



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## Fonctions exécutives, tempérament et traits de personnalité chez les adolescents atteints de Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

Virginia Krieger

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

# Fonctions exécutives, tempérament et traits de personnalité chez les adolescents atteints de Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

---

Virginia Krieger



Thèse dirigée par **Dr. Juan Antonio Amador-Campos**

École doctorale

Psychologie Clinique et de la Santé

Département de Psychologie Clinique et de Psychobiologie

Faculté de Psychologie



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

Conception de page de couverture: Virginia Krieger  
Photo de couverture: Elijah O Donell



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

Département de Psychologie Clinique et de Psychobiologie

Faculté de Psychologie

Université de Barcelone

École doctorale

Psychologie Clinique et de la Santé

Thèse de doctorat

**Fonctions exécutives, tempérament et traits de personnalité chez les adolescents atteints  
de Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité**

Virginia Krieger

Thèse dirigée par Dr. Juan Antonio Amador-Campos

Barcelone, Octobre 2018



Om a houg benza gourou péma siddhi houg

པདྨ་འཕྱུང་གནས།

« Si les observations et la supposition se trouvent contraires, cela suffira pour démontrer la fausseté de l'hypothèse. Si l'accord s'y trouve, ce lui sera bien favorable, mais ne suffit pas pour le démontrer. L'accord des hypothèses avec les phénomènes n'en démontre jamais la vérité ».

Roger Joseph Boscovich

(Un savant du XVIIIe siècle : R. J. Boscovich, Grmek, 1996)



Thèse pour le grade de Docteur en Psychologie Clinique et de la Santé (Faculté de Psychologie) dans le Département de Psychologie Clinique et de Psychobiologie, présentée à l'Université de Barcelone.

## **RÉSUMÉ**

Depuis plusieurs années la recherche suggère que les fonctions exécutives (FE) ainsi que certaines dimensions du tempérament et des traits de personnalité impliqués dans la capacité de régulation d'émotions et de comportement, sont différenciellement associés aux symptômes de TDAH. Cette thèse examine les relations entre les FE, les dimensions de tempérament, les traits de personnalité et les symptômes de Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH) dans un échantillon clinique et un échantillon communautaire d'adolescents. 118 adolescents (51 garçons et 75 avec TDAH), âgés de 12 à 16 ans ainsi que leurs parents et leurs enseignants ont effectué un protocole d'évaluation diagnostique, incluant un entretien clinique pour le TDAH, des échelles d'évaluation des symptômes du TDAH et une mesure du fonctionnement intellectuel. De même, des tests neuropsychologiques, des échelles d'évaluation des FE et des mesures du tempérament et de personnalité ont été inclus.

L'étude I indique que les adolescents avec TDAH ont une performance plus faible que le groupe contrôle dans les tests des versants cognitif et comportemental des fonctions exécutives (FE), sans qu'on observe des différences de performance entre les présentations cliniques (TDAH-I inattention prédominante et TDAH-C mixte). Ces deux types de mesures différencient bien les groupes TDAH et contrôle. L'analyse de régression montre que les résultats des FE du versant cognitif ne sont pas de très bons prédicteurs de ceux des FE du versant comportemental dans les groupes TDAH et contrôle.

L'étude II montre que le degré de concordance parmi les différents informateurs (parents, enseignants et auto-évaluation) dans les mesures du versant comportemental des FE oscille entre pauvre et moyen pour le groupe TDAH et, entre modéré et bon chez les témoins. La méthode graphique de Bland et Altman montre que les informateurs coïncident sur la présence de difficultés dans le versant exécutif comportemental, mais diffèrent quant à leur fréquence et leur intensité chez les enfants atteints de TDAH. La méthode de Bland et Altman permet une meilleure visualisation du degré d'accord entre les informateurs.

L'étude III révèle des différences significatives entre le groupe TDAH et le groupe contrôle dans le versant cognitif des FE et les dimensions de tempérament. Par rapport au



groupe témoin, les enfants atteints de TDAH obtiennent des scores plus bas dans les tâches de mémoire de travail, de planning et d'inhibition, et la dimension de tempérament de contrôle exigeant de l'effort ; ainsi que des scores plus élevés dans les dimensions de surgency et d'affectivité négative. Ces deