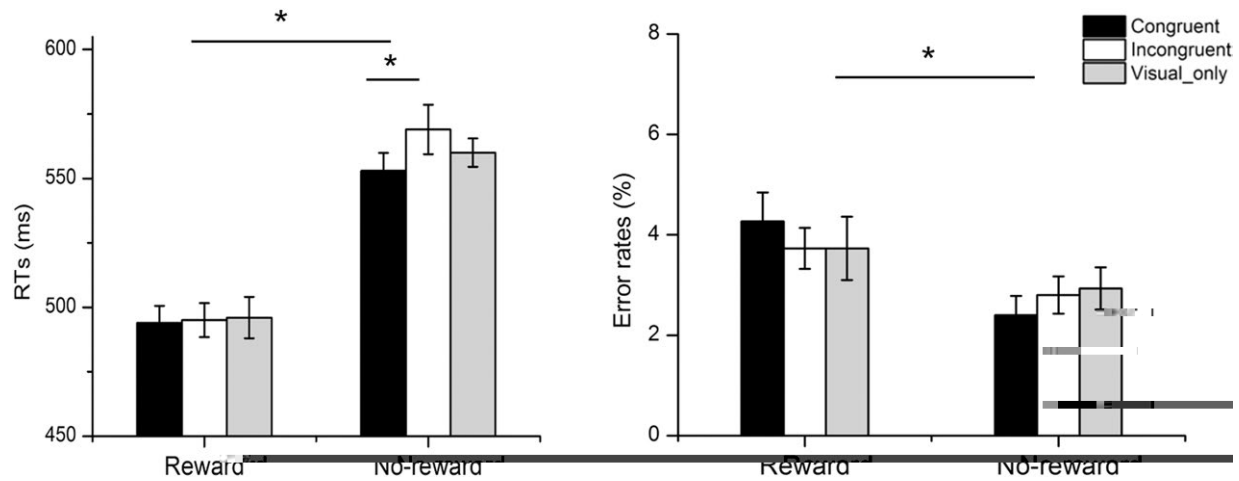


FIGURE 2 Mean reaction times (RTs) in milliseconds (ms) and error rates (%) for the Reward and NO-reward conditions across Congruent, Incongruent, and Visual-only trials. Error bars represent standard error of the mean. Asterisks indicate significant differences between Reward and NO-reward conditions for the Congruent and Incongruent trial types (*p < .05).

EEGLAB (Dee & Mae, 2004) and the electrode EEG area. The frequency range was 0.5 Hz to 30 Hz. Occasional artifacts were removed using the automatic procedure (J. et al., 2000).

2.6 ERP analysis

For ERP analysis, the data were averaged across 200 trials for each condition. The time window for analysis was 200–800 ms. The data were filtered with a 200-Hz low-pass filter and a 70-Hz high-pass filter. The voltage scale was 10 μV. The accuracy of the ERP analysis was 95.79% for the N2 component (96.22% for the N400 component), 97.44% for the congruent condition, 97.37% for the incongruent condition, 95.19% for the congruent condition, and 94.55% for the incongruent condition, 93.97% for the congruent condition.

Accuracy of the ERP analysis was 95.79% for the N2 component (96.22% for the N400 component), 97.44% for the congruent condition, 97.37% for the incongruent condition, 95.19% for the congruent condition, and 94.55% for the incongruent condition, 93.97% for the congruent condition.

Accuracy of the ERP analysis was 95.79% for the N2 component (96.22% for the N400 component), 97.44% for the congruent condition, 97.37% for the incongruent condition, 95.19% for the congruent condition, and 94.55% for the incongruent condition, 93.97% for the congruent condition.

The data were averaged across 200 trials for each condition. The time window for analysis was 200–800 ms. The data were filtered with a 200-Hz low-pass filter and a 70-Hz high-pass filter. The voltage scale was 10 μV. The accuracy of the ERP analysis was 95.79% for the N2 component (96.22% for the N400 component), 97.44% for the congruent condition, 97.37% for the incongruent condition, 95.19% for the congruent condition, and 94.55% for the incongruent condition, 93.97% for the congruent condition.

2.7 Time course analysis

The time course of the ERP components was analyzed using the time-frequency analysis (TFA) method (F. et al., 2008). The time window for analysis was 200–800 ms. The data were filtered with a 200-Hz low-pass filter and a 70-Hz high-pass filter. The voltage scale was 10 μV. The accuracy of the ERP analysis was 95.79% for the N2 component (96.22% for the N400 component), 97.44% for the congruent condition, 97.37% for the incongruent condition, 95.19% for the congruent condition, and 94.55% for the incongruent condition, 93.97% for the congruent condition.

