Reward Breaks Through Center-Surround Inhibition via Anterior Insula

Lihui Wang,[1] Hongbo Yu,[1] Jie Hu,[1] Jan Theeuwes,[2] Xiaoliang Gong,[3] Yang Xiang,[3] Changjun Jiang,[3] and Xiaolin Zhou[1,4,5,6]*

[1]*Center for Brain and Cognitive Sciences and Department of Psychology, Peking University, Beijing, China*
[2]*Department of Experimental and Applied Psychology, Vrije Universiteit, Amsterdam, 1081 BT, The Netherlands*
[3]*Key Laboratory of Embedded System and Service Computing (Ministry of Education), Tongji University, Shanghai 201804, China*
[4]*Beijing Key Laboratory of Behavior and Mental Health, Peking University, Beijing 100871, China*
[5]*Key Laboratory of Machine Perception (Ministry of Education), Peking University, Beijing 100871, China*
[6]*PKU-IDG/McGovern Institute for Brain Research, Peking University, Beijing 100871, China*

Abstract: [illegible] (AI). [illegible]

[illegible] 2015CB856400; [illegible] 31170972 [illegible] 91232708.

*C[illegible] X[illegible], P[illegible].D., De[illegible] 100871, C[illegible]. E-[illegible]: [illegible]104@[illegible]

Re[illegible] 3 A[illegible] 2015; Re[illegible] 14 Se[illegible] 2015; A[illegible] 17 Se[illegible] 2015.
DOI: 10.1002/[illegible].23004
P[illegible] 29 Se[illegible] 2015 [illegible] W[illegible] O[illegible] L[illegible]

© 2015 Wiley Periodicals, Inc.

[illegible] AI [illegible] AI [illegible] *Hum Brain Mapp 36:5233–5251, 2015.* © 2015 Wiley Periodicals, Inc.

Key words: [illegible]; fMRI; [illegible] fMRI; [illegible]

INTRODUCTION

[illegible] (IPS), [illegible] (TPJ), [illegible] 2002; [illegible] 2000; [illegible] 2000. [illegible] 1984. [illegible] 1991, 1992 [illegible] 1992. [illegible] 2011; [illegible] 2010; [illegible] 2013. [illegible] 2013. [illegible] 2014. [illegible] (VS) [illegible] 2010, [illegible] 1998; [illegible] 2010, [illegible] fMRI [illegible]

[illegible] 2003; [illegible] 2000.

[illegible] 2014. [illegible] 2011. [illegible] 0.9/2.1/3.3/4.5° [illegible] 1 [illegible] 2014. [illegible] (0.9°) [illegible] (2.1 [illegible] 4.5°), [illegible] (0.9° [illegible] 2.1°) [illegible] 2014. [illegible] 2000, [illegible] 1.54° [illegible] 2014, [illegible] (0.9°) [illegible] (1.6/2.8/4.0°) [illegible] (1.6°), [illegible] (2.8/4.0°).

[illegible] IPS, [illegible] 1999; [illegible] 1999. [illegible] 2004. [illegible]

MATERIALS AND METHODS

Participants

Design and Procedures

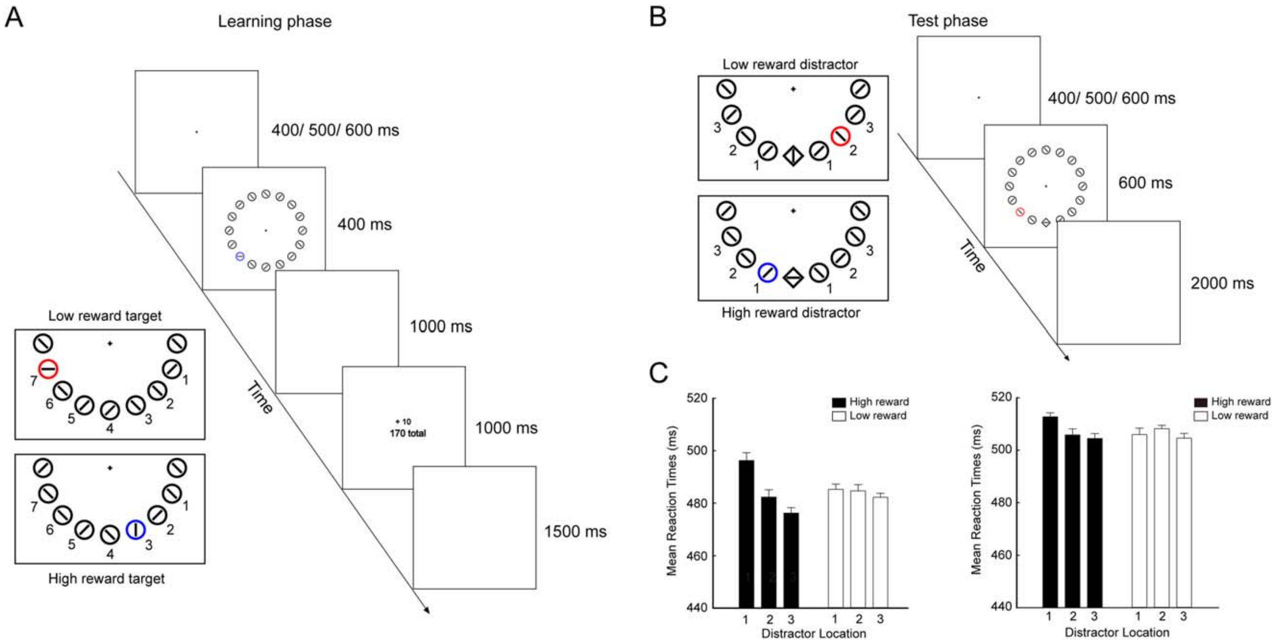


Figure 1.

The paradigm and behavioral results of the two experiments.

