

강박장애 환자의 반응억제 결함

연세대학교 의과대학 의학과,¹ 연세대학교 의과대학 정신과학교실, 의학행동과학연구소²

부영준¹ · 김세주² · 강지인²

Impaired Response Inhibition in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder

Young Jun Boo¹, Se Joo Kim, MD² and Jee In Kang, MD²

Department of Medicine¹, Yonsei University College of Medicine, Seoul,

Department of Psychiatry and Institute of Behavioral Science in Medicine², Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objective : Impaired response inhibition has been suggested to play an important role in the pathophysiology of obsessive-compulsive disorder (OCD). The aim of this study was to evaluate the response inhibition in patients with OCD, by using the Go/NoGo paradigm, and to better understand its associations with clinical symptoms.

Methods : The participants included 63 OCD patients and 80 healthy volunteers matched in age and sex. response inhibition was evaluated using computerized Go/NoGo task, in which their commission error rates, omission error rates, and mean response times were measured. The severity of clinical symptoms in the OCD patients was assessed using Montgomery-Asberg Depression Scale and Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale.

Result : OCD patients showed significantly impaired inhibition and higher omission errors rates despite their slower response time, compared to normal controls. Clinical symptoms were not correlated with commission errors and omission errors.

Conclusion : The present results indicate that impairment in response inhibition may play a critical role in the pathophysiology of OCD as a trait. These findings suggest that deficit of response inhibition may contribute to developing and maintaining clinical symptoms such as compelling need to repeat certain actions in patients with OCD. (Anxiety and Mood 2015;11(1):33-37)

KEY WORDS : Obsessive-compulsive disorder · Response inhibition · Go/NoGo task.

서 론

강박장애(obsessive-compulsive disorder, OCD)는 강박사고와 강박행동을 주 증상으로 하는 만성적인 정신질환이다. 강박사고는 원치 않는 특정 생각이나 장면, 충동 등이 반복적이고 침습적으로 떠오르는 것이 특징이며, 강박행동은 지나치거나 비합리적인 줄 알면서도 특정행동을 의례적으로 반복하는

것이 특징이다. 다양한 가설이 제기되었지만 강박장애의 원인과 병태생리에 대해서는 아직 명확하게 밝혀져 있지 않다.

최근 뇌영상연구의 발전으로 강박장애가 특정 뇌 영역이나 뇌 회로와 연관된다는 근거가 축적되고 있다. 특히 피질-줄무늬체-시상-피질 회로(cortico-striato-thalamo-cortical circuit)의 결함이 주요한 연관성을 가진다고 보고 되었는데, 이 회로는 기저핵(basal ganglia)과 연관되어 인지와 행동을 조절하는 회로로 알려져 있다.^{1,2} 강박장애 환자에서 이 회로가 지나는 눈썹이마엽(orbitofrontal cortex)의 기능 저하³를 보이고, 동물 실험에서도 이 회로의 자극 시에 강박장애와 유사한 행동이 나타났다는 보고가 있다.⁴ 피질-줄무늬체-시상-피질 회로는 서로 다른 경로를 주행하여 반대되는 기능을 하는 흥분회로와 억제회로로 이루어져 있는데, 강박장애는 흥분회로와 억제회로의 불균형으로 인해 억제가 되지 않아 발생한다

Received : February 9, 2015 / Revised : March 28, 2015

Accepted : April 2, 2015

Address for correspondence

Jee In Kang, M.D., Ph.D., Department of Psychiatry and Institute of Behavioral Science in Medicine, Yonsei University College of Medicine, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea

Tel : +82-2-2228-1620, Fax : +82-2-361-3804

E-mail : jeeinkang@yuhs.ac

본 연구는 2013년도 연세대학교 의과대학 학생연구비 지원으로 이루어졌음.

는 가설이 널리 받아들여지고 있다.⁵ 즉, 강박사고는 인지억제(cognitive inhibition)의 실패로 인해 침습적인 사고가 반복되며, 강박행동은 행동억제(behavioral inhibition)의 실패로 인해 나타나는 것으로 여겨진다.⁵

이 근거들을 바탕으로, 최근에는 강박장애의 핵심적인 병태생리로서 반응억제 결함이 주목을 받고 있다. 반응억제(response inhibition)는 인지억제 보다는 행동억제에 더 근접해 있는 개념으로, 억제 실패로 인해 실질적으로 일어난 행동에 대해서 평가가 이루어진다. 즉, 반응억제의 측정은 지속적인 반복 행동을 하게 하여 행동 관성을 유도한 뒤 순간적으로 행동 제한(action restraint) 및 행동 취소(action cancelation)를 할 수 있는지를 측정하여 이루어지며,⁵ Go/NoGo 과제가 이러한 반응억제 평가의 대표적인 과제이다. 선행 연구들에서도 Go/NoGo 과제를 이용하여 강박장애에서의 반응억제를 평가하려는 시도들이 있었으나, 다양한 매개변수(parameter)를 비교하여, 서로 다른 다양한 결론을 제시하였다. 어떤 연구는 Go/NoGo 과제 평가의 척도로 주로 이용되는 오경보 오류율(commission error rate)의 증가를 강박장애에서의 반응억제 결함의 증거로 제시한 반면,⁶ 다른 연구에서는 반응 시간의 증가를 강박장애의 반응억제 결함의 척도로 주장하였다.⁷ 또한 그 밖의 다른 연구들에서는 강박장애 환자군과 정상인 사이에 Go/NoGo 과제 수행의 유의한 차이를 발견하지 못하였다.⁸ 강박장애에서의 행동억제 연구 결과가 일관되지 않았던 한 가지 이유는 기존의 연구에서 대상군의 표본 크기(sample size)가 강박장애 환자 20명 내외로 작았기 때문일 가능성이 있다. 따라서 충분한 검정력을 지닌 많은 수의 강박장애 환자들을 대상으로 한 반응억제 연구가 필요하다.

본 연구는 충분한 크기의 강박장애 환자군과 정상대조군을 대상으로 Go/NoGo 과제를 이용하여 강박장애 환자에서의 반응억제 특성을 조사하고, 강박장애에서의 반응억제 특성이 증상의 중증도와 관련성이 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

연구대상

본 연구는 만 20세 이상 65세 이하의 강박장애 환자 63명과 나이와 성별 등 주요 인구학적 변인을 맞추어 모집한 80명의 정상대조군을 대상으로 하였다. 환자군은 훈련된 정신과 의사에 의해 시행된 구조화된 임상면담(structured clinical interview for DSM-IV, SCID)⁹을 통해 강박장애를 확진 받은 사람으로, DSM-IV에 의거하여 강박장애 외에 다른 1축 질환을 동반한 경우에는 연구에서 제외하였다. 또한, Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale(K-WAIS)의 소검사 중 어휘력과 토

막짜기 소검사를 통해 환자의 전체 지능을 추정하여 지적장애에 해당되는 경우를 배제하였다. 신경학적 질환이나 만성적인 신체질환을 동반한 경우에도 연구에서 제외하였다. 정상대조군은 신경과적 또는 정신과적 질병의 현증이나 과거력이 없는 자를 대상으로 하였다. 모든 피험자에게 연구의 목적을 충분히 설명하였고, 피험자로부터 서면으로 취득한 동의서를 받았다. 본 연구는 세브란스병원 연구심의위원회(IRB)의 승인을 거쳤다.

Go/NoGo 과제¹⁰⁻¹²

반응억제 기능에 대한 평가는 컴퓨터화된 시각적 Go/NoGo 과제를 통해 시행하였다. 본 실험에서 진행된 Go/NoGo 과제는 126개의 비행기 그림(Go 자극)과 54개의 폭탄 그림(NoGo 자극)이 의사 무작위(pseudorandom) 방식으로 제시되었으며, 반응을 느리게 함으로써 생겨날 수 있는 오경보 오류율의 변화를 방지하기 위해 모든 피험자에게 가능한 빨리 반응하도록 지시하였다. 프로그램의 형태는 자극이 200 ms 나타난 후 검은 화면이 800 ms 동안 나타나는 것을 한 세트로 하여 180 세트, 즉 3분간 실험을 시행한다. 과제 시행 전 모든 피험자는 과제의 생소함으로 인해 생길 수 있는 오차를 방지하기 위해 90 세트로 이루어진 연습과제를 시행하였다.