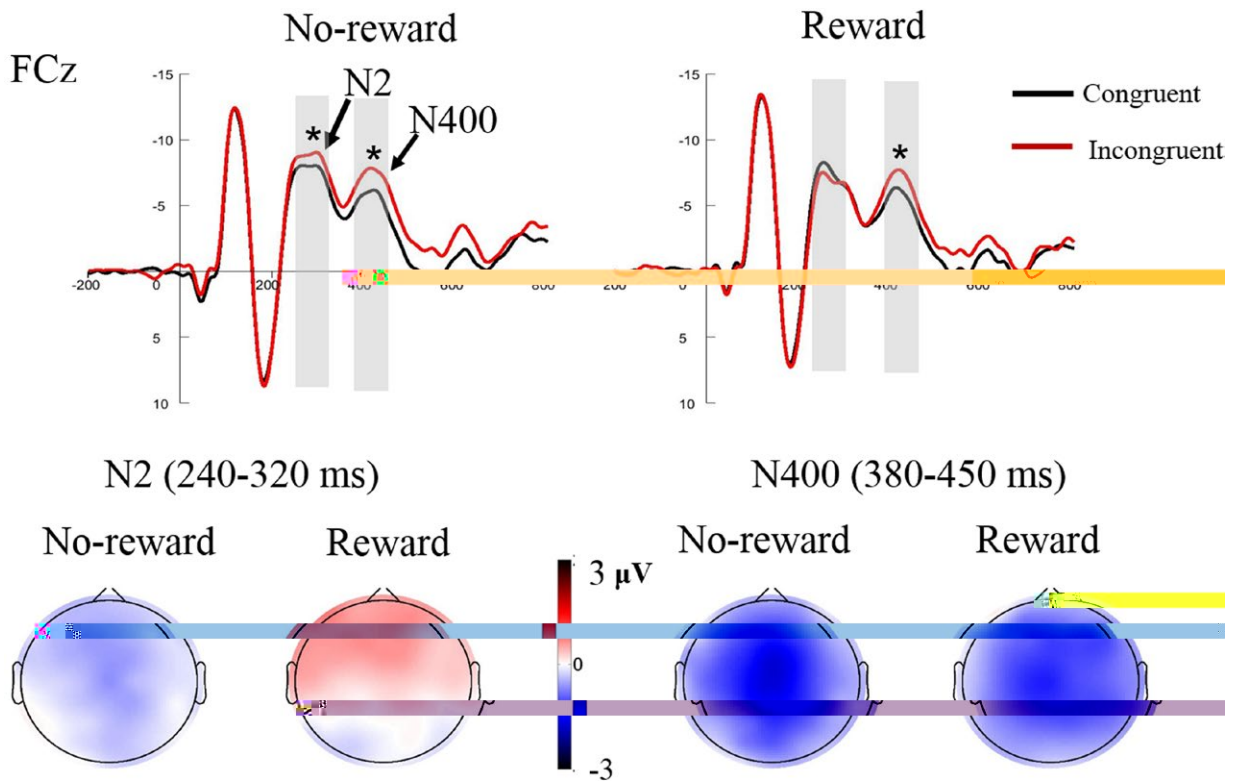


FIGURE 3 | ERP waveforms and topographic maps. (a) ERP waveforms at the FCz electrode for the N2 and N400 components. (b) Topographic maps for the N2 and N400 components. The color scale indicates voltage from -3 to 3 μV. Asterisks indicate significant differences between congruent and incongruent conditions (*p < .05).

of Fe (Ode, Fe, Ma & c ffee, 2011). The ce e a a e f e e - ce a i 2 30Hz; De of 1Hz a e e a e ee 700 a 1,500 De of 10 DE e eae e acac ae a e e ce a e ca e e ea - e e a e (e., 200 0 De a e De De). Fe e e f e e c a a De e f c De c - e of i ce a ea, c De a e c e e De a e i c ec (Ca a a & Fa , 2014; C e , 2014), a De a a, c a of e e e ec e c De a De a a e - a e a a (F e & e, 2011; a e Be e a., 2014). Ba e e e e e a a De e a a De f i c De e f ce a e e c De e e a a De a a a of c De ce De e e c De Fe e De a a a De f i e a a ac e De c De e a e e a e De (Ma De & O De e , 2007) a De e e e e a a ac e De ac De e f e e c f i 6.8Hz e e e f i 200 600 De De De De (C e & D e , 2013; Ha De a e a., 2008; Ja e a., 2015; N , I a a, & e, 2011) a e f ce - a c a e (Fz, F1, F2, F3, F4, F5, F6, FCz, FC1, FC2, FC3, FC4, FC5, FC6, Cz, C1, C2, C3, C4, C5, C6). e De ae e e a e e e a De a De e e c De ac f i c a De ae e a , t e De c a - c e e c e a De e e c a e f i e e a a e e a c De a a e . De e e a e t e De e e c ce e a De a ac e of e ac c a e . A ac c a e De c e e a a e e (0.05) e e e ac De . ec De e e De a De c a De c ac ae a - e De f i e t a e De ec De . e e e f a e e a De De e M e Ca e a De 5,000. Fe e e, e e De e e ac e e e c - e e c a e a c c a f . ec De a e e - a t e De c a e f f e e c De e e c e e a c e a De e e a a e a c De e a e e e a f i e c e f e a f i a e De De De a ac e De (e e c e a a a ac e De) e e e e De De (H e De, Ma a, & e , 2013; a a e a., 2015), e e f e e c a a - De De a a a a De a De e e e e a e - ee 1,500 a 1,000 De e a e e e e a f i 1,000 800 De De a e e a e De De (Ma De & O De e , 2007) e e c ce a a a ac e De ac De e f e e c f i 10 12Hz e e e f i 800 0 De De De De a e De c a e De (CPz, CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, Pz, P1, P2, P3, P4, P5, P6, POz, PO3, PO4, PO7, PO8, Oz, O1, O2) c a e e a e a a De ec De De e De e a e e a De e e a e e e e e e De De of i e a a a ac a a De De e a e De e e e ca e za e De De e e De a a De c e e De .