1000 . e f ee , e fee f . e e e . e e . e . e . e f e
e e e e . e e . e ee f 1000 . T e e e . e e ffe .
f e - e (ITI) e 1500 T e e e e 360 f e . f e e e
f e e e e e ee f e e 60 f e . e e
1500 2500 (1500, 2000, 2500) f e fMRI e. F e e e e . e , e e e
e e e e e e . e e 12 fe e e e e 6
e f fMRI . I e e e, e e e e. F e fMRI e e e ,
f e e e e f 600 fe e . e e e ee e e . fe
T e e fee f ’ e e. e e e e 6 e e e.
T e ITI e 2000 f e e e e e T f ffe e e e e e
e e f 3000 4000 (3000, 3250, 3500, e ( ) e e e e e e -
3750, 4000) f e fMRI e e e . We e e , e e e
e e e e e e e e e - ee e e e e e e e . P -
e e e e , , e e e e e -
e effe e - e - e e e e e. T
, e e e f e e e e - e e e e 800 e e e
e W e ., 2014 . T e e e e e e e e e f e. T e

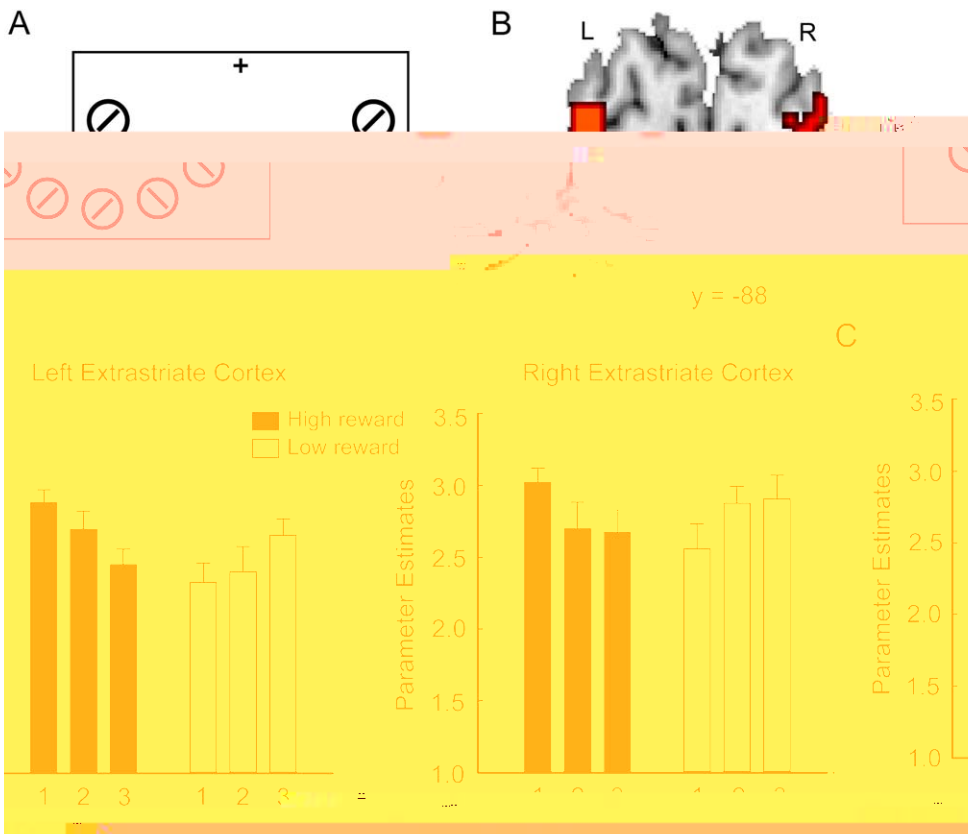


Figure 2.

Stimuli and neural results from the localizer task. **A**: Seven circles flickered in the lower visual field. They were located at the same locations as the target and distractors in the test phase. The task was to detect a color change of the vertical bar of the central fixation. **B**: Clusters activated in the localizer task (stimulus-on block vs. stimulus-off block). Statistical parametric map is shown at the threshold of $P < 0.05$, FWE-corrected at voxel level. **C**: Parameters estimates extracted from a peak voxel in the left and the right extrastriate cortex are shown as the function of the six experimental conditions of the test phase. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]

e e e ee e e e ee (e e) e e e e e e . F e fMRI e e e , e e e e e e e fe e e e e e ' - e e e . Se e e e e e e e e e e e e e e e (F . 2A). T e e e e e e e e e e e e e e . T e e e e e e fe e f 1 H 10- (-) e f 500 e e (500- 500- ff). T e e e e 6 - e 6 - ff e e e e . I e , e f e e f e e f

e ee e e e e e e fe 500 . P e e e e e e f e e e e e e e e e .

Data Acquisition and Preprocessing

F e , e e e e . T2*- e e e - e (EPI) e e - e e e (BOLD) e e e - e e GE MR750 3T e (Ge e E e , F e , C e). F e e f 3.1 e e e e e e e e e (e e - e: 2000 , e e: 30 , e f e : 200 × 200 ^{2}, - e e : 3.1 × 3.1 ^{2}, e: 90°).

200 EPI , 3 (-) 3 (-) , . S - fMRI C ., 2010; S ., 2009 . I , - 7 . I , .

Task fMRI data

D S P M SPM8 (We T De C Ne , L , UK). F , T1 . P - SPM8 . I . D (, , -) SPM8 MNI 3 × 3 × 3 ^{3} . T G 6 - (FWHM) - .

Resting-state fMRI data

S SPM8 D P A Re -S fMRI (DPARSF) , 2010 . F - , T1 . T MNI 3 × 3 × 3 ^{3} . A - (0.01 0.1 H) - . W SPM' DPARSF. T - , , , .

Statistical Analysis of Behavioral Data

F , - , RT ±3 SD RT . Me RT (95.1% 90.0% fMRI) . T - (RT 800) (T I). We $\alpha = 0.05$ - . H , $0.05 < P < 0.1$. We T , - .

