



**THE OVERLAPPING BRAIN REGION ACCOUNTING FOR THE
RELATIONSHIP BETWEEN PROCRASTINATION AND IMPULSIVITY:
A Voxel-BASED MORPHOMETRY STUDY**

PEIWEI LIU E TINGYONG FENG

**A REGIÃO SOBREPOSTA DO CÉREBRO QUE RESPONSABILIZA A RELAÇÃO
ENTRE PROCRASTINAÇÃO E IMPULSIVIDADE: UM ESTUDO DE
MORFOMETRIA BASEADO EM Voxel**

Neuroscience 360 | 2017

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.07.042>

**TRADUÇÃO LIVRE
FRANCIELE MAFTUM**

A procrastinação é um comportamento problemático prevalente que traz sérias consequências, como níveis mais baixos de saúde, riqueza e bem-estar. Pesquisas anteriores verificaram que a impulsividade é um dos traços mais fortemente correlacionados com a procrastinação. No entanto, pouco se sabe sobre por que existe uma estreita relação comportamental entre eles. Para abordar essa questão, usamos a morfometria baseada em voxel (VBM) para explorar os substratos neurais comuns entre a procrastinação e a impulsividade. Em linha com achados anteriores, os resultados comportamentais mostraram uma forte correlação comportamental entre procrastinação e impulsividade. Os resultados de neuroimagem mostraram que a impulsividade e a procrastinação compartilhavam os fundamentos neurobiológicos comuns no córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC) com base nos dados de 85 participantes (amostra 1). Além disso, a análise de mediação revelou que a impulsividade mediou o impacto dos volumes de matéria cinzenta (GM) dessa região sobreposta no DLPFC na procrastinação em outros dados de 84 participantes independentes (amostra 2). Em conclusão, a região do cérebro sobreposta no DLPFC seria responsável pela estreita relação entre procrastinação e impulsividade. Como um todo, o presente estudo amplia nosso conhecimento sobre procrastinação e fornece uma nova perspectiva para explicar a estreita relação impulsividade-procrastinação.

Palavras-chave: procrastinação, morfometria.

A procrastinação é um fenômeno generalizado (Kachgal et al., 2001; Steel, 2007). Aproximadamente 15-20% dos adultos são classificados como procrastinadores crônicos (Harriott et al., 1996). A procrastinação, como Steel (2007) revisou, é o fenômeno em que os indivíduos “atrasam voluntariamente um curso de ação pretendido, apesar de esperarem piorar com o atraso”. Como resultado, essa falha autorreguladora leva os procrastinadores a ter níveis mais baixos de saúde, riqueza e bem-estar (Sirois, 2004; Steel, 2007).





A impulsividade é uma predisposição para reações precipitadas e não planejadas a estímulos, independentemente das consequências negativas dessas reações para indivíduos impulsivos ou para outros (Fischer et al., 2008; Moeller et al., 2001). Verificou-se que a impulsividade é um dos traços mais fortemente correlacionados com a procrastinação, moderadamente correlacionado com a procrastinação em 0,41 em uma pesquisa de meta-análise (Steel, 2007). Alguns estudos também descobriram que os procrastinadores preferem recompensas imediatas às futuras nas escolhas intertemporais (Wu et al., 2016a) e são incompetentes para adiar a gratificação (Van Eerde, 2003), o que indica um alto nível de impulsividade deles (Steel e Konig, 2006). Entretanto, pouco se sabe sobre os substratos neurais subjacentes à relação entre procrastinação e impulsividade.

Essa alta correlação pode ser atribuída à falta de capacidade de autocontrole. O autocontrole era a capacidade de anular ou mudar as próprias respostas internas, bem como interromper tendências comportamentais indesejadas (como impulsos) e abster-se de agir sobre elas (Carver e Scheier, 2012; Tangney et al., 2004). Diante dos objetivos de longo prazo, os procrastinadores frequentemente adiam o trabalho para obter benefícios de curto prazo (Steel, 2007; Steel e Klingsieck, 2016). Esses comportamentos míopes são atribuídos à deficiência da capacidade de autocontrole. Indivíduos sem capacidade de autocontrole são incapazes de suprimir o desejo de tentação imediata ou agradável (Ferrari e Emmons, 1995; Pychyl et al., 2000). Além disso, alguns estudos mostraram que a capacidade de autocontrole tem uma estreita associação com a impulsividade (Baumeister, 2002; Spinella, 2004). A perda de controle faz com que as pessoas não resistam a comportamentos impulsivos, por exemplo, abuso de drogas (Bechara, 2005; Bickel et al., 2012), compra impulsiva (Rose, 2007; Vohs e Faber, 2007) e dependência alcoólica (Fox et al., 2012). al., 2008). Assim, essa capacidade de autocontrole que facilita metas de longo prazo deve ser destacada como um componente central para entender a estreita relação impulsividade-procrastinação.

Além disso, alguns estudos empíricos foram realizados utilizando metodologia genética comportamental. Verificou-se que a procrastinação e a impulsividade compartilham uma variação genética considerável (1,0), e a variação na capacidade de gerenciamento de metas é responsável por grande parte dessa variação genética compartilhada (Gustavson et al., 2014). Embora outros pesquisadores que coletam amostras maiores de gêmeos na Austrália tenham descoberto que a correlação genética entre impulsividade e procrastinação é realmente cerca de 0,3 (ou 0,2) do que 1,0 (Loehlin e Martin, 2014), essa estreita relação genética não pode ser ignorada. Além disso, alguns estudos de treinamento de habilidades de gerenciamento de metas mostram que os indivíduos se dedicarão mais ao comportamento orientado a metas se a inibição e a capacidade de controle forem aprimoradas pela listagem e monitoramento de submetas (Levine et al., 2000) e usando alertas auditivos periódicos (Manly et al. al., 2002). Parece que o autocontrole ou distração inibidora é uma das habilidades básicas necessárias para melhorar a capacidade de gerenciamento de metas. Assim, a capacidade de autocontrole pode ser responsável pela relação impulsividade-procrastinação. Neste estudo, usamos a morfometria baseada em voxel (VBM) para comparar a estrutura cerebral correlacionada com a procrastinação à impulsividade.





A impulsividade é uma predisposição para reações precipitadas e não planejadas a estímulos, independentemente das consequências negativas dessas reações para indivíduos impulsivos ou para outros (Fischer et al., 2008; Moeller et al., 2001). Verificou-se que a impulsividade é um dos traços mais fortemente correlacionados com a procrastinação, moderadamente correlacionado com a procrastinação em 0,41 em uma pesquisa de meta-análise (Steel, 2007). Alguns estudos também descobriram que os procrastinadores preferem recompensas imediatas às futuras nas escolhas intertemporais (Wu et al., 2016a) e são incompetentes para adiar a gratificação (Van Eerde, 2003), o que indica um alto nível de impulsividade deles (Steel e Konig, 2006). Entretanto, pouco se sabe sobre os substratos neurais subjacentes à relação entre procrastinação e impulsividade.