3 RESULTS

3.1 Behavioral

3.1.1 Error rate

ANOVA $F(1, 24) = 7.538, p = .011, \eta^2_p = .24$, De e De a a c a De e e e De e e a c a e e a c (3.9% De 2.8%). N e e f f e c e ac a De .

3.1.2 RT

ANOVA $F(1, 24) = 22.74, p < .001, \eta^2_p = .49$, De e De e e a c a e e a c (495 De 560 De). e a e f f e c f i De De e a ac e De f i c a ce, $F(2, 48) = 2.86, p = .067, \eta^2_p = .11$. H e e , e Ba e De f a c f i De a e f f e c ($BF_{10} = 0.084$) De e De a e e De a De e e e e . I a , e e ac e e e e a a De e a De f i c a , $F(2, 48) = 4.089, p = .023, \eta^2_p = .15$.

e e e e e ac , ec ce e a ANOVA De De De e a De e a c a fac e e a a e a c De e De c e . Fe e e a c , e e a De a a e f f e c f i De De e, $F(2, 48) = 4.402, p = .018, \eta^2_p = .16$. Pa De c a - De De e a e De e De f i e c e c a f i e c e c (553 De 569 De, $p = .041$), a De f f e e c De e De a c a De c ae ec e c (560 De 553 De, $p = .241$) e c e c (560 De 569 De, $p = .443$).

Fe e a c , e ANOVA De De f i c a a e f f e c f i De De e, $F(2, 48) = .19, p = .832, \eta^2_p = .01$. e De De De De a e c De ac f i c e f f e c a e a e e e a c , e e a c . A a , e a a z e e e ac f i e e e ec . e e ac e of e a a De e De - f i c a f a De a De of i e e a a De a e De De ec De ($p < .001$).

O e a e a e e a e a e a e f f e c (e a De e a) e De f i e a e De e a f f e e a e f i e f f e c e De f i . ec f i c a , e a e e e - a c , a c a De e e e De e e - a c e De e c f a De . De a ca e a a c a De e e e De De e e a acc - ac e a e a . I e De De acc - ac a e f i a a De ce e a (B e e , C De De & A a De 2010). e De De De e e e a De De De acc e e a De e ac e e - e a c , a c a c a e e e a De e ac De

. A 2 ($\eta_p^2 = .502$), 2 ($\eta_p^2 = .469$), 3 ($\eta_p^2 = .267$) ANOVA revealed significant effects of $F(1, 24) = 24.178, p < .001, \eta_p^2 = .502$, $F(1, 24) = 21.163, p < .001, \eta_p^2 = .469$. Moreover, $F(1, 24) = 8.737, p = .007, \eta_p^2 = .267$. None of the effects were significant. The effect sizes were small to medium ($t = 4.434, p < .001, \eta_p^2 = .13$) and small ($t = .986, p = .334, \eta_p^2 = .03$). The interaction effects were not significant ($F(1, 24) = 1.3, p = .26, \eta_p^2 = .05$).

($\eta_p^2 = .13$) [($\eta_p^2 = .03$)] $t = -13.154, p < .001, \eta_p^2 = .50$. $F(1, 24) = 13.154, p < .001, \eta_p^2 = .34$. $t = -13.154, p < .001, \eta_p^2 = .50$. $F(1, 24) = 13.154, p < .001, \eta_p^2 = .34$. $t = -13.154, p < .001, \eta_p^2 = .50$.