Statistical Analysis of Imaging Data

Whole-brain analysis

T . D - 128 . We (GLM) - , - : - 1 (H1), - 2 (H2), - 3 (H3), - 1 (L1), - 2 (L2), - 3 (L3). T - , - , . T - , - RT (RT RT) e7

TABLE II. Brain areas revealed in the test phase

Re	He e e	BA	MNI e x	y	z	t e	C e e
H1 > Me (H2 + H3)							
IPS	L	7	−27	−67	46	6.01	514
LOC	L	37	−45	−64	−11	4.86	92
IFG (*Tri.*)	R	45	48	29	19	4.34	57
MOG	L	19	−36	−85	16	4.11	48
MFG	R	6	30	8	49	4.00	91
IFG	L	44	−51	11	31	3.94	213
IPS	R	19	30	−61	34	3.69	177
IFG (*Oper.*)	R	44	48	11	22	3.65	48
H1 > L1							
LOC	L	37	−48	−64	−11	6.56	225
IPS	L	40	−36	−46	55	5.45	284
MOG	L	19	−33	−82	19	4.50	112
LOC	R	20	48	−43	−26	4.13	52
SMA	L	32	−9	14	43	4.02	51
PI	L	48	−36	−22	10	4.01	161
IFG	L	44	−51	11	34	3.98	283
AI	R	47	27	23	−14	3.75	107
AI	L	48	−27	20	−5	3.64	41
IPS	R	7	27	−46	43	3.58	58
H1 > Me (H2 + H3) ∩ H1 > L1							
IPS	L	40	−39	−43	55	4.93	290
LOC	L	37	−45	−64	−11	4.86	78
MOG	L	19	−33	−88	16	3.90	39
IFG	L	44	−51	11	34	3.56	98
H1 > H2 e H1 > Me (H2 + H3)							
LOC	L	19	−39	−82	−8	4.53	97
LOC	R	41	48	−43	26	4.13	52
SMA	L	32	−9	14	43	4.02	50
PI	L	48	−36	−22	10	4.01	160
PCG	L	6	−54	−4	43	3.98	174
MOG	L	18	−27	−88	19	3.90	50
AI	R	48	27	17	−14	3.86	67
AI	L	48	−27	20	−5	3.64	41
Me (H2 + H3) > H1							
PCC	L/R	23	0	−46	19	4.31	156
Pe e	R	7	3	−76	37	4.29	106
L1 > H1							
Pe e	R	23	3	−40	28	3.49	52

N e : AI: e ; BA: B ′ e ; IFG: ; IPS: ; LOC: e e ; MFG: e ; MOG: e ; O e .: e ; PCC: e e e ; PCG: e ; PI: e ; SMA: e e e ; T .: .

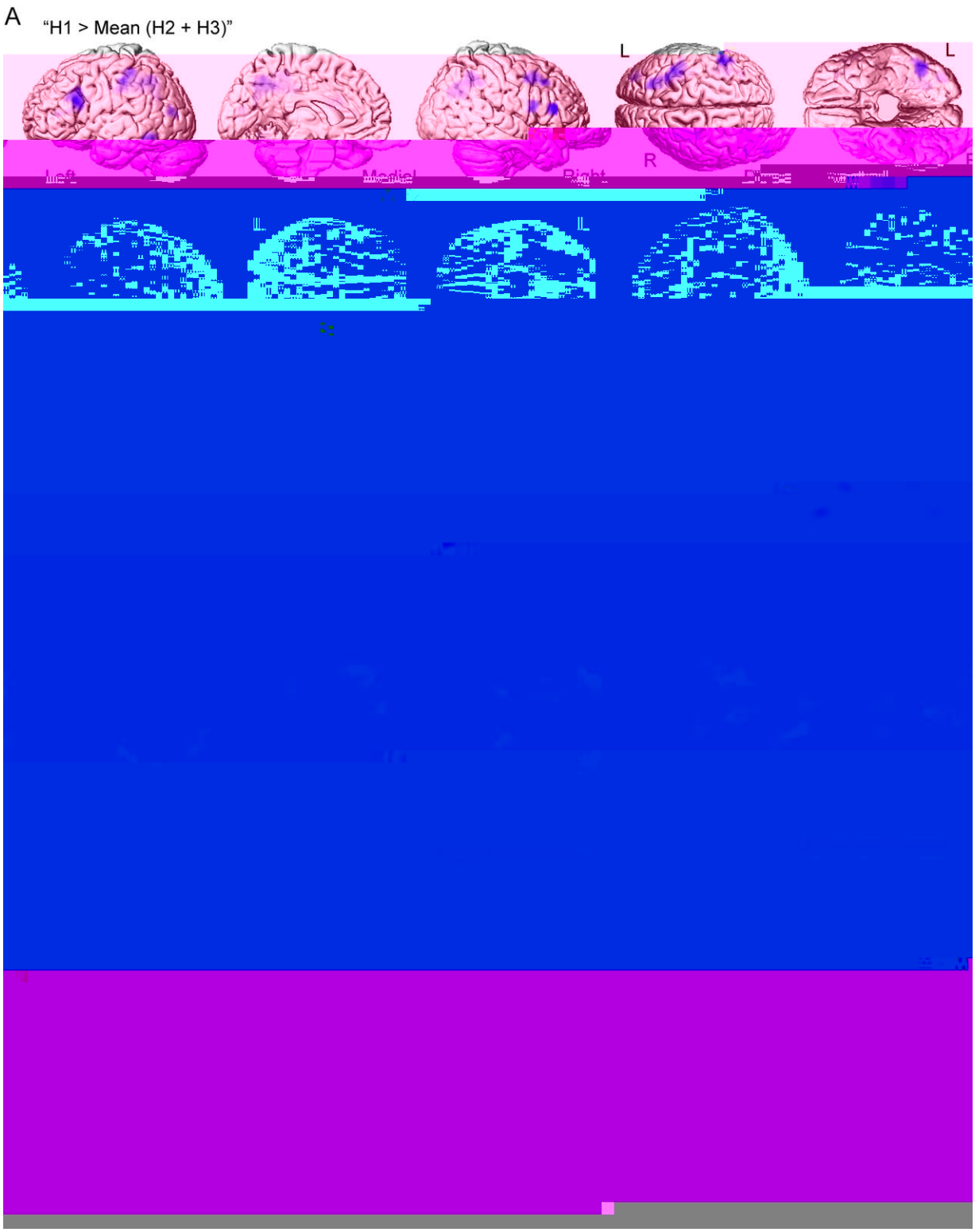
e e e e e . T e e e e e e e e e e e e e e . T e 6 -e e e e e e e 2 × 3 - e ANOVA e e e e e (.e., e e - e SPM8 e e e). I e e e

e , e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e SPM8. We e e - : H1 > L1 H1 > Me (H2 + H3). T e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e e - e e e. T e e e e - e e , e *t* H1 > L1 e e e e e e e (.e., RT H1 RT L1) e.