Vale a pena dar mais atenção à região pré-frontal que é parte central do processo de controle cognitivo ou autocontrole (Miller, 2000). Um estudo descobriu que quando as pessoas que fazem dieta se controlam para tomar decisões de longo prazo de rejeitar a maioria dos alimentos saborosos, mas não saudáveis, haverá maior atividade no córtex pré-frontal ventromedial (vmPFC) e no córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC) (Hare et al., 2009). Pelo contrário, se os indivíduos tiverem menor capacidade de controle de suprimir o paladar ou o apetite dos alimentos, eles estarão mais propensos a se tornarem obesos e a ter volumes menores de massa cinzenta (GM) no DLPFC (Pannacciulli et al., 2006; Brooks et al., 2013). Além disso, a interrupção transitória no córtex pré-frontal lateral (LPFC) por estimulação magnética transcraniana repetitiva de baixa frequência (rTMS) desencadeia uma preferência crescente por recompensas imediatamente disponíveis na escolha intertemporal (Figner et al., 2010).

Alguns estudos de morfologia mostraram que esses comportamentos impacientes estão associados a um menor volume de GM no LPFC (Bjork et al., 2009) e córtex pré-frontal medial (mPFC) (Cho et al., 2013). Da mesma forma, procrastinadores e indivíduos impulsivos também precisam da capacidade de autocontrole para fazer uma escolha racional, independentemente da tentação desejável (Steel, 2007). Além disso, o estudo VBM descobriu que o pequeno volume do córtex orbitofrontal (OFC) e do córtex cingulado anterior (ACC) está relacionado à alta impulsividade (Matsuo et al., 2009). No entanto, tanto quanto sei, há pouco estudo VBM sobre procrastinação. O mero estudo de fMRI em estado de repouso indica que a procrastinação tem uma relação próxima com DLPFC (Zhang et al., 2016), vmPFC e córtex pré-frontal lateral ventral (Wu et al., 2016b). Tomados em conjunto, previmos que tanto a impulsividade quanto a procrastinação estariam inversamente correlacionadas com os volumes GM de algumas regiões semelhantes no córtex pré-frontal. No presente estudo, empregamos VBM para explorar pistas de substrato neural responsáveis pela estreita relação comportamental entre impulsividade e procrastinação. Primeiro, na amostra 1, usamos a escala de procrastinação geral e a escala de impulsividade de Barratt para avaliar o nível de procrastinação e impulsividade dos indivíduos, respectivamente. Em seguida, para identificar os substratos neurais responsáveis por sua relação, realizamos a análise VBM de cérebro inteiro para detectar e comparar os volumes regionais de GM correlacionados com impulsividade e procrastinação também na amostra 1.





Finalmente, a fim de explorar o papel dos volumes GM em regiões emergentes da análise de todo o cérebro acima sobre a relação entre impulsividade e procrastinação, e examinar a confiabilidade dos resultados acima também, extraímos os volumes GM da região sobreposta do cérebro em outro grupo de participantes (amostra 2). Posteriormente, foi realizada uma análise de mediação entre os volumes GM da região cerebral relacionada, impulsividade e procrastinação.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Participantes

A amostra 1 foi composta por 85 estudantes universitários saudáveis (55 mulheres; $M = 20,53$ anos, $DP = 2,07$ anos) da Southwest University (China). A amostra 2 foi composta por 84 universitários saudáveis (51 mulheres; $M = 19,51$ anos, $DP = 1,35$ anos) da mesma população, porém independente dos participantes da amostra 1. Todos os participantes eram destros e apresentavam -Visão normal. Nenhum tinha história de transtorno neurológico ou psiquiátrico. Todos os participantes se ofereceram para participar deste estudo e receberam consentimento informado antes da participação. O estudo foi aprovado pelo Institutional Review Board da Southwest University. Após o experimento, todos os participantes foram compensados com alguns pagamentos.

Medidas

Procrastinação. Os níveis de procrastinação são avaliados com a escala de procrastinação geral (Lay, 1986), que é usada com mais frequência para medir a procrastinação (Dewitte e Lens, 2000; Gustavson et al., 2014; Spada et al., 2006). A escala é composta por 20 itens e possui formato de resposta do tipo Likert de 5 pontos, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). Essa escala é unidimensional e seus escores totais são usados como indicador do nível de procrastinação dos participantes (Howell et al., 2006; Pychyl et al., 2000). Escores mais altos indicam alta tendência à procrastinação. Foi relatado que o coeficiente alfa de Cronbach é 0,82 (Lay, 1986). Neste estudo, a confiabilidade na amostra 1 e na amostra 2 é adequada (coeficiente alfa de Cronbach = 0,898, 0,838, respectivamente).

Impulsividade. A escala de impulsividade Barratt versão 11 (BIS-11) (Patton et al., 1995) é um questionário de auto-relato de 30 itens projetado para avaliar os traços impulsivos do indivíduo. Todos os itens são respondidos usando um formato de resposta do tipo Likert de 4 pontos (Raramente/Nunca, Ocasionalmente, Frequentemente, Quase Sempre/Sempre). O BIS possui três subescalas: atenção (mudanças rápidas e impaciência com a complexidade), motora (ação impetuosa) e impulsividade não planejada (falta de orientação para o futuro). A pontuação produz uma pontuação total e pontuações totais mais altas significam níveis mais altos de impulsividade do traço (Patton et al., 1995). O coeficiente alfa de Cronbach na amostra 1 e na amostra 2 são 0,798 e 0,795, respectivamente.





Aquisição e pré-processamento de dados de ressonância magnética

As imagens estruturais foram adquiridas em um aparelho 3.0-T Siemens Trio MRI (Siemens Medical, Erlangen, Alemanha). Foi utilizada uma bobina de cabeça circularmente polarizada de 16 canais, com estofamento de espuma para restringir o movimento da cabeça. As imagens anatômicas ponderadas em T1 de alta resolução foram adquiridas usando uma sequência de eco gradiente rápido preparada por magnetização (MPRAGE), com um total de 128 cortes com espessura de 1,33 mm e resolução no plano de 1x1mm² (TR = 2530 ms; TE = 3,39 ms; ângulo de giro=7°; FOV=256 256mm²). Todas as imagens foram obtidas na orientação sagital.

As imagens de RM estruturais adquiridas foram processadas usando o software SPM12 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>) implementado em Matlab R2009a (MathWorks Inc., Natick, MA, EUA). Primeiramente, para melhor registro das imagens, todas as imagens anatômicas ponderadas em T1 exibidas no SPM12 foram reorientadas manualmente para posicionar a comissura anterior na origem do espaço tridimensional do Montreal Neurological Institute (MNI). Em seguida, as imagens foram segmentadas em substância cinzenta, substância branca e líquido cefalorraquidiano (Ashburner e Friston, 2005). Em seguida, o algoritmo DARTEL foi usado para gerar um modelo específico de grupo com base nos participantes. Para cada participante, foi criado um campo de fluxo armazenando as informações de deformação para deformar as digitalizações dos participantes no modelo. Estes foram usados para normalizar espacialmente imagens de matéria cinzenta para o espaço MNI usando normalização espacial afim conforme implementado no algoritmo de normalização incluído na caixa de ferramentas DARTEL. A fim de preservar os volumes GM dentro de um voxel, as imagens foram moduladas usando os determinantes Jacobean derivados da normalização espacial pelo DARTEL. Finalmente, os dados foram suavizados espacialmente com um kernel gaussiano de 8 mm de largura total na metade do máximo (FWHM) para aumentar a relação sinal-ruído.