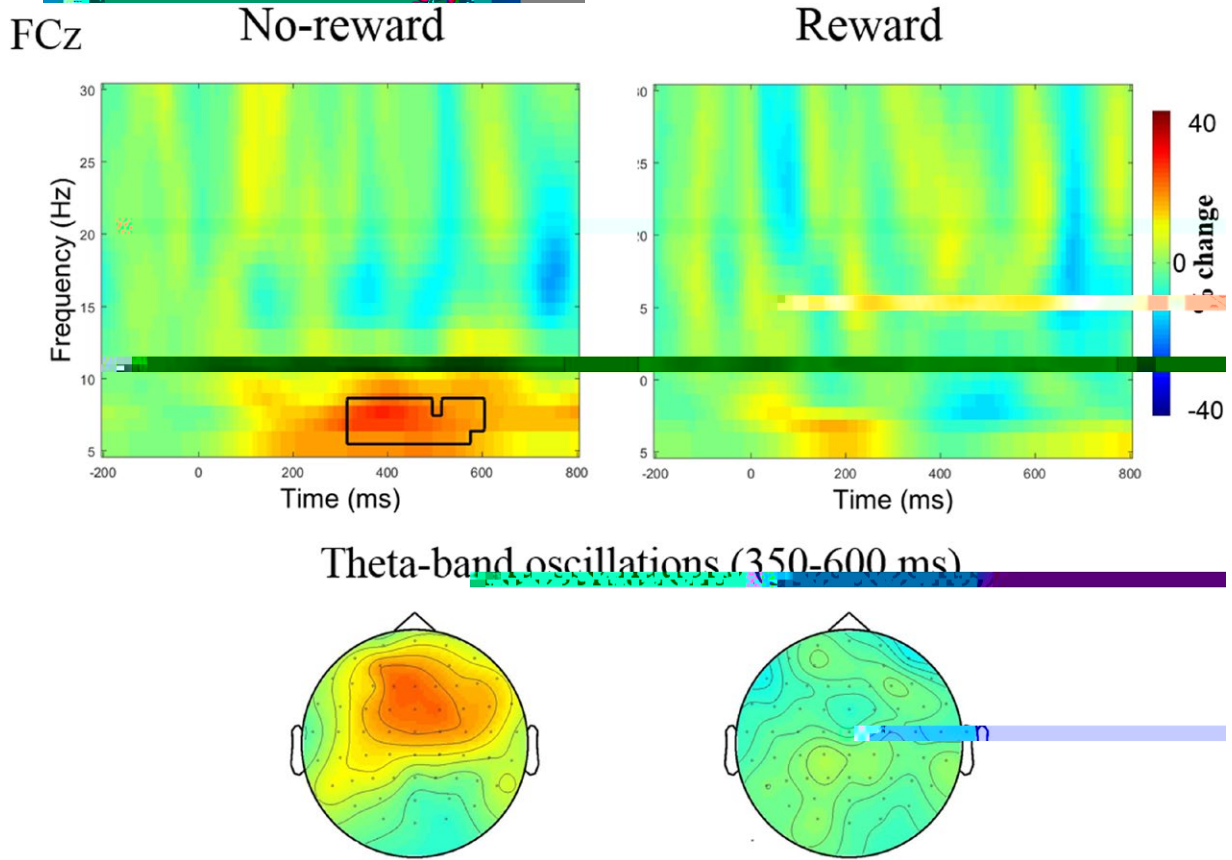


FIGURE 4 Time-frequency plots and topographic maps for FCz. The top row shows time-frequency plots for 'No-reward' and 'Reward' conditions. The y-axis is Frequency (Hz) from 5 to 30, and the x-axis is Time (ms) from -200 to 800. A color scale on the right indicates power change from -40 to 40. The 'No-reward' plot shows a significant increase in power (red/orange) in the theta band (5-10 Hz) between 350-600 ms. The 'Reward' plot shows a significant decrease in power (blue) in the theta band during the same period. The bottom row shows topographic maps of the scalp for 'No-reward' and 'Reward' conditions, with a color scale from -40 to 40. A horizontal bar labeled 'Theta-band oscillations (350-600 ms)' is positioned above the maps, with a red bar under 'No-reward' and a blue bar under 'Reward'.

... $c = 2719.28, p = .018$), ... $c = 1479.68, p = .049$), ... $(7.1 \text{ to } 18.61\% \text{ decrease})$.

3.3.2 ... $(p > .1)$, ...

4 DISCUSSION

... (B... & Ba..., 2015; Ka..., 2017; Pa... & Pe..., 2011; ... e..., 2015). B... Pa... e... e... N2, N400, ... N2 a... e... N400 effec... ac... e... ac...