과제수행에 대해 평균 반응시간(mean response time, MRT)을 측정했으며, NoGo 자극에서 반응한 오경보 오류율(commission error rate)과 Go 자극에서 반응을 하지 않은 누락 오류율(omission error rate)를 분석하였다.^{10,13,14}

임상 척도 평가

모든 환자들에 대해 예일-브라운강박척도(Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale, Y-BOCS)¹⁵를 이용하여 강박증상의 중증도를 평가하였고, 몽고메리-아스버그 우울증 척도(Montgomery-Asberg Depression Rating Scale, MADRS)¹⁶를 이용하여 우울 정도를 평가하였다.

통계적 분석

모든 통계적 분석은 윈도우용 SPSS version 20.0(SPSS Inc., USA)을 이용하였다. Go/NoGo 과제 수행에 대한 평균 반응 시간, 오경보 오류율, 누락 오류율은 정규분포를 보이지 않아 Mann-Whitney U test를 이용하여 비교하였다. 상기 변수들과 예일-브라운강박척도 및 몽고메리-아스버그 우울증 척도와의 상관관계를 Spearman rank correlation test를 통해 분석하였다. 통계적 유의 수준은 0.05 미만으로 하였다

결 과

인구통계학적 및 임상적 특징 비교

본 연구를 수행한 환자군과 정상대조군의 평균연령은 각각 27.4세, 25.7세였다. 피험자의 성별은 환자군에서 남성 46명, 여성 17명, 정상대조군에서 남성 58명 여성 22명으로 구성되었다. 강박장애 환자군에서 Y-BOCS 점수의 평균은 23.8(SD 7.3)이었고, MADRS 점수의 평균은 19.3(SD 9.5)였다(Table 1).

Go/NoGo 과제 수행 결과

강박장애 환자군은 정상대조군에 비해 평균반응시간이 유의하게 길었다($p=0.002$). 또한 강박장애 환자군이 정상군보다 높은 오경보 오류율을 보였으며($p=0.008$), 높은 누락 오류율($p<0.001$)이 나타났다(Table 2).

Go/NoGo 과제 수행능력과 강박증상 및 우울증상 중증도와의 연관성

Y-BOCS와 MADRS의 총점과 Go/NoGo 과제의 평균반응시간, 오경보 오류율, 누락 오류율 사이에는 상관성을 보이지 않았다. Y-BOCS의 하위범주인 강박사고 및 강박행동 점수와 Go/NoGo 과제의 세 매개변수 사이에도 유의한 상관성

Table 1. Demographic and clinical characteristics of patients with OCD and healthy controls

	OCD (n=63)		HC (n=80)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (years)*	27.4	7.6	25.7	5.5	0.130
Male (%)†	73.0		72.5		0.946
Education (years)*	14.1	2.0	14.9	1.1	0.003
Y-BOCS					
Obsession	11.9	3.6			
Compulsion	11.9	4.03			
Total	23.8	7.3			
MADRS	19.3	9.5			

* : Independent samples two-tailed t-test, † : chi-square test. HC : healthy control subjects, OCD : Obsessive-Compulsive Disorder, Y-BOCS : Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale, MADRS : Montgomery-Asberg Depression Rating Scale

Table 2. Differences of behavioral data of the Go/NoGo task between OCD patients and healthy controls

	OCD (n=63)		HC (n=80)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
Go/NoGo task					
Mean response time (ms)*	322.14	53.82	297.83	34.44	0.002
Commission error rate (%)*	15.12	9.45	9.98	12.11	0.008
Omission error rate (%)*	3.79	6.46	1.13	3.45	<0.001

* : Mann-Whitney U test

이 관찰되지 않았다(Table 3).

고 찰

본 연구에서는 Go/NoGo 과제를 통해 강박장애 환자의 반응억제 특성을 확인하고자 하였다. 연구 결과, 강박장애 환자군에서 높은 오경보 오류율을 보였으며, 이를 통해 강박장애환자에서 반응억제 결함이 존재함을 확인할 수 있었다.