Análise VBM

A análise estatística dos dados de volumes de substância cinzenta (GM) foi realizada usando o software SPM12. Na análise de todo o cérebro, realizamos uma regressão linear múltipla para identificar regiões onde os volumes de GM estavam correlacionados com diferenças individuais na procrastinação medida pelo GPS nos dados da amostra 1 (dados de 85 participantes). Os escores do GPS foram utilizados como variável de interesse nessas análises. Estudos anteriores sugeriram que alguns aspectos das assimetrias cerebrais interagiram com o gênero (Kulynych et al., 1994), e a idade também teve um efeito significativo na morfologia cerebral (Good et al., 2001). Assim, para descartar as possíveis variáveis de confusão, idade e sexo foram inseridos como covariáveis no modelo de regressão. Os volumes globais de GM foram adicionados como uma medida global para escala global proporcional (Peelle et al., 2012). Os volumes globais de GM ou os volumes de GM de qualquer ROI foram calculados pelo script MATLAB "get_totals" fornecido por Ridgway (http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/g.ridgway/vbm/get_totals.m).





Aplicamos o mascaramento explícito usando a caixa de ferramentas de mascaramento específica da população no SPM12 para restringir os volumes de pesquisa dentro do GM- (<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/g.ridg-way/masking/>). Essa abordagem foi usada em vez de mascaramento de limiar absoluto ou relativo para diminuir o risco de falsos negativos causados por mascaramento excessivamente restritivo, e voxels potencialmente interessantes foram excluídos da análise estatística (Ridgway et al., 2009). Para todas as análises, foi realizada simulação de Monte Carlo para correção de comparações múltiplas utilizando o programa AlphaSim no software REST (<http://restfmri.net/forum/index.php>). Os parâmetros foram os seguintes: p-valor de voxel individual = 0,001, 5.000 simulações, bilateral, raio de conexão do cluster = 5 mm (conexão de borda) (Wang et al., 2014), com máscara de cérebro inteiro. De acordo com as simulações, um nível de significância corrigido de $p < 0,05$ pode ser alcançado com um limiar de agrupamento espacial de 141 voxels e limiar de altura de voxel individual $p < 0,001$. O mapa da correlação entre os volumes de GM e as pontuações de GPS foi sobreposto em um modelo fornecido pelo xjView toolbox (<http://www.alivelearn.net/xjview>, um programa de visualização para SPM) para exibição. Posteriormente, realizamos outra nova regressão linear múltipla para repetir o procedimento acima usando quase os mesmos parâmetros. A única diferença foi que a variável de interesse nessas análises foi a impulsividade avaliada pelo BIS.

Para comparar a base da estrutura neural da procrastinação com a da impulsividade, realizamos uma análise de conjunção (Nichols et al., 2005) com base nas regiões cerebrais correlacionadas após múltiplas comparações acima. Depois disso, obtivemos a máscara cerebral binária sobreposta. E então, extraímos os volumes GM desta máscara de sobreposição na amostra 2. Finalmente, uma análise de mediação foi realizada pelo procedimento INDIRETO (Preacher e Hayes, 2008) com 5000 amostras de bootstrap para explorar a relação entre os volumes de GM da região do cérebro sobreposta, impulsividade e procrastinação.

Resultados

Resultados comportamentais

Os resultados comportamentais demonstraram que, de acordo com estudos anteriores, os escores do inventário de impulsividade foram significativamente associados positivamente com os escores do inventário de procrastinação ($r = 0,69$, $p < 0,001$; amostra 1).

Resultados VBM

Primeiro, para explorar as regiões do cérebro correlacionadas com a procrastinação, realizamos uma análise de regressão múltipla na amostra 1. Nesta análise, a procrastinação foi o preditor, e idade, sexo e volumes globais de GM foram covariáveis. Após a correção de comparações múltiplas, os escores do GPS foram correlacionados apenas negativamente com os volumes GM no giro pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC; giro frontal médio esquerdo; $x = 38$, $y = 49$, $z = 27$; $t = 3,74$, tamanhos de cluster = 320, $p < 0,05$, corrigido; ver Fig. 1B, Tabela 1).



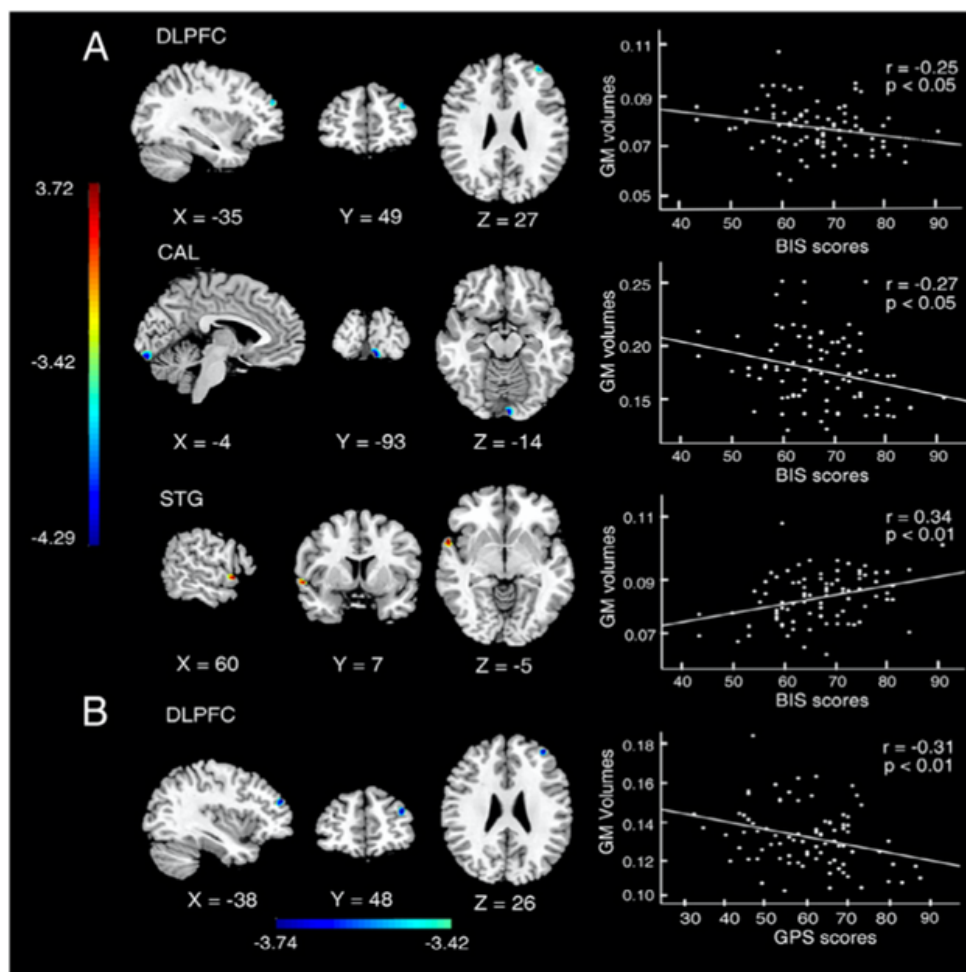


Fig. 1. A correlação entre os volumes do GM e os escores do BIS (A) e os escores do GPS (B) na amostra 1. A: Os escores do BIS foram negativamente correlacionados com os volumes do GM no DLPFC esquerdo (giro frontal médio) e CAL esquerdo (calcarino esquerdo giro), enquanto positivamente correlacionado com os volumes GM no GST direito (giro temporal superior; $p < 0,05$, corrigido). B: Os escores do GPS foram correlacionados negativamente com os volumes do GM no CPFDL esquerdo (giro frontal médio; $p < 0,05$, corrigido).