e P a a e e a e a e f i c e a N2
 c f i c e f f e c e e a c a e c a e
 e e a c . P e e e e a e e a e
 i c e a e N2 e a a a e 200
 400 e a e e e e e a e a c f i c -
 c e e , e e , e (D e ,
 A e a , M c K a , & f i , 2016; L a e a . , 2014;
 N e a . , 2011; a e e & C a e , 2002; e e a . ,
 2004). F e a e , a e e a C a e (2002) e e a e
 e f i A C C a c V c f i c a e e e c
 e a f a e a e . e f i a f i c e a N2 c -
 e , c a e e e a e e e e c e
 c a e c a e e c e c . e
 a e e a A C C e e a e e N2 , c a c f i c
 e e c . B e a c f i a e a a e a e
 a e a e K a e a K z (2010) e e a e
 N2 c e e a a a . 230 e a e f i -
 c e a a f i c e a e a N2 c f i c
 e f f e c a e a c e f i e a e e a e c a e
 e a e e a e e e a N2 a e f e c e
 a f i e e c e c e f i c f i c e e c . e e
 e e a e c e e e e e e e e e e e
 a e a a e a a e e e e a e a e f i
 c e e c e c (K e D e , & E e , 2009;
 a a e a . , 2015; e , a , & J , 2015). a a e a .
 (2015), f i e a e , e a e e e a e f f e c a e -
 a e e c e a e a c . F e a e a a , e N2 c
 a e a e f i e e a a e a f i e e a a e
 e e e a e a c e a e e f f e c c f i a e a -
 e a e e c e e e e f i c e a e .
 I e e e a e f i c e a N2 a e e -
 N2 e e f f e e a e e f i e a a e
 c e e . e c f i c a , e f i c e a N2 e e a
 e a c e e e e a a c e c , c a a
 e f i c e a N2 e e e a e c f i c e e .
 a a e e e . c e e c a e e a e e a .
 B c a e , e e a c e e e e a a c e c
 a e e e f i e e e N2 . I e a , e a e
 e a a e e e N2 e e a e a e e e a e
 a c e a a e a e e f i e c e c e
 c e a . e f f e e a a e e f i c e a N2
 a e e N2 a e c e e e a f f e e
 e c e e f i N2 a e e a e f f e e c e f i c -
 e (F e e & a P e e , 2008). F e a e a P e e
 (2008) e V a e N2 c e c . e V e
 e e e c e e a f i c e a c e c a
 e c e a e a e e a c , a e c f i c e a c -
 e e a e c e c , a a e N2 e a e
 e a a e . I e e , a z , M a c a , a K
 (2000) e e a e e e N2 a e a e f i e a e
 e . (e e e a 20% f i a e a e e a a e ,
 e e e a e e e N2 e e a e a e a -
 c e e f i e a e e . G e e e a e e a e

f i e e a e e f i e f i c e a N2 a e e e N2
 e c e e , e e a , e e f i c e a
 N2 e f e c e e c e e f i c f i c c , e e e N2
 e f e c e a e a c e e f f e c c f i a e a c e e f i
 e c e a e e a c a e a e a . e
 e e e e a e a e f f e e a c e f i c -
 e e e f f e e e c e e f i N2 c a a f e e
 e c e a c e .
 e P a a e e a e e a c f i c a
 N400 , a e N400 a e e f i c e e a e
 a f i c e e a e A a e e f i e e e -
 e e a e e a N400 e c a e e a c c e e
 f i e c e e c (K a e & F e e e , 2000) a
 c a (G a e & K a e , 2003) c e e P e e e e
 a e e a N400 e e a e c e a e a -
 c a c (M e e a . , 2004; c e e , D e e e ,
 O e e , & E e , 2008; e e a . , 2014). F e a -
 e , M e e a . (2004) e e a e a e a e c
 e c e e e e e a e e a c a z a e f i
 a a e C e e e e c e e e , e a e -
 e e a c e e a e a e e e e
 e e a e P e e e e a . 400 e e e a e
 c a e c e a e a e e a e e
 c e a c f i c e f f e c e e e e e e a -
 e a e e I a , e e , e c e N400 e a c
 c f i c e f f e c a e a f f e c e e a a a ,
 c a e e e a a e f i c e a N2
 c f i c e f f e c . e c a e e e e a e
 f i c f i e c e a e : c a e z a (a a e e -
 a a e) e e e , a c c e a e e a , e a a e
 e a c c e e (G e c & K a e , 2005; L . ,
 H a e & K a e , 2002), c e e e N400 . I e
 e e a e a a c f i c c e e c c e
 e e a . N e e e e e e e e e e e a e
 e e e a a e e P c e e f i c -
 f i c c e e (N2 e N400) e c c a e e e e
 a c a a e e a e f f i c (e . , c a e z a e
 e f i c a) .
 O e f i e e c a a e e e a e a e f i c e -
 a e a e a a e e c e a e c f i c
 e e a c , e e e a c .
 P e e e e e e e a e a e a e -
 e c e c c e e e c . c f i c c ,
 e e e , e , e c . (C a a a &
 F a , 2014; C e , 2014; C e & C a a a , 2011; C e
 & D e , 2013; H a e a e a . , 2008; J a e a . , 2015;
 N e a . , 2011; a a a c a e a . , 2001; e e a . ,
 2017; a a a a & a a , 2010). N e a . (2011),
 f i e a e , e e a e e e e a a c e e
 f i a c e e e e e e c e c e -
 a e a a e , a f a e a e , a a / a e .
 e e e a e f i c a c f i c a e e a
 a c (F C z , 200 . 300 e a a e e e e e f i



ea ac ... e a ... e a c ... a e ... a ea ... a e ... e e e e e C e ... a D e (2013), c ... e a ... a ... e f i a (FCz) ea e a ... e e ... c f i c c ... a e c f i c c ... e 200.600 ... e a a f e ... e ... c f i c ... a ... e a a ac ... e e e ... e a ... (Ha ... a e a., 2008). a e e e, e e f i ... e e l a e a a ... a ... c f i c e e c ... a e l ... c e ... a e e a c e e a a ... a ... e a e e a e c e a e e c ... e f i c ... e c ... (Ha ... a e a., 2008; N ... e a., 2011). E e e e f i ... e e e c f i c ... a ... e a a ... a ... a c ... a ... e c c a e r a ... a ... e e c f i c e a e e a a ... a ... e e e e f i c e a e e c ... e ... e 350.600 ... e ... e a ... a e e e e e a c ... e e e ... e l ... c a e a e e a a ... a ... a e e e e e c ... e a ... e a e e a c e e a a ac ... e l a ... c a e c e a e ac a f i e c ... e l ... e l ... c ... a c f i c. I ... a, e c f i c ... a e ... e a ... a e f f e c a l ... e e e e a c ... O e f i e ... a a l f i c ... e e a r a ... f i c ... (C a a a & F a, 2014); e e a c e e a a ac ... e f i ... e e e a a a f i f i ... e c a a e e f i c e a e c ... (C a a a e a., 2012). e e c e c f i c e f f e c ... e l f i e a ... a ... e e a c ... e ... a e e e a e a c e c ... e c ... e f a c e f i c ... a c f i c l ... e e a a ... a ... e a ... e e e a e a e l e f i c e a N2. ... a ... a c a e a f i c ... a c e c ... e e e f i a e a ... a ... a e f i c e a N2. I a l e e ... e l e a N2 a l a ... e c a ... a e ... e a a (4.8 Hz) f i a e e, ... C a a a & F a, 2014), a e e e f i c a e a e ... e e e a e a N2 c ... e c ... (N ... e a., 2011). O e l ... e l ... e l. A l e e l ... e l ... e l a e a ... a e l ... e l ... e l N2 a ... e a a ... a ... c f i c e f f e c ... e l ... e l ... a a a c, ... e e a e c a ... e l ... a e a c a ... e e e e a f i e ... e f i a ... e a l ... e e a ... a ... a e ... c f i c a e a c e a e ... e e a c ... e ... a e c a ... e l f i c ... (B a e, 2012) ... e l ... a e e a e ... l ... c a e l f i c ... e c ... : a c e c a e a c ... e c ... I a c e c, ... e a ... e c e f i a ... e a ... e c e a ... a a e; e a c ... e c, ... a e ... a c ... e l ... e a ... e a e (B a e, 2012). P e ... e l ... e l ... a a ... a ... a ... a ... (e., ... a a e a. 2015; ... a e B e e a., 2014) a e l ... a e a ... a e l ... e e a a c ... (a a a ... a ... e l ... c e ... e l ... e f i e a e ... e l ... a e a c e e a a c f i

e l ... e a l. I e c e l, ... e ... e e e a ... a ... e l ... e e a a c ... c f i c e f f e c ... N2 a ... e a a ... a ... e l ... a ... e l ... a e a c f i e a c ... e e e a f e a c f i c ... e e e e. e e e l ... a e c ... e e a a ... a ... a e a a c e a e e e c f i c ... a e a c e a e. I ... e e l a ... e e ... a ... a e a c a f a c a e c f i c ... e l, ... a ... e a ... a ... a ... a e a ... c e a e a ... e l ... c a l N2, ... e a ... a, ... a ... e B O L D a c ... A C C (K e l B e e, A e a, & ... f i, 2013; P a ... a & P e ... a, 2011; ... e e a., 2015). B e a a, ... e l ... e a l ... a e c e c f i c c a ... e a ... a ... a c e, ... e e e e a ... a ... e c ... a ... a. A e e a e e, ... e l ... e l ... e a e e a ... a ... c f i c c e ... e l ... e a e e f i c e a N2 a ... e a ... a ... e e e c e e l ... a ... e ... e ... e c e f i ... e ... e l ... e l ... a ... a, ... e l ... e l ... a ... a e f i e a ... a ... c ... e c ... e l ... e l ... a l f i ... e e e c e a e e c c a ... e l ... e e ... a a c ... a c e l ... a l ... e e e e. ... c c e, ... e e e l ... e l ... a e ... e a ... a e l c ... a c f i c c ... e c c a e r a ... B e a a, ... e a ... e e a a e f i a c e a e c e c ... a c f i c e f f e c ... e l ... e l ... N e a, ... e a e c e c e c f i c e f f e c N2 a ... e a ... a ... M e e a e a a ... e a e a e a c e c ... a c f i c c ... a ... f a c a ... e c e l ... f i ... a c ... e a l ... e e a ... e l ... a ... e l ... e a c a e a c e c ... e c ... a c ... a c e a e e c e c ... a c f i c.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the National Natural Science Foundation of China (973 Program: 2015CB856400), National Natural Science Foundation of China (31470979), and the Beijing D.P.R. Beijing University of Education.