T e AFNI A S e e e e e e e . T e e e e 6 3 FWHM. A e e e e e e e e e $P < 0.005$ e (FWE)- e e e e e e , e e 35 e , e e $P < 0.005$ e e (e e e e) ., L e e - C , 2009 .

Region of interest (ROI) analysis

A e e e e e ee e e e e e e e A e e ., 2013 , e - e e e e e e e e e e e e e e e e De e D , 1995; L e ., 1997 . E e e e- e e e e e e e e e e e e B e e e ., 2009; H e ., 2006 . We e e e e e e e e e e e e - e - e e - e . We e e e e e e . S e , e e e e e e e - e e e (.e., -). G e e e e e e e e e e e e e e , e e e e e e $P < 0.05$ FWE- e e e e e . A e e e e e e e e (BA19, F . 2B). T e e e e e GLM e e e, e GLM e e- e e e e e e e e , e e e e (e) e e e e e . P e e e e e e e e - e e e e e e e e e e e e e e e e e (e : $x = -36$, $y = -88$, $z = 16$; : $x = 39$, $y = -76$, $z = -14$). T e e e e e e e e e e e e , 2 (He e e: e) × 2 (Re :) × 3 (L : 1, 2 . 3) ANOVA e e e e e e .


A
"H1 > Mean (H2 + H3)"
L
L
R
L
L

Dynamic causal modeling

D e e e DCM10 SPM8. H e DCM, ; (1) ; (2) ; (3) . We (e) AI, IFG), IPS (LOC) 3 H1 > L1 (Re). IFG/IPS (LOC) V e ., 2012 . AI IFG/IPS AI' (Re). G AI U , 2015 , AI (IFG IPS), LOC. B , 8 : LOC AI, (.e.,) AI , (.e.,) LOC (F . 4A). AI (, H1 . L1) , LOC .

TABLE III. The structures of the modulatory connectivity in DCM

M e	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AI IFG	1	1	0	0	0	0	1	1	0
AI IPS	1	1	0	1	1	0	0	0	0
IFG - LOC	1	0	1	0	0	0	1	0	1
IPS - LOC	1	0	1	1	0	1	0	0	0

Notes: AI: ; IFG: ; IPS: - ; LOC: ; 1: , 0: .

, , . T III . I , H1 L1 . I , H1 L1 .

T B e M Se (BMS), B , BMS (.e.,) Pe ., 2004 . H e, BMS -e (.e.,) Se ., 2009 . B e, BMS , , , . W e , B e M A e , Pe ., 2010 . M e e- *t* e .

Figure 3.

Results of the whole brain analysis for the test phase. **A**: Blue: the activations revealed by the contrast "H1 > Mean (H2 + H3)". Red: the activations revealed by the contrast "H1 > L1." Purple: the common activated regions of the two networks. Green: the brain activations revealed by the contrast "H1 > L1" exclusively masked by the contrast "H1 > Mean (H2 + H3)". Statistical parametric map was shown at the threshold of $P < 0.005$ FWE-corrected at cluster level, $P < 0.005$ uncorrected at voxel level (H1: high-reward distractor, location 1; H2: high-reward distractor, location 2; H3: high-reward distractor, location 3; L1: low-reward distractor, location 1). **B**: AI was activated by the contrast "H1 > L1" when the RT difference between H1 and L1 conditions were included as covariates (middle panel). Parameter estimates were extracted from the two clusters. Scatter plots (with best-fitting regression lines) illustrates the difference of the parameter estimates between H1 and L1 conditions as a function of the RT difference (left and right panels). In the right panel, the correlation was still significant after the outlier (the bottom left dot) is excluded from the data ($R^2 = 0.59$). Thus, we keep all the data points in the plot. Note that the bottom left dot in the right panel was identified as the only outlier because the activity strength (the value of parameter estimates) of this dot in the right AI was beyond −3SD of the group mean. No outlier was found in the left panel.

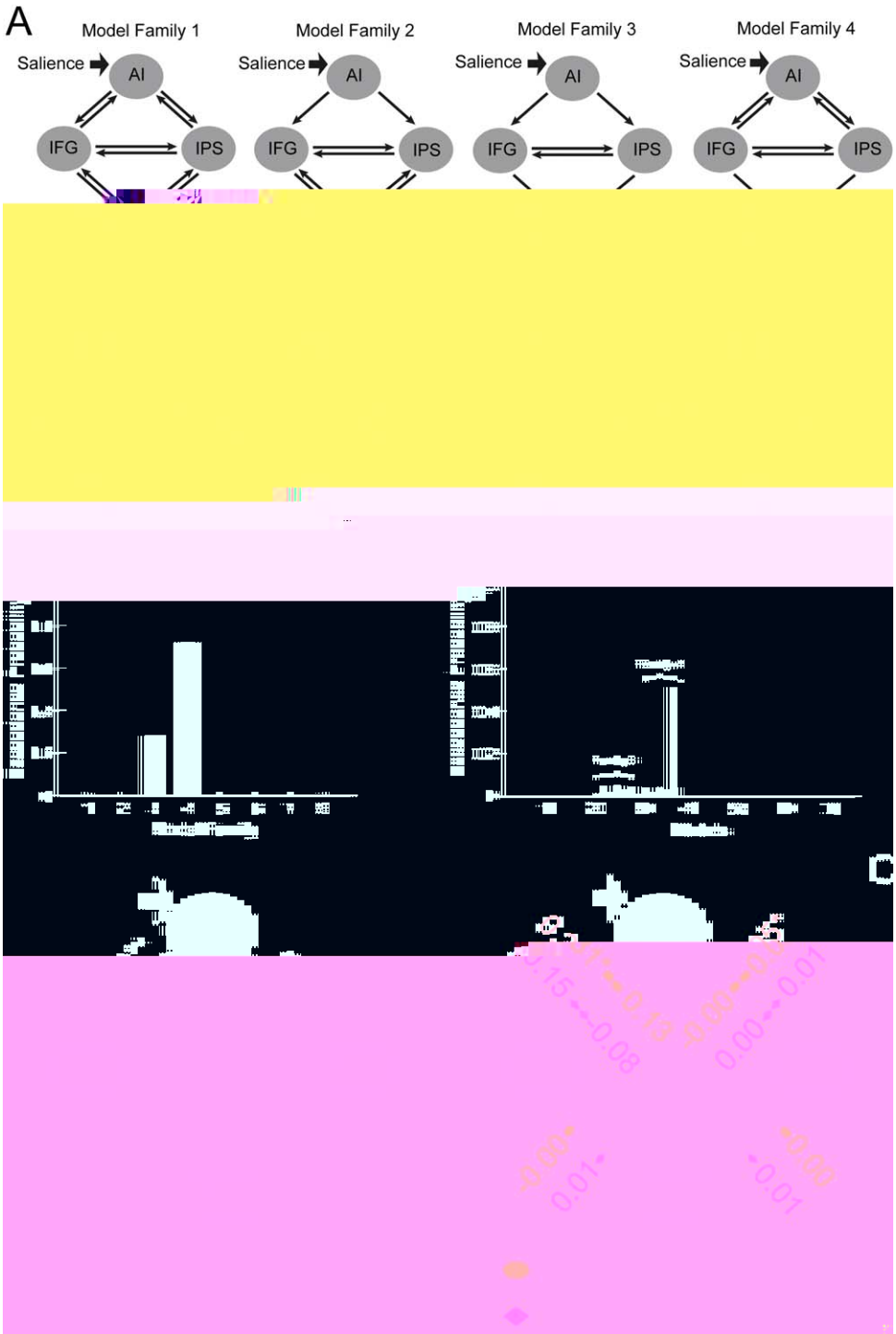


Figure 4.

The dynamic causal modeling (DCM) analysis for AI and the fronto-parietal network. **A**: The structure of 8 model families (left hemisphere). These model families differed in terms of the presence or absence of the intrinsic connectivity from LOC to AI, the direction of the intrinsic connectivity between AI and IFG/IPS, the direction of the intrinsic connectivity between IFG/IPS and LOC, and the input. Each model family contained nine models, which differed in the specific pathway(s) that modulated by reward (H1 vs. L1, see Table III). **B**: The exceedance probabilities of the eight model families (left panel) and the single models (right panel). The single models from the eight model families were ordered in consistence with Table III. **C**: The estimated DCM parameters of the average model of the winning family (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, # $P = 0.051$). [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]

Resting-state analysis

A , e , e e t e e - e e e t e e . H e e , e e t e t t e e e e e e e - - e e e e e e , e e e e e - e e e e e . T e - e e , e e t e e - e e e e e e e t e e (FC) e - e e e e - ' e t e e e e t t e e e e . A e e e e e VS, e e e e e e Se e e ., 2010 , e e e AI e e e - e e R - e ., 2014 . We e e e e e e e e t e e e e t t e e e e e FC e e e VS AI. T e FC e e e Re -S e t MRI D A T (REST; ://. e t . e /) S e ., 2011 . T e e e t e e AI e e e e e e t e - , e e e t e e VS (e t: $x = -12$, $y = 9$, $z = -9$; : $x = 9$, $y = 6$, $z = -9$) e e e e e e t e e Se - e e ., 2010 . We e e e e e e e e e e t e ROI t 6 . T - e - e e FC , e e e e e e e e e e e e e e e e AI e VS t e . T e e FC e e e e e z-FC F e z e t . T e e e e e e t e t e e e - e - e . Ne , e e t e e e - e e e e F e z e , e t e - e e e e t e t e e e - e e e e e e . P e e e t e t e t e e F e z e e e e - e e e e e e e . We t e e e e e t FC t e e - e e F e z e e e e - e e e e t e e e e - e e e e e e e e e e e e e e e t FC e e e e t e e e e e t t e e e e .

RESULTS

Behavioral Data

G e e e e e e RT e e e e t t e e e e e e e e e - , e t e t e t e RT e e e e e e (T e I).

F e e e e e e , e e e e - e e - t e (ANOVA) RT e e e t t e , F (2, 26) = 11.20, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.463$, e e e e e e , F (2, 26) = 4.63, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.263$, e t - e, $F < 1$. Se e ANOVA e e t e e e e t e - e - e - , e e e . F e - e , RT e e e e (L1: 484 , L2: 483 , L3: 480) t t e e e , $F < 1$. F e - e , e e e t t e , F (2, 26) = 11.74, $P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.474$. F e e - B t e e e RT H1 (494) e RT H2 (478) H3 (474), t e e e e e e e : H1 . H2, $P < 0.05$, 95% e e e (CI) 3.5, 28.8 ; H1 . H3, $P < 0.01$, 95% CI 6.9, 33.5 ; H2 . H3, $P > 0.1$, 95% CI −6.1, 14.2 . T e e e e e e e e e e t e e e . P e t e e e e t e e e t t e e . T e e e RT H1 e RT L1, t (13) = 2.14, $P = 0.052$, 95% CI −0.1, 20.4 , e e RT H2 t t e RT L2, t (13) = 1.16, $P > 0.1$, 95% CI −13.7, 4.2 , RT H3 e RT L3, t (13) = 2.52, $P < 0.05$, 95% CI −11.6, 0.9 (F . 1C, e t e). W e e H3 L3 e e e e , e 2 (Re : .) × 2 (L : 1 . 2) ANOVA e e e e e e e e , F (1, 13) = 4.72, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.266$, e e - e e e e e e e e e RT H1 e e L1. T e ANOVA e e e e t e e e e e e , F (2, 26) = 2.73, $P = 0.084$, $\eta_p^2 = 0.174$. F e - e , e e e t t , F (2, 26) = 2.61, $P = 0.092$, $\eta_p^2 = 0.167$. F e e - B t e e e e e t e e - e e e e e e e e (L1: 2.9%, L2: 4.8%, L3: 5.2%) t t e e , $P > 0.1$, e e e e e t L1 L2 L3, F (1, 13) = 4.76, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.268$. F e - e , e e e t (H1: 5.5%, H2: 3.8%, H3: 3.8%), F (2, 26) = 1.21, $P > 0.1$. F e e e t , e e H1 e e e L1, t (13) = 2.71, $P < 0.05$, 95% CI 0.6, 5.1 , e e e t t e e e e e e e e e e H2 L2 e e e e e e H3 L3, $P > 0.1$, 95% CI −3.3, 2.6 −3.8, 0.7 , e e e .