Brain region	MNI	t	Cluster size
Only –			
Left middle frontal gyrus	-38, 49, 27	-3.74	320

Note: Sample 1; only –: the brain regions negatively correlated with procrastination ($p < 0.05$, corrected).

Tabela 1. Áreas da estrutura cerebral correlacionadas significativamente com a procrastinação





Em seguida, para explorar as regiões do cérebro correlacionadas com a impulsividade, realizamos uma análise de regressão múltipla também na amostra 1. Diferentemente, nesta análise, a impulsividade foi o preditor, e idade, sexo e volumes globais de GM foram covariáveis. Após a correção de comparações múltiplas, os escores do BIS foram correlacionados negativamente com os volumes de GM no giro pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC; giro frontal médio esquerdo; $x = 36, y = 51, z = 27$; $t = 3,90$, tamanhos de cluster = 189, $p < 0,05$, corrigido; ver Fig. 1A, Tabela 2) e o giro calcarino esquerdo ($x = 3, y = 93, z = 14$; $t = 4,29$, tamanhos de cluster = 456, $p < 0,05$, corrigido), enquanto positivamente correlacionado com os volumes de GM no giro temporal superior direito ($x = 60, y = 10, z = 5$; $t = 3,72$, tamanhos de cluster = 207, $p < 0,05$, corrigido).

Além disso, também realizamos essa análise de VBM do cérebro inteiro na amostra 2. O resultado mostrou que os escores de GPS foram negativamente correlacionados com os volumes de GM no giro pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC; giro frontal médio esquerdo; $x = 33, y = 36, z = 37,5$; $t = 5,73$, tamanhos de cluster = 1207, $p < 0,05$, corrigido; ver Fig. 2B). Além disso, os escores do BIS foram negativamente correlacionados com os volumes GM no giro pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC; giro frontal médio esquerdo; $x = 33, y = 39, z = 42$; $t = 5,43$, tamanhos de cluster = 986, $p < 0,05$, corrigido; ver Fig. 2A). Portanto, o resultado VBM baseado na amostra 2 pode replicar o resultado DLPFC na amostra 1.

A Fig. 3 mostra as áreas sobrepostas no DLPFC esquerdo identificadas para procrastinação e impulsividade na amostra 1 e na amostra 2 (ver Fig. 3).

Brain region	MNI	T	Cluster size
Only –			
Left middle frontal gyrus	–36, 51, 27	–3.90	189
Left calcarine gyrus	–3, –93, –14	–4.29	456
Only +			
Right superior temporal gyrus	60, 10, –5	3.72	207

Note: Sample 1; only +: the brain regions positively correlated with impulsivity (cluster sizes > 141 ; $p < 0.05$, corrected); only –: the brain regions negatively correlated with impulsivity ($p < 0.05$, corrected)

Tabela 2. Áreas da estrutura cerebral correlacionadas significativamente com a impulsividade

A análise da mediação

A fim de explorar o modo de influência variante dessa estrutura neural semelhante na procrastinação e impulsividade e examinar a confiabilidade dos resultados do VBM, a análise de mediação foi realizada em outro grupo de participantes (amostra 2). Identificamos a máscara DLPFC sobreposta com base nas regiões cerebrais correlacionadas após múltiplas comparações na amostra 1 e, em seguida, extraímos os volumes GM de acordo com a máscara DLPFC sobreposta na amostra 2. Em seguida, realizamos a análise de mediação. Foi demonstrado que a impulsividade mediou o impacto dos volumes GM da região de sobreposição no DLPFC na procrastinação (IC percentil 95% = 0,42 a 0,12; ver Fig. 4).



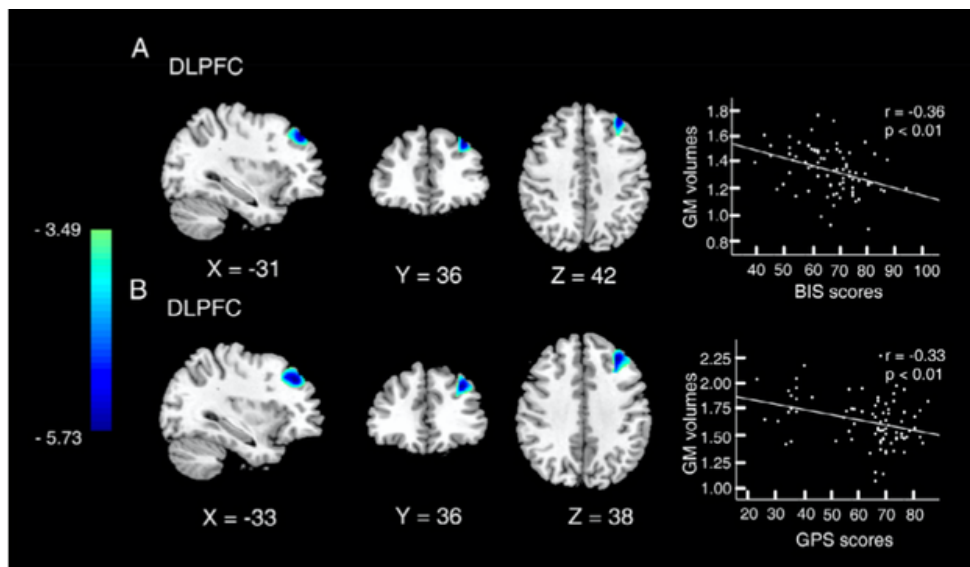


Fig. 2 A correlação entre os volumes do GM e os escores do BIS (A) e GPS (B) na amostra 2. A: Os escores do BIS foram negativamente correlacionados com os volumes do GM no CPFDL esquerdo (giro frontal médio; $p < 0,05$, corrigido). B: Os escores do GPS foram correlacionados negativamente com os volumes do GM no CPFDL esquerdo (giro frontal médio; $p < 0,05$, corrigido).