ORCID

Ping Wei  :// orcid.org/0000-0002-3781-3844
Xiaolin Zhou  :// orcid.org/0000-0001-7363-4360

REFERENCES

Bee, E., Cheng, & Ahn, H. (2010). ... c ... e e a c e l c e a e e e e f i, ... c a ... e e e. a c c a c

- a e f f *Cognition*, 115(2), 330–335. doi:10.1016/j.cognition.2009.12.012
- Bickel, M., & Baer, D. (2015). Making a case for the use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 83–113. doi:10.1146/annurev-psyc-010814-015044
- Baer, D. (2012). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 106–113. doi:10.1016/j.tics.2011.12.010
- Caas, J. F., & Faraone, M. J. (2014). Functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(8), 414–421. doi:10.1016/j.tics.2014.04.012
- Caas, J. F., Faraone, M. J., & Faraone, J. J. (2012). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Psychophysiology*, 49(2), 220–238. doi:10.1111/j.1469-8986.2011.01293.x
- Ceballos, M. (2014). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Trends in Neurosciences*, 37(9), 480–490. doi:10.1016/j.tics.2014.06.004
- Ceballos, M., & Caas, J. F. (2011). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Frontiers in Psychology*, 2(30), 1–12. doi:10.3389/fpsyg.2011.00030
- Ceballos, M., & De, H. (2013). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Journal of Neurophysiology*, 110(12), 2752–2763. doi:10.1152/jn.00479.2013
- Ceballos, D. (2005). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 1(1), 42–45. doi:10.3758/tqm.1.1.42
- De, A., & Maer, J. (2004). EEGLAB: A software package for EEG data analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9–21. doi:10.1016/j.jnme.2003.10.009
- Dacewicz, A. O., Aar, C., & McIlwain, A. (2011). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Journal of Neurophysiology*, 106(6), 2896–2909. doi:10.1152/jn.00303.2011
- De, J. E., Aar, L. G., McKa, C. C., & McIlwain, M. G. (2016). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Neuropsychologia*, 84, 14–28. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.01.035
- Faraone, N., M., L., Caas, N., & Kc, C. (2014). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Psychological Science*, 25(11), 2006–2016. doi:10.1177/0956797614547916
- Faraone, J., & Faraone, C. (2008). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Psychophysiology*, 45(1), 152–170. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x
- Faraone, J. J., & Faraone, A. C. (2011). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Frontiers in Psychology*, 2, 154. doi:10.3389/fpsyg.2011.00154
- Gae, G., & Kae, M. (2003). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Cognitive Brain Research*, 16(2), 123–144. doi:10.1016/S0926-6410(02)00244-6
- Gae, K., & Kae, N. (2005). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Psychological Science*, 16(2), 152–160. doi:10.1111/j.0956-7976.2005.00796.x
- Haas, J., Paas, B., B., K. H., Gae, J., Faraone, M., & Kae, N. (2008). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(2), 215–225. doi:10.1162/089976608020020
- Haas, J., Aar, N., Ceballos, M., Faraone, C. E., & Faraone, J. (2009). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Human Brain Mapping*, 30(9), 3043–3056. doi:10.1002/hbm.20731
- Haas, G., Maer, J., & Faraone, N. (2013). EEG functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *NeuroImage*, 64(1), 590–600. doi:10.1016/j.neuroimage.2012.09.003
- Jaas, J., Aar, J., & Gae, N. (2015). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *NeuroImage*, 116, 102–111. doi:10.1016/j.neuroimage.2015.04.062
- Jaas, P., Maer, J., Faraone, M., Faraone, J., Ceballos, E., & Faraone, J. (2000). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Clinical Neurophysiology*, 111(10), 1745–1758. doi:10.1016/S1388-2457(00)00386-2
- Kaas, G., Aar, L., & Faraone, N. (2017). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Journal of Vision*, 17(1), 1–14. doi:10.1167/17.1.19
- Kaas, P., & Kae, A. (2010). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Neuropsychologia*, 48(12), 3661–3664. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.07.021
- Kae, M., De, J., & Faraone, M. (2009). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Psychological Science*, 20(2), 245–251. doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02281.x
- Kae, M., Bee, C. N., Aar, L. G., & Faraone, M. G. (2013). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *PLOS One*, 8(1), e53894. doi:10.1371/journal.pone.0053894
- Kae, M., & Faraone, K. D. (2000). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463–470. doi:10.1016/S1364-6613(00)01560-6
- Laas, M. J., Caas, P. E., & Caas, A. (2014). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *International Journal of Psychophysiology*, 93(3), 283–297. doi:10.1016/j.ijpsycho.2014.06.007
- Laas, J., Haas, A., & Kae, N. (2002). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Nature Neuroscience*, 5(9), 910–916. doi:10.1038/909
- Maas, E., & Ode, J. (2007). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Journal of Neuroscience Methods*, 164(1), 177–190. doi:10.1016/j.jnme.2007.03.024
- Maas, J., Jaas, D. C., & Faraone, J. J. (2004). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Cerebral Cortex*, 14(4), 452–465. doi:10.1093/cercor/bhg007
- Naas, J., Aar, G., & Faraone, B. (2011). The use of functional magnetic resonance imaging in the study of addiction. *Clinical Neurophysiology*, 122(11), 2185–2194. doi:10.1016/j.clinph.2011.03.030