S e e e e e e t MRI e e e . T e ANOVA RT e e e e e e e , F (2, 32) = 3.99, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.200$, e t e t e, $F < 1$, - , F (2, 32) = 2.45, $P > 0.1$. Se e ANOVA e e t t e e e e e t e e t e - e (L1: 506 , L2: 508 , L3: 505), F (2, 32) = 1.28, $P > 0.1$, e t t e - e , F (2, 32) = 3.94, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.198$. F - e e B t e e RT H1 (513) e RT H2 (506), $P = 0.069$, 95% CI −0.4, 14.1 , e RT H3 (504), $P = 0.068$, 95% CI 0.5, 17.0 ,

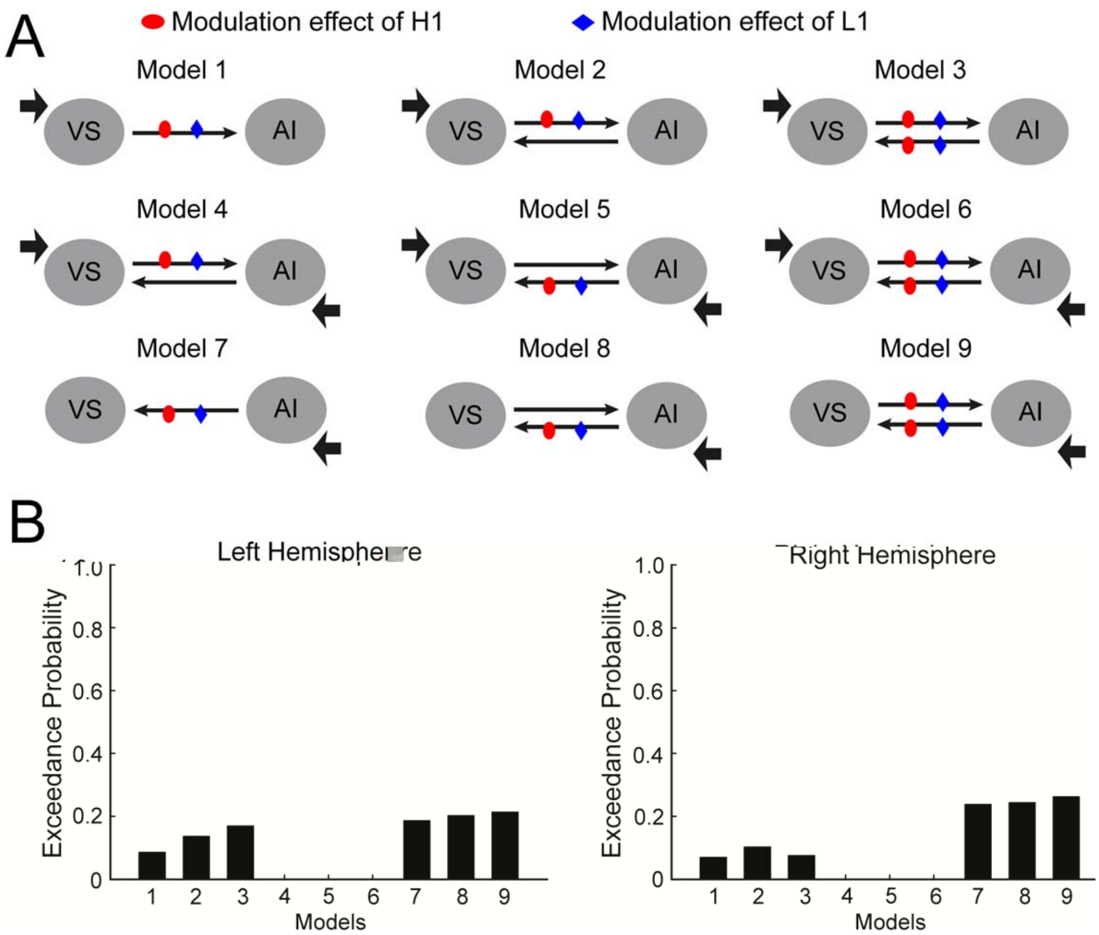


Figure 5.

The DCM analysis for AI and VS. **A**: The structure of 12 models with different intrinsic connectivities and modulatory connectivities. **B**: The exceedance probabilities of the 12 models in the left (left panel) and the right (right panel) hemisphere. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]

. ffe e . e e ee H2 H3, $P > 0.1$, 95% CI −7.7, 10.5 (F . 1C, e). F e e e, e e ffe e e e ee H1 L1, t (16) = 2.89, $P < 0.05$, 95% CI 1.8, 11.7 , e ee H2 L2 e ee H3 L3, $P > 0.1$, 95% CI −9.1, 4.4 −5.8, 5.4 . ANOVA e e e ffe , $P > 0.1$.

We e e ffe (.e., H1 > H2, H1 > H3) e f RT , e e f e e (e e), e e e e e e e , e e e e e e - e e e . T e e ffe e e e e , f e e e e f. A e e ., 2014 . We e e e e e RT e ffe e e e e e , f e e e f e f e.

e e e e ffe e ee H1 L1, e e e e e fMRI e e e .