Além disso, realizamos outra análise de VBM para identificar regiões cerebrais onde os volumes de GM foram correlacionados com a procrastinação individual, enquanto os escores de impulsividade, idade, sexo e volumes globais de GM foram considerados como covariáveis. O resultado mostrou que a correlação negativa anterior entre as pontuações do inventário de procrastinação e os volumes GM de DLPFC não era mais significativa após descartar a impulsividade. Este resultado VBM forneceu outra evidência para apoiar o papel mediador da impulsividade no efeito dos volumes GM de DLPFC na procrastinação. Tomados em conjunto, esses resultados indicaram que, embora as pontuações do inventário de procrastinação e impulsividade estivessem significativamente negativamente correlacionadas com os volumes GM do DLPFC sobreposto, os volumes GM do DLPFC tiveram um impacto mais direto na impulsividade em comparação com o impacto indireto na procrastinação através do mediador da impulsividade. As abordagens da influência da região cerebral semelhante na procrastinação e na impulsividade foram diferentes.

Discussão

No presente estudo, investigamos a evidência neural de estreita relação comportamental entre procrastinação e impulsividade. Em linha com estudos anteriores, as pontuações do inventário de procrastinação foram positivamente correlacionadas com as pontuações do inventário de impulsividade no nível comportamental. Os resultados de neuroimagem mostraram que as regiões do cérebro onde os volumes de GM foram correlacionados com as pontuações do GPS e as pontuações do BIS compartilharam separadamente a região do cérebro sobreposta no DLPFC.



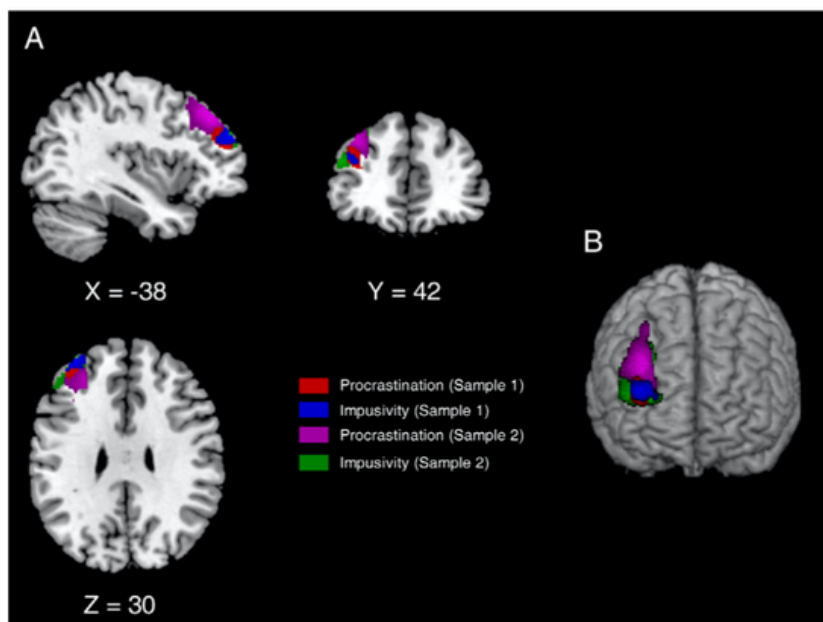


Fig. 3. A região do cérebro significativamente sobreposta correlacionada com procrastinação e impulsividade foi encontrada no giro pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC; tamanhos de cluster >50 ; $p < 0,01$, não corrigido) nas amostras 1 e 2 (A: o mapa bidimensional; B: o mapa tridimensional). Vermelho indica a região relacionada à procrastinação na amostra 1; azul indica a região relacionada à impulsividade na amostra 1; violeta indica a região relacionada à procrastinação na amostra 2; verde indica a região relacionada à impulsividade na amostra 2. (Para interpretação das referências à cor nesta legenda da figura, o leitor deve consultar a versão web deste artigo.)

Além disso, a análise de mediação revelou que a impulsividade mediou o impacto dos volumes GM da região sobreposta do cérebro no DLPFC na procrastinação. Nossas descobertas fornecem uma nova visão sobre a região comum do cérebro, responsável pela estreita relação entre impulsividade e procrastinação, e amplia nossa compreensão sobre a procrastinação. Em primeiro lugar, as regiões do cérebro onde os volumes de GM foram correlacionados com as pontuações do BIS e as pontuações do GPS separadamente estão sobrepostas no DLPFC. Os procrastinadores não conseguem se controlar de modo que optam por dar lugar a benefícios de curto prazo em detrimento de objetivos de longo prazo (Tice e Baumeister, 1997). Verificou-se que a capacidade de autocontrole está correlacionada com a procrastinação por uma meta-análise (Steel, 2007).

Além disso, outro estudo revela que tal capacidade de autocontrole também é significativa para indivíduos impulsivos reduzirem seus impulsos imediatos que prometem realização hedônica (Hofmann et al., 2009). Recentemente, um estudo de fMRI em estado de repouso descobriu que a atividade do DLPFC está inversamente associada à procrastinação (Zhang et al., 2016). Outro estudo de fMRI em repouso também mostra que a atividade do vmPFC e do córtex pré-frontal ventral lateral (VLPFC) estão negativamente correlacionados com o nível de procrastinação (Wu et al., 2016b). Quanto à impulsividade, tem sido relatado que a variação neural e genética pode levar às diversas manifestações do comportamento impulsivo (Whelan et al., 2012).



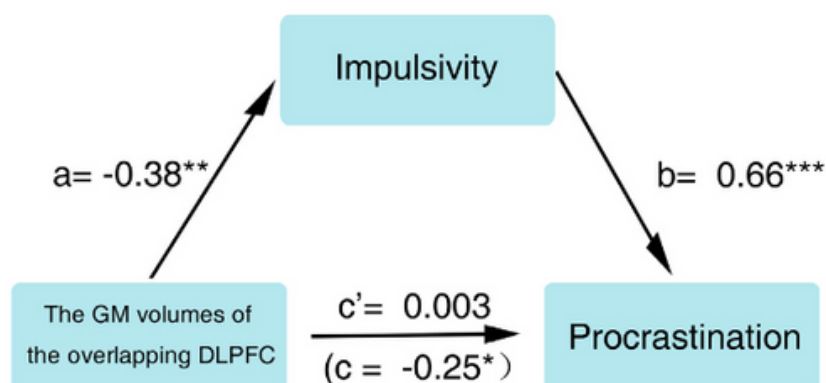


Fig. 4. Resultados da análise de mediação na amostra 2. Ela mostra que a impulsividade mediou o impacto dos volumes de matéria cinzenta (GM) da região de sobreposição no DLPFC na procrastinação. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Áreas do cérebro como o DLPFC, o OFC, o ACC e o striatum ventral estão crucialmente envolvidos em comportamentos impulsivos (Rolls, 2004; Bechara e Van Der Linden, 2005). Estudo prévio de morfometria em indivíduos saudáveis mostra que os menores volumes de GM de OFC, ACC e mPFC teriam altos escores de impulsividade (Matsuo et al., 2009). Portanto, nossas descobertas são consistentes com a ideia de que tanto a procrastinação quanto a impulsividade são impactadas pelo córtex pré-frontal, especialmente DLPFC, que normalmente reflete a capacidade de controle cognitivo de exercer sinais de cima para baixo para maximizar objetivos de longo prazo (Miller, 2000; Hare et al., 2009; Figner et al., 2010). Além disso, nossa descoberta sobre a sobreposição no DLPFC fornece a evidência direta da perspectiva estrutural do cérebro para explicar a forte correlação comportamental entre eles.