오경보 오류율이 환자군에서 유의하게 높은 것은 Go/NoGo 과제를 이용한 기존의 연구들과 일치하는 결과이다. 과거 강박장애 환자군과 정상대조군을 대상으로 진행한 여러 연구들에서도 오경보 오류율의 증가를 보고하였다.^{7,10} 또한 반응억제를 평가하는 또 다른 과제인 Stop-Signal 과제를 이용한 연구에서도 강박장애에서의 반응억제 결함을 증명하였다.^{17,18}

현재의 결과와 달리 Go/NoGo 과제를 이용한 기존의 또다른 연구들에서는 강박장애 환자의 오경보 오류율이 정상대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다.¹⁹⁻²¹ 그러나 강박장애의 행동연구에서 유의한 결과를 얻지 못한 것이 반응억제 결함이 강박장애와 상관없음을 의미하지는 않는다. 연구마다 Go/NoGo 자극제시의 형태와 난이도에 차이가 있었고, 표본의 크기가 작아 행동학적으로 유의한 차이를 밝히기에는 검정력의 한계가 있었을 수 있다. 오경보 오류율의 행동학적 차이를 발견하지는 못했던 연구에서도 사건유발전위반응에서는 Go자극 및 NoGo자극에 대하여 주의력 할당과 정보처리 소요시간과 관련된 P300의 잠복기(latency)와 자극 확인/분류와 관련된 초기 요소 N200의 잠복기가 짧게 나타났다.²¹ 또다른 사건유발전위 연구에서는 NoGo자극에 대해 반응억제조절과 관련된 것으로 여겨지는 N200 진폭(amplitude)이 강박증 환자에서 유의하게 낮은 결과를 보고하였다.²² 또한 기능적 뇌자기공명영상에서도 강박장애 환자군에서 우측 눈확이마엽 활성이 Go/NoGo 과제 수행 시에 유의미하게 상승됨이 보고되었다.²³ 이러한 결과들을 종합해 볼 때, 반응억제 결함은 강박장애의 중요한 병태생리 중 하나일 것으로 생각된다.

한편, Y-BOCS 점수와 Go/NoGo 과제의 평균 반응시간, 오경보 오류율, 누락 오류율 사이에는 상관성을 보이지 않았다. 이는 과거 연구와 일치하는 결과로²² 강박장애 환자에서 나타나는 반응억제 결함이 강박 증상의 중증도를 반영하는 것이기 보다는 환자의 고유 특성(trait)일 가능성을 시사한다.

반응시간 측면에서 살펴보았을 때, 본 연구에서는 강박장애 환자군에서 유의하게 긴 평균 반응시간을 보인 데 반해, 기존의 연구들에서는 일치되지 않은 다양한 결과들이 보고되었다. 일부 연구에서는 본 연구와 마찬가지로 환자군에서 평균반응시간이 더 길게 나타남을 보고한 경우가 있는 반면,⁶ 그 외 몇

Table 3. Spearman correlation (n=63) analysis between symptom severity scores and behavioral data in patients with OCD

	Y-BOCS_Obsession	Y-BOCS_Compulsion	Y-BOCS_Total	MADRS
Mean response time	0.161	0.170	0.175	0.077
Commission error rate	0.003	-0.014	-0.005	0.002
Omission error rate	0.034	0.122	0.084	0.081

Y-BOCS : Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale, MADRS : Montgomery-Asberg Depression Rating Scale

몇 연구들은 그 반대의 결과를 보고하였다.^{7,21} 한편, 강박장애와 연관이 있는 것으로 알려진 전두엽이 손상된 환자들에서 다른 부위에 뇌손상을 입은 환자와 비해 긴 평균반응시간과 높은 오경보 오류율이 동시에 나타남이 보고되었다.²⁴ 그러나 강박장애 환자를 대상으로 진행한 연구에서는 평균반응시간에 대한 보고가 일관되지 않은 것으로 보아 평균반응시간이 반응억제 기능을 반영하는가에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다. 단, 환자군이 정상대조군에 비해 평균반응시간이 더 길게 나타남에도 오경보 오류율이 더 높게 나타난 것은 환자군에서 반응억제 결함이 나타남을 더 강력하게 시사한다고 할 수 있다.