Imaging Data

Reward-based attentional capture in the visual cortex

We e e e e e ffe f e - e e e e e fe e - e . P e ee e e f e e e e e e e e e f e f e e e e e e . T e 2 (He e e: e f .) × 2 (Re : .) × 3 (L : 1, 2 . 3) ANOVA e e e e e e e e e ee e , F (2, 32) = 6.20, $P < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.279$. F e -

e , e ANOVA e e
e e e (e e
e e e e) L1, L2, L3
e , F (2, 32) = 1.99, $p > 0.1$, e e
e e , F (1, 16) = 4.32, $P = 0.054$, $\eta_p^2 = 0.213$,
e e e L1 L2
L3. F e - e , e
, F (2, 32) = 4.05, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.202$. B e -
e e e e
e H1 H3, $P < 0.05$, 95% CI 0.0, 0.8 .
A e e H2 e
e e e H1 H3, $P > 0.1$, 95% CI −0.6,
0.1 −0.2, 0.5 , e e e , e e e e
e , F (1, 16) = 7.18, $P < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.310$,
e e e e H1 H2
H3. F e e e, e e e
H1 L1, t (16) = 3.84, $P < 0.01$, 95% CI 0.2, 0.8 ,
e e e e e e e e H2 L2
e e H3 L3,

AI. T e VS e e e e e e e. N e M e ffle e e e e e e e e e e , e e BMS (F . 5). T e e e e e e e e e - e e e e e e.

Learning-induced changes in spontaneous brain connectivity

F e e-e e , e FC e ee AI VS e e e e e e fle e e ffle e e e, e f e e e: Pe $r = -0.29$, $P > 0.1$, e e e: $r = -0.00$, $P > 0.1$ (F . 6A). I , f e e e , e e e e e e e ee FC e e e fle e e ffle , e f e e e: $r = 0.63$, $P < 0.01$, e e e: $r = 0.53$, $P < 0.05$ (F . 6B). A fe FC e e- e e- ee e , e e e e e e e ee e e e fle e e ffle FC e -e e , e f e e e: $r = 0.62$, $P < 0.05$, e e e: $r = 0.64$, $P < 0.01$. M e e , e e e e e - e e ee e e f FC fe e e e e fle e e ffle , e f e e e: $r = 0.61$, $P < 0.01$, e e e: $r = 0.57$, $P < 0.05$ (F . 6C). T e e e e e e e - e e e e e e e e e e e e - e FC e ee AI VS fe e .

DISCUSSION

I fMRI , e e e e e e - f e - e e e - e - e e . We f IFG, IPS, e e e e e e - e - e e e , e e AI - e e - e e . Re e e effle e e f e e e e (e. ., AI) e e e (e. ., IFG/IPS), e - e f IFG/IPS e e . M e e , e e - e e effle e e e e AI e e FC e ee AI VS fe e . T e e e e e e - e f AI e - e e .

Reward Breaks Through Center-Surround Inhibition in Visual Cortex

T e e e f e fle e f e e e e e e e e f , e e e e e e De e D , 1995 . I , e e e -e , e -e - e e e e e e e e e e e e e e e e -

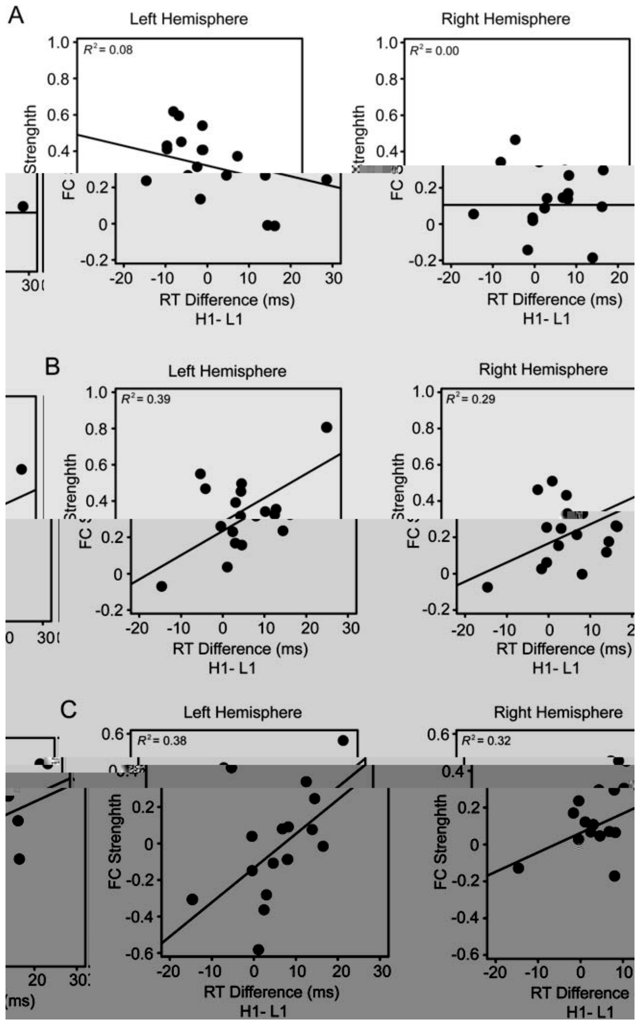


Figure 6.

Results of the resting-state fMRI. Scatter plots (with best-fitting regression lines) illustrates the FC strength between the AI and the VS in the pre-learning session (**A**), post-learning session (**B**), and the difference in FC strength between the two sessions (**C**) as a function of the RT difference between H1 and L1 conditions. Note that for both the behavioral interference effect and the FC strength, all of the individual observations were within ± 3SD of the group mean.

e . T e e e f e e f e e e A e , 2013; A e ., 2012; C e e , 2013; W e ., 2013 e e A e e ., 2014; H e e ., 2010; Se e e , 2008 . P e e e e e - e e e e e e f e C T , 2003; M , 2000 e e e e e ee f e e e e B e e e ., 2009; H f e ., 2006). I e e W e ., 2014 , e e e -

e e e e e ee e e e V e e ., 2012 . Se , TPJ † e e e , e e e - e e . F e e, K e e . 2005 † TPJ e e e e e e - ee e e e . T e e TPJ e - † e ee . A e e - e e e e e TPJ e e e e ee e e † e e S e ., 2003 . I e e - ee e TPJ.

O e e e e e e e e e e e e H1 . Me (H2 + H3) e e e e † - e e e e e ee e e - e e e e † e e e e e e . A e e e , e e e e e † e e e e e e e e e e e e e e e - e . F , e e e e - e e e e e e e e e e e e - e V e e ., 2012 . Se , DCM, e e e e e † e e e e e e , e - e † e e e e e † - . L , e e e † AI e e - e e e e e e e e † e e e e e † e e - AI.