Além disso, os escores de impulsividade foram negativamente correlacionados com os volumes de GM no giro calcarino esquerdo, enquanto positivamente correlacionados com os volumes de GM no giro temporal superior direito. Estudos anteriores mostram que o córtex occipital, incluindo o córtex calcarino, representa o processamento de objetos no nível consciente (Fang et al., 2008; Murray et al., 2006; Schwarzkopf et al., 2011). Volumes reduzidos de GM no giro occipital estão associados ao alto nível de ansiedade-traço (Holmes et al., 2016; Yin et al., 2016). Isso pode indicar que o processamento de imagem no nível consciente é atenuado em indivíduos com alto traço de ansiedade (Yin et al., 2016). Além disso, a ansiedade também mostrou estar positivamente relacionada à impulsividade (Billieux et al., 2008; Van den Bergh et al., 2005; Hatfield e Dula, 2014). Em linha com estudos anteriores (Holmes et al., 2016), nossos resultados mostraram uma correlação significativamente negativa entre a impulsividade e os volumes de GM no giro calcarino.

Parece que as pessoas impulsivas são incapazes de processar as diferenças físicas sutis no viés de processamento consciente. Além disso, nossos achados são consistentes com os resultados anteriores de que indivíduos que apresentaram maiores volumes de GM no giro temporal médio ou inferior (Cho et al., 2013) ou maior espessura cortical no giro temporal inferior (Schilling et al., 2012) tiveram maior tendência impulsiva.





A pesquisa de fMRI mostrou que a área onde a ativação está positivamente correlacionada com os escores de impulsividade do traço é o giro temporal superior (Horn et al., 2003). Além disso, existem algumas linhas de evidência de que os córtices temporais desempenham um papel crucial no controle da inibição (Horn et al., 2003; Kindlon et al., 1995). A falta dessa habilidade normalmente tem um alto nível de impulsividade (Bechara, 2005; Bickel et al., 2012). Portanto, é compreensível a estreita relação entre a impulsividade e o giro temporal. No entanto, em consonância com estudos anteriores, nossos estudos mostraram uma correlação positiva entre os escores de impulsividade e os volumes GM no giro temporal, o que pode resultar da relação ambígua estrutura-função nos giros temporais (Qing e Gong, 2016). Além disso, o resultado de VBM de cérebro inteiro na amostra 2 não foi completamente repetido da amostra 1, exceto o DLPFC. Como resultado, a relação entre a impulsividade e os giros temporais ou occipitais precisa ser mais explorada e confirmada.

Além disso, a análise de mediação revelou que os volumes GM da região cerebral sobreposta no DLPFC tiveram um impacto indireto na procrastinação por meio da impulsividade em outro conjunto de dados independente. A impulsividade é uma predisposição para reações rápidas e mal concebidas a estímulos distraídos, independentemente do custo de metas, ideais, resoluções e planos de longo prazo (Moeller et al., 2001). A causa da impulsividade de compra pode decorrer do fracasso do autocontrole (Spinella, 2004). Se o autocontrole estiver comprometido, os indivíduos deixarão de acompanhar ou monitorar seus comportamentos orientados a objetivos e realizarão procedimentos imediatamente recompensadores em relação a outros objetivos de longo prazo (Polivy et al., 1986). Finalmente, essa predisposição impulsiva pode levar as pessoas à gratificação imediata e à procrastinação (Rebetez et al., 2014; Steel, 2007). Assim, a impulsividade desempenha um papel mediador no impacto da capacidade de autocontrole na procrastinação. Até certo ponto, esse resultado apoiou o argumento de que a procrastinação é um subproduto evolutivo da impulsividade (Steel, 2010).

Vale ressaltar que, embora haja uma região cerebral sobreposta correlacionada tanto com a impulsividade quanto com a procrastinação, são construções distintas. Durante o processo de perseguir os objetivos de longo prazo, os procrastinadores ficam de mau humor. Eles querem se sentir melhor, mas a forma irracional de evitar tarefas, envolvendo ceder à tentação, é escolhida. Indivíduos impulsivos também cedem à tentação, mas sua motivação comportamental é diferente. Indivíduos impulsivos fazem isso devido à falta de capacidade de superar o impulso, mas não adotam uma estratégia irracional de reparo emocional de curto prazo (Baumeister, 2002). Ou seja, embora tanto os procrastinadores quanto as pessoas impulsivas não tenham habilidades de autocontrole, os procrastinadores não conseguem controlar os comportamentos de evitar eventos indesejáveis. Diferentemente, indivíduos impulsivos não conseguem controlar comportamentos de aproximação de eventos desejáveis. Além disso, a questão intertemporal da procrastinação não deve ser negligenciada (Rebetez et al., 2016). Quando os indivíduos se deparam com uma situação de tomada de decisão, normalmente eles computam um trade-off entre tempo e ganho ou perda. Durante esse processo, eles tendem a descontar benefícios/custos futuros. Ou seja, os procrastinadores adiam a tarefa aversiva provavelmente devido ao desconto de experiências negativas futuras. No entanto, indivíduos impulsivos preferem recompensas imediatas em vez de atrasadas por causa do desconto de benefícios futuros ou tentação.





No estudo atual, em primeiro lugar, prestamos mais atenção à semelhança entre procrastinação e impulsividade. A fim de deixar claro seu relacionamento, também, as diferenças entre eles são dignas de serem exploradas. Em segundo lugar, embora pesquisas recentes tenham descoberto que o traço de personalidade pode ser previsto pela estrutura local da massa cinzenta avaliada pelo VBM (Kanai e Rees, 2011), ainda não está claro se as diferenças de GM subjacentes às anormalidades funcionais reveladas nos estudos de fMRI (Gilbert et al., 2008). Futuramente, a pesquisa de neuroimagem baseada em fMRI deve ser realizada. Em terceiro lugar, neste estudo, não fizemos uma medição direta da capacidade de autocontrole. Entendemos o resultado apenas de acordo com as literaturas relevantes. No futuro, adicionaremos essa parte para tornar nosso resultado mais poderoso. Finalmente, não fomos capazes de tirar a conclusão causal neste estudo. No futuro, alguns métodos de estudos causais, por exemplo, o estudo longitudinal, devem ser conduzidos para nos ajudar a ter maior compreensão sobre esse problema.

Em resumo, empregamos o método VBM para explicar a estreita relação comportamental entre procrastinação e impulsividade com base na estrutura cerebral. Verificou-se que os volumes GM da região do cérebro sobreposta no DLPFC foram negativamente correlacionados com os escores do inventário de procrastinação e impulsividade. Além disso, a impulsividade mediou o impacto dos volumes GM da sobreposição no DLPFC na procrastinação. Além disso, o presente estudo amplia nossa compreensão sobre procrastinação e fornece uma abordagem mais direta para explorar a relação entre procrastinação e impulsividade.