본 연구에서는 누락 오류 역시 강박장애 환자군에서 더 높은 것으로 나타났다. Go/NoGo 과제에서의 누락 오류는 흔히 주의력을 반영하는 지표이다.²⁵ 기존의 다른 연구에서는 본 연구와 달리 누락 오류에 있어 강박장애 환자군과 정상대조군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다.¹⁰ 하지만 이 연구 역시 적은 수의 표본을 대상으로 연구하였다는 점에서 제한점이 있다. 한편 이 연구에서도 또다른 반응억제 측정 과제인 Stop-Signal 과제에서는 강박장애 환자에서 누락 오류가 유의하게 높았던 점으로 미루어 볼 때, 주의력 저하 또한 강박장애의 한 특성일 가능성이 있다. 그러나 신뢰성 있는 결론을 얻기 위해서는 향후 Go/NoGo 과제와 함께 다른 주의력 측정 과제 및 척도를 함께 이용하여 Go/NoGo 과제의 누락 오류가 강박장애의 주의력 특성을 반영하는 것인지 확인해볼 필요가 있다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, Go/NoGo 과제만을 이용하여 진행한 연구로, 반응억제의 평가 척도인 오경보 오류율에 있어 주의력 등 혼란변수의 영향을 배제할 수 없었다. 둘째, 본 연구는 단면연구(cross-sectional study)이기 때문에 환자의 증상의 변화에 따라 반응억제 기능이 어떻게 변화하는지 개별적으로 살피지 못했다. 추후 전향적인 연구를 통해 그 연관성을 더 확실하게 파악할 수 있을 것이다. 셋째, 환자가 나타나는 증상의 아형(subtype) 구분이나 오염/세척, 확인/의심, 정렬, 책임성 등의 증상차원에 따른 분석을 하지 못했다. 한 기능적 뇌자기공명영상 연구에서 저장장애(hoarding disorder)에서는 강박장애에서 보였던 눈확이마엽의 활성화 증가가 나타나지 않았다는 보고가 있었다.²³ 이를 고려할 때, 아형에 따라 강박장애를 구분하여 연구하거나 Y-BOCS 체크리

스트, 차원적 강박척도와 같은 도구를 통해 증상차원에 따라 반응억제 결함 특성을 연구해 볼 필요가 있다.

결론 및 요약

본 연구는 강박장애 환자를 대상으로 Go/NoGo 과제를 이용하여 반응억제 결함이 강박장애의 주요한 고유 특성일 가능성을 행동학적으로 확인하였다. 이 결과는 반응억제 결함이 강박사고 및 강박행동의 발생과 지속에 영향을 줄 것임을 시사한다. 향후 추가적 연구를 통하여 강박장애에서의 반응억제 결함이 임상증상형성 및 예후에 미치는 영향과 그 신경생물학적 기반을 살펴 볼 필요가 있다.

중심 단어 : 강박장애 · 반응억제 · Go/NoGo 과제.

REFERENCES

1. Ting JT, Feng G. Neurobiology of obsessive-compulsive disorder: insights into neural circuitry dysfunction through mouse genetics. *Curr Opin Neurobiol* 2011;21:842-848.
2. Menzies L, Chamberlain SR, Laird AR, Thelen SM, Sahakian BJ, Bullmore ET. Integrating evidence from neuroimaging and neuropsychological studies of obsessive-compulsive disorder: the orbito-fronto-striatal model revisited. *Neurosci Biobehav Rev* 2008;32:525-549.
3. Chamberlain SR, Menzies L, Hampshire A, Suckling J, Fineberg NA, del Campo N, et al. Orbitofrontal dysfunction in patients with obsessive-compulsive disorder and their unaffected relatives. *Science* 2008; 321:421-422.
4. Ahmari SE, Spellman T, Douglass NL, Kheirbek MA, Simpson HB, Deisseroth K, et al. Repeated cortico-striatal stimulation generates persistent OCD-like behavior. *Science* 2013;340:1234-1239.
5. Bari A, Robbins TW. Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control. *Prog Neurobiol* 2013;108:44-79.
6. Aycicegi A, Dinn WM, Harris CL, Erkmén H. Neuropsychological function in obsessive-compulsive disorder: effects of comorbid conditions on task performance. *Eur Psychiatry* 2003;18:241-248.
7. Bannon S, Gonsalvez CJ, Croft RJ, Boyce PM. Response inhibition deficits in obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Res* 2002;110: 165-174.
8. Bohne A, Savage CR, Deckersbach T, Keuthen NJ, Wilhelm S. Motor inhibition in trichotillomania and obsessive-compulsive disorder. *J Psychiatr Res* 2008;42:141-150.
9. First MB. User's guide for the structured clinical interview for DSM-IV-TR axis I disorders: SCID-I;2002.
10. Penades R, Catalan R, Rubia K, Andres S, Salamero M, Gasto C. Impaired response inhibition in obsessive compulsive disorder. *Eur Psychiatry* 2007;22:404-410.
11. Rubia K, Russell T, Overmeyer S, Brammer MJ, Bullmore ET, Sharma T, et al. Mapping motor inhibition: conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *Neuroimage* 2001;