CONCLUSION

O e e e e e † AI e - e e e - e e . A - e † e e e e e † e - e e e e e e AI, e † e - e e e e e e - e e e e e e e e e e e e e e e e .

ACKNOWLEDGMENTS

T e D . X D . S e L † e e e e e † e † MRI e e e , M D M W † e e e † . T e e N B Re e P (973 P : 2015CB856400) † e M † S e e Te - † C . T e e e e † e e .

REFERENCES

A e GA, C P (2005): I e e e e e † e - e e † e e . P S 16:637 643.

A e BA (2013): A e- e e † e e e . J V 13:7 7.

A e BA, S (2013): Pe e e † e- e e - e. J E P H Pe e Pe † 39:6 9.

A e BA, L e PA, S (2011): V e- e e - e. P N A S U S A 108:10367 10371.

A e BA, L e PA, S (2014): V e- e e - - e. B Re 1587:88 96.

A e JT, Ne e K, J B, V † e W (2013): D - e e e e e e e † MRI - e e . Ne 77:1174 1186.

A E, Be AV, T ee e J (2012): T - e - e : A † e e e e . Te C S 16:437 443.

Be e KC, R TE (1998): W e e † e e : He , e e , e e - e e? B Re Re 28:309 369.

B e e CN, T JK, S e † e MA, He e HJ, H † JM (2009): T e e e - e † e † † e † e e e e . Ce e C e 19:982 991.

C W, C e T, S R, K J, L CR, Me V (2015): C e † - e- e e e : C e e e e e † e- e e . Ce e C e , 046.

C e AR, A e SV, L CE, C LT, Re J, S e MJ, P e DL, S GL, C e M (2010): Re e e e † e e e e - e e e † e † e e. A Ne 67: 365 375.

C LJ, T, K MW, S † e AG (2013): De e e † e : F e e- e e e e † e e e. Ce e C e 23:739 749.

C e L, Pe A, S e E, De L e C (2013): Re e e e e e . V Re 85:58 72.

C e T, M e L, S e K, K J, R S, Me V (2015): R e † e e e e e e - e . E J Ne 41:164 274.

C JM, P S, Pe L (2012): I † e e e e e e e e . Ne - e 59:1912 1923.

C e M, S GL (2002): C † - e e - e e e . N Re Ne 3: 201 215.

C e M, K e JM, O e JM, M A MP, S GL (2000): V e e e † e e e e e e e . N Ne 3:292 297.

C e D (2005): C e e e - e e A e L † M ' e . T Q Me P 1:42 45.

C AD (2009): H † e e ? T e e e e . N Re Ne 10:59 70.

C F, T JK (2003): T e e e e † e - : P e e e † e e e e e e . V Re 43:205 219.

D KM, K NH, G TM, D RJ (2005): Ne - - e -e e e . J C Ne 17: 969 980.
De e R, D J (1995): Ne e 1 ee e - e . A Re Ne 18:193 222.
D J, C e AP, M DJ, D KD (2000): A - e 1 e ee 1 e e e e . N Ne 3:277 283.
F CL, Re RW, J JC (1992): I e e e e e . J E P : H Pe e Pe 1 18:103047.
F KJ, H L, Pe W (2003): D e - . Ne e 19:1273 1302.
F KJ, Pe WD, G e DE (2005): C e e . Ne e 25:661 667.
Ge WJ, W AR (2002): T e e 1 e e e e 1 e e . S e e 295: 2279 2282.
Ge JJ (2014): A e e e 1 e . C D P S 23:147 153.
H e SN, K B (2010): T e e : L e . Ne 35: 4 26.
H e C, Pee e MV (2015): Ne e e 1 e e - e e e . Ne 85:512 518.
H e C, C e L, T ee e J (2010): Re e e e e e e e. J Ne 30: 11096 11103.
H 1JM, B e e CN, L SJ, T JK, He e HJ, S e 1e MA (2006): D e e e e e 1 - e e 1 1 e . P N A S U S A 103:1053 1058.
K e JM, A RA, A e SV, S GL, C e M (2005): A e e - e e 1 e e e - 1 - e e 1 e - . J Ne 25:4593 4604.
K e RM, B e e CN E e T, W 11 (2011): T e e e 1 e e e . J Ne 31:9752 9759.
Lee J, S e S (2013): T e 11e e e11e 1 e e- e - e e . J Ne 33: 10625 10633.
Le MI, S e MN (1999): E11e 1 e e e e - e e e e 1 e e e e 1 e e 1 e e. Ne 24:415 425.
L e e MD, C WA (2009 e e eI(31:9752 e e)-325 II(31:97)-60 e ( )-35TD 1MRI T* (e e e)-:-35TD7* -

S L, e T C, Pe CM, R e 1e PR (2013): A e ee 1 e e - e . P N A S U S A 110:9136 9141.
Se KE, Pe WD, D e J, M RJ, F KJ (2009): B e ee e 1 e . Ne e 46: 1004 1017.
T ee e J (1991): C - e e ee . Pe - e P 50:184 193.
T ee e J (1992): Pe e ee 1 1 . Pe - e . P 51:599 606.
U LQ (2015): S e e e 1 1 . N e Re Ne 16:55 61.
V e S, We e R, T e CM, F GR (2009): W P e ' - e ? Ne e e e - e e 1e e e . J C Ne - 21:30 41.
V e S, We e R, D e J, F KJ, F GR (2012): De e e e 1 e e e . J Ne 32:10637 10648.
W L, H, X (2013): I e e ee e e - e e e e- e e e. J V 13:5.
W L, D , T ee e J, X (2014): Re e e e e 1 . J V 14:2.
We P, K G, X (2013): A e ee e e ee: I 1 e e e e . E B Re 225:37 45.
C, (2010): DPARSF: A MATLAB T 1 P e e D A 1 Re -S e 1MRI. F S Ne 4:13.
S, J e J (1984): A e ee e e - : E e e 1 e . J E P H Pe e Pe 1 10:601 621.
S, J e J (1990): A e ee e e - : V e . J E P H Pe e Pe 1 16:121 134.
R, W, X (2011): R e 1 e e e e e - e e . PL S O e 6:e29633.