Referências

- Ainslie G (1975) Specious reward: a behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychol Bull* 82(4):463.
- Ashburner J, Friston KJ (2005) Unified segmentation. *NeuroImage* 26 (3):839–851. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.018>.
- Baumeister RF (2002) Yielding to temptation: Self-control failure, impulsive purchasing, and consumer behavior. *J Consum Res* 28 (4):670–676.
- Bechara A (2005) Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: a neurocognitive perspective. *Nat Neurosci* 8(11):1458–1463. <http://dx.doi.org/10.1038/nn1584>.
- Bechara A, Van Der Linden M (2005) Decision-making and impulse control after frontal lobe injuries. *Curr Opin Neurol* 18(6):734–739.
- Bickel WK, Jarmolowicz DP, Mueller ET, Gatchalian KM, McClure SM (2012) Are executive function and impulsivity antipodes? A conceptual reconstruction with special reference to addiction. *Psychopharmacology* 221(3):361–387.
- Billieux J, Rochat L, Rebetez MML, Van der Linden M (2008) Are all facets of impulsivity related to self-reported compulsive buying behavior? *Personality Individ Differ* 44(6):1432–1442.
- Bjork JM, Momenan R, Hommer DW (2009) Delay discounting correlates with proportional lateral frontal cortex volumes. *Biol Psychiatry* 65(8):710–713. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.11.023>.
- Brooks SJ, Benedict C, Burgos J, Kempton MJ, Kullberg J, Nordenskjold R, Schioth HB (2013) Late-life obesity is associated with smaller global and regional gray matter volumes: a voxel-based morphometric study. *Int J Obes (Lond)* 37(2):230–236. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2012.13>.
- Carver CS, Scheier MF (2012) Attention and self-regulation: a control-theory approach to human behavior: Springer Science & Business Media.
- Cho SS, Pellecchia G, Aminian K, Ray N, Segura B, Obeso I, Strafella AP (2013) Morphometric correlation of impulsivity in medial prefrontal cortex. *Brain Topogr* 26(3):479–487. <http://dx.doi.org/10.1007/s10548-012-0270-x>.



- Dewitte S, Lens W (2000) Procrastinators lack a broad action perspective. *Eur J Pers* 14(2):121–140.
- Fang F, Boyaci H, Kersten D, Murray SO (2008) Attention-dependent representation of a size illusion in human V1. *Curr Biol* 18 (21):1707–1712.
- Ferrari JR, Emmons RA (1995) Methods of procrastination and their relation to self-control and self-reinforcement: an exploratory study. *J Soc Behav Personality* 10(1):135.
- Figner B, Knoch D, Johnson E, Krosch A, Lisanby S, Fehr E, Weber E (2010) Lateral prefrontal cortex and self-control in intertemporal choice. *Nat Neurosci* 13:538–539.
- Fischer S, Smith GT, Cyders MA (2008) Another look at impulsivity: a meta-analytic review comparing specific dispositions to rash action in their relationship to bulimic symptoms. *Clin Psychol Rev* 28(8):1413–1425.
- Fox HC, Hong KA, Sinha R (2008) Difficulties in emotion regulation and impulse control in recently abstinent alcoholics compared with social drinkers. *Addict Behav* 33(2):388–394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.addbeh.2007.10.002>.
- Gilbert AR, Mataix-Cols D, Almeida JR, Lawrence N, Nutche J, Diwadkar V, Phillips ML (2008) Brain structure and symptom dimension relationships in obsessive-compulsive disorder: a voxel-based morphometry study. *J Affect Disord* 109(1):117–126.
- Good CD, Johnsrude IS, Ashburner J, Henson RN, Friston KJ, Frackowiak RS (2001) A voxel-based morphometric study of ageing in 465 normal adult human brains. *NeuroImage* 14:21–36.
- Gustavson DE, Miyake A, Hewitt JK, Friedman NP (2014) Genetic relations among procrastination, impulsivity, and goal-management ability implications for the evolutionary origin of procrastination. *Psychol Sci* 25(6):1178–1188.
- Hare TA, Camerer CF, Rangel A (2009) Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. *Science* 324(5927):646–648.
- Harriott JS, Ferrari JR, Dovidio JF (1996) Distractibility, daydreaming, and self-critical cognitions as determinants of indecision. *J Soc Behav Personality* 11(2):337.
- Hatfield J, Dula CS (2014) Impulsivity and physical aggression: examining the moderating role of anxiety. *Am J Psychol* 127 (2):233–243.
- Hofmann W, Friese M, Strack F (2009) Impulse and self-control from a dual-systems perspective. *Perspect Psychol Sci* 4(2):162–176. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01116.x>.
- Holmes AJ, Hollinshead MO, Roffman JL, Smoller JW, Buckner RL (2016) Individual differences in cognitive control circuit anatomy link sensation seeking, impulsivity, and substance use. *J Neurosci* 36(14):4038–4049.
- Horn N, Dolan M, Elliott R, Deakin J, Woodruff P (2003) Response inhibition and impulsivity: an fMRI study. *Neuropsychologia* 41 (14):1959–1966.
- Howell AJ, Watson DC, Powell RA, Buro K (2006) Academic procrastination: the pattern and correlates of behavioural postponement. *Personality Individ Differ* 40(8):1519–1530.
- Kachgal MM, Hansen LS, Nutter KJ (2001) Academic procrastination prevention/intervention: strategies and recommendations. *J Dev Educ* 25(1):14–24.
- Kanai R, Rees G (2011) The structural basis of inter-individual differences in human behaviour and cognition. *Nat Rev Neurosci* 12(4):231–242.
- Kindlon D, Mezzacappa E, Earls F (1995) Psychometric properties of impulsivity measures: temporal stability, validity and factor structure. *J Child Psychol Psychiatry* 36(4):645–661.
- Kulynych JJ, Vadar K, Jones DW, Weinberger DR (1994) Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale. *Cereb Cortex* 4(2):107–118.
- Lay CH (1986) At last, my research article on procrastination. *J Res Pers* 20(4):474–495.
- Levine B, Robertson IH, Clare L, Carter G, Hong J, Wilson BA, Stuss DT (2000) Rehabilitation of executive functioning: an experimental-clinical validation of goal management training. *J Int Neuropsychol Soc* 6(3):299–312.