- 13:250-261.
12. Rubia K, Taylor E, Smith AB, Oksanen H, Overmeyer S, Newman S. Neuropsychological analyses of impulsiveness in childhood hyperactivity. *Br J Psychiatry* 2001;179:138-143.
 13. Brunner JF, Hansen TI, Olsen A, Skandsen T, Haberg A, Kropotov J. Long-term test-retest reliability of the P3 NoGo wave and two independent components decomposed from the P3 NoGo wave in a visual Go/NoGo task. *Int J Psychophysiol* 2013;89:106-114.
 14. Covey TJ, Shucard JL, Violanti JM, Lee J, Shucard DW. The effects of exposure to traumatic stressors on inhibitory control in police officers: a dense electrode array study using a Go/NoGo continuous performance task. *Int J Psychophysiol* 2013;87:363-375.
 15. Goodman WK, Price LH, Rasmussen SA, Mazure C, Fleischmann RL, Hill CL, et al. The Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale. I. Development, use, and reliability. *Arch Gen Psychiatry* 1989;46:1006-1011.
 16. Montgomery SA, Asberg M. A new depression scale designed to be sensitive to change. *Br J Psychiatry* 1979;134:382-389.
 17. Menzies L, Achard S, Chamberlain SR, Fineberg N, Chen CH, del Campo N, et al. Neurocognitive endophenotypes of obsessive-compulsive disorder. *Brain* 2007;130:3223-3236.
 18. Chamberlain SR, Fineberg NA, Blackwell AD, Robbins TW, Sahakian BJ. Motor inhibition and cognitive flexibility in obsessive-compulsive disorder and trichotillomania. *Am J Psychiatry* 2006;163:1282-1284.
 19. Di Russo F, Zaccara G, Ragazzoni A, Pallanti S. Abnormal visual event-related potentials in obsessive-compulsive disorder without panic disorder or depression comorbidity. *J Psychiatr Res* 2000;34:75-82.
 20. Johannes S, Wieringa BM, Nager W, Rada D, Dengler R, Emrich HM, et al. Discrepant target detection and action monitoring in obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Res* 2001;108:101-110.
 21. Herrmann MJ, Jacob C, Unterecker S, Fallgatter AJ. Reduced response-inhibition in obsessive-compulsive disorder measured with topographic evoked potential mapping. *Psychiatry Res* 2003;120:265-271.
 22. Kim MS, Kim YY, Yoo SY, Kwon JS. Electrophysiological correlates of behavioral response inhibition in patients with obsessive-compulsive disorder. *Depress Anxiety* 2007;24:22-31.
 23. Tolin DF, Witt ST, Stevens MC. Hoarding disorder and obsessive-compulsive disorder show different patterns of neural activity during response inhibition. *Psychiatry Res* 2014;221:142-148.
 24. Drewe EA. Go-no go learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex* 1975;11:8-16.
 25. Grane VA, Endestad T, Pinto AF, Solbakk AK. Attentional control and subjective executive function in treatment-naive adults with attention deficit hyperactivity disorder. *PLoS One* 2014;9:e115227.