Odeh, F. P., Ma, E., & Coffey, J. M. (2011). Functional connectivity of MEG, EEG, and fMRI. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2011, 1-9. [DOI: 10.1155/2011/156869](#)

Parsons, L., & Penick, L. (2011). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(11), 3419-3432. [DOI: 10.1162/jocn.2011.00011](#)

Raaij, D. A., Kaas, M. J., van den Heuvel, D. J., Cahn, J. B., Koeberl, M. P., Bressers, L. E., & Jansen, J. E. (2001). Gamma band activity in the human brain. *Journal of Neuroscience*, 21(9), 3175-3183. [DOI: 10.1523/JNEUROSCI.21-09-03175.2001](#)

Reilly, K. L., & Hayden, D. A. (2008). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(6), 1063-1078. [DOI: 10.1162/jocn.2008.20074](#)

Reilly, J. N., Meyer, D., Eickhoff, P. L., & Poldrack, J. M. (2012). Defining functional networks using ANOVA. *Journal of Mathematical Psychology*, 56(5), 356-374. [DOI: 10.1016/j.jmp.2012.08.001](#)

Rosen, L. C., & Jansen, J. E. (2015). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(11), 2229-2239. [DOI: 10.1162/jocn.2015.00847](#)

Seitz, A. R., Dehaene, S., Odeh, F. P., & Eickhoff, A. K. (2008). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *NeuroImage*, 42(3), 1244-1254. [DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.05.033](#)

Seitz, C., Neff, J., Eickhoff, D., Eickhoff, H. M., Bressers, M., Meyer, F., & Jansen, G. (2014). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 21. [DOI: 10.3389/fnhum.2014.00021](#)

Seitz, J. G., & Eickhoff, M. (1980). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(2), 174-215. [DOI: 10.1037/0278-7393.6.2.174](#)

Seitz, A., Eickhoff, C., Penick, L., Eickhoff, H., & Coffey, J. M. (2015). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(2), 409-423. [DOI: 10.1162/jocn.2015.00712](#)

Sonuga-Barke, A., MacLean, M. A., & Faraone, J. (2015). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Frontiers in Psychology*, 6, 65. [DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00065](#)

Stassen, J., MacLean, L., & Koenig, M. (2000). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Clinical Neurophysiology*, 111(1), 29-39. [DOI: 10.1016/S1388-2457\(99\)00186-8](#)

Stassen, J., Maier, M., Eickhoff, H. J., Jansen, P., & Gans, K. (2017). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Neuroscience*, 37(9), 2504-2515. [DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1752-16.2017](#)

Stassen, B., Koenig, M., Lohmann, M. M., & Eickhoff, M. G. (2014). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 14(2), 561-577. [DOI: 10.3758/s13415-014-0281-3](#)

Van Veen, B. D., & Cauley, C. (2002). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Physiology and Behavior*, 77, 477-482. [DOI: 10.1016/S0031-9384\(02\)00930-7](#)

Van Veen, J. N., & Coffey, K. (2011). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Experimental Brain Research*, 214(4), 597-605. [DOI: 10.1007/s00221-011-2858-5](#)

Van Veen, P., & Jansen, L. (2015). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(2), 191-203. [DOI: 10.1093/scan/nw097](#)

Van Veen, D. H., Eickhoff, L. M., & Eickhoff, M. G. (2004). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Neuroscience*, 24(48), 10941-10949. [DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3669-04.2004](#)

Van Veen, D. H., Eickhoff, L. M., & Eickhoff, M. G. (2009). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *NeuroImage*, 48(3), 609-615. [DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.06.081](#)

Van Veen, K., & Eickhoff, M. G. (2010). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 714-727. [DOI: 10.1162/jocn.2009.21258](#)

Van Veen, J., & Eickhoff, M. G. (2009). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *NeuroImage*, 48, 280-290. [DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.06.032](#)

Van Veen, N., Bressers, M. M., & Coffey, J. D. (2004). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Psychological Review*, 111(4), 931-959. [DOI: 10.1037/0033-2909.111.4.939](#)

Van Veen, G. E., & Dehaene, L. (2009). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *Experimental Brain Research*, 193(4), 603-614. [DOI: 10.1007/s00221-008-1664-6](#)

Van Veen, J., Iacoboni, M., Geary, J., & Eickhoff, M. G. (2010). The effects of task on the functional connectivity of the human brain. *European Journal of Neuroscience*, 31(10), 1744-1754. [DOI: 10.1111/j.1460-9568.2010.07229.x](#)

H E E e: Ka G, Ca , a L, e P, X e a e a ce c a c f c c ec cae ra : E ec ca e e ce. Psychophysiol. 2018;55:e13214. [DOI: 10.1111/e.13214](#)