- Liu L, Feng T, Chen J, Li H (2013) The value of emotion: how does episodic prospection modulate delay discounting? *PLoS One* 8 (11):e81717.
- Loehlin JC, Martin NG (2014) The genetic correlation between procrastination and impulsivity. *Twin Res Hum Genet* 17 (06):512–515.
- Manly T, Hawkins K, Evans J, Woldt K, Robertson IH (2002) Rehabilitation of executive function: facilitation of effective goal management on complex tasks using periodic auditory alerts. *Neuropsychologia* 40(3):271–281.
- Matsuo K, Nicoletti M, Nemoto K, Hatch JP, Peluso MAM, Nery FG, Soares JC (2009) A voxel-based morphometry study of frontal gray matter correlates of impulsivity. *Hum Brain Mapp* 30 (4):1188–1195. <http://dx.doi.org/10.1002/hbm.20588>.
- Miller EK (2000) The prefrontal cortex and cognitive control. *Nat Rev Neurosci* 1(1):59–65.
- Moeller FG, Barratt ES, Dougherty DM, Schmitz JM, Swann AC (2001) Psychiatric aspects of impulsivity. *Am J Psychiatry* 158 (11):1783–1793. <http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajp.158.11.1783>.
- Murray SO, Boyaci H, Kersten D (2006) The representation of perceived angular size in human primary visual cortex. *Nat Neurosci* 9(3):429–434.
- Nichols T, Brett M, Andersson J, Wager T, Poline JB (2005) Valid conjunction inference with the minimum statistic. *NeuroImage* 25 (3):653–660. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.12.005>.
- Pannacciulli N, Del Parigi A, Chen K, Le DS, Reiman EM, Tataranni PA (2006) Brain abnormalities in human obesity: a voxel-based morphometric study. *NeuroImage* 31(4):1419–1425. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.047>.
- Patton JH, Stanford MS, Barratt ES (1995) Factor structure of the Barratt impulsiveness scale. *J Clin Psychol* 51(6):768–774.
- Peelle JE, Cusack R, Henson RN (2012) Adjusting for global effects in voxel-based morphometry: gray matter decline in normal aging. *NeuroImage* 60(2):1503–1516. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.086>.
- Peters J, Büchel C (2011) The neural mechanisms of inter-temporal decision-making: understanding variability. *Trends Cogn Sci* 15 (5):227–239.
- Polivy J, Herman CP, Hackett R, Kuleshnyk I (1986) The effects of self-attention and public attention on eating in restrained and unrestrained subjects. *J Pers Soc Psychol* 50(6):1253–1260.
- Preacher KJ, Hayes AF (2008) Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behav Res Methods* 40(3):879–891.
- Pychyl TA, Lee JM, Thibodeau R, Blunt A (2000) Five days of emotion: an experience sampling study of undergraduate student procrastination. *J Soc Behav Personality* 15(5):239–254.
- Qing Z, Gong G (2016) Size matters to function: brain volume correlates with intrinsic brain activity across healthy individuals. *NeuroImage* 139:271–278.
- Rebetez MM, Rochat L, Gay P, Van der Linden M (2014) Validation of a French version of the pure procrastination scale (PPS). *Compr Psychiatry* 55(6):1442–1447. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comppsy.2014.04.024>.
- Rebetez MML, Barsics C, Rochat L, D'Argembeau A, Van der Linden M (2016) Procrastination, consideration of future consequences, and episodic future thinking. *Conscious Cogn* 42:286–292.
- Ridgway GR, Omar R, Ourselin S, Hill DL, Warren JD, Fox NC (2009) Issues with threshold masking in voxel-based morphometry of atrophied brains. *NeuroImage* 44(1):99–111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.08.045>.
- Rolls ET (2004) The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain Cogn* 55(1):11–29. [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00277-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00277-X).
- Rose P (2007) Mediators of the association between narcissism and compulsive buying: the roles of materialism and impulse control. *Psychol Addict Behav* 21(4):576–581. <http://dx.doi.org/10.1037/0893-164X.21.4.576>.
- Schilling C, Kuhn S, Romanowski A, Schubert F, Kathmann N, Gallinat J (2012) Cortical thickness correlates with impulsiveness in healthy adults. *NeuroImage* 59(1):824–830.





- Schwarzkopf DS, Song C, Rees G (2011) The surface area of human V1 predicts the subjective experience of object size. *Nat Neurosci* 14(1):28–30.
- Sirois FM (2004) Procrastination and counterfactual thinking: avoiding what might have been. *Br J Soc Psychol* 43(Pt 2):269–286. <http://dx.doi.org/10.1348/0144666041501660>.
- Sirois F, Pychyl T (2013) Procrastination and the priority of short-term mood regulation: consequences for future self. *Soc Pers Psychol Compass* 7(2):115–127.
- Spada MM, Hiou K, Nikcevic AV (2006) Metacognitions, emotions, and procrastination. *J Cogn Psychother* 20(3):319–326.
- Spinella M (2004) Neurobehavioral correlates of impulsivity: evidence of prefrontal involvement. *Int J Neurosci* 114(1):95–104. <http://dx.doi.org/10.1080/00207450490249347>.
- Steel P (2007) The nature of procrastination: a meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychol Bull* 133(1):65–94. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.65>.
- Steel P (2010) The procrastination equation: how to stop putting things off and start getting stuff done: Random House Canada.
- Steel P, Klingsieck KB (2016) Academic procrastination: psychological antecedents revisited. *Aust Psychol* 51(1):36–46.
- Steel P, Kořnig CJ (2006) Integrating theories of motivation. *Acad Manag Rev* 31(4):889–913.
- Tangney JP, Baumeister RF, Boone AL (2004) High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *J Pers* 72(2):271–324.
- Tice DM, Baumeister RF (1997) Longitudinal study of procrastination, performance, stress, and health: the costs and benefits of dawdling. *Psychol Sci*:454–458.
- Tice DM, Bratslavsky E (2000) Giving in to feel good: the place of emotion regulation in the context of general self-control. *Psychol Inq* 11(3):149–159.
- Van den Bergh BR, Mennes M, Oosterlaan J, Stevens V, Stiers P, Marcoen A, Lagae L (2005) High antenatal maternal anxiety is related to impulsivity during performance on cognitive tasks in 14-and 15-year-olds. *Neurosci Biobehav Rev* 29(2):259–269.
- Van Eerde W (2003) A meta-analytically derived nomological network of procrastination. *Personality Individ Differ* 35(6):1401–1418.
- Vohs KD, Faber RJ (2007) Spent resources: self-regulatory resource availability affects impulse buying. *J Consum Res* 33(4):537–547.
- Wang T, Chen Z, Zhao G, Hitchman G, Liu C, Zhao X, Chen A (2014) Linking inter-individual differences in the conflict adaptation effect to spontaneous brain activity. *NeuroImage* 90:146–152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.055>.
- Whelan R, Conrod PJ, Poline J-B, Lourdasamy A, Banaschewski T, Barker GJ, Cummins TD (2012) Adolescent impulsivity phenotypes characterized by distinct brain networks. *Nat Neurosci* 15(6):920–925.
- Wu H, Gui D, Lin W, Gu R, Zhu X, Liu X (2016a) The procrastinators want it now: behavioral and event-related potential evidence of the procrastination of intertemporal choices. *Brain Cogn* 107:16–23.
- Wu Y, Li L, Yuan B, Tian X (2016b) Individual differences in resting-state functional connectivity predict procrastination. *Personality Individ Differ*. 95:62–67.
- Yin P, Zhang M, Hou X, Tan Y, Fu Y, Qiu J (2016) The brain structure and spontaneous activity baseline of the behavioral bias in trait anxiety. *Behav Brain Res* 312:355–361.
- Zhang W, Wang X, Feng T (2016) Identifying the neural substrates of procrastination: a resting-state fMRI study. *Sci Rep* 6:33203. <http://dx.doi.org/10.1038/srep33203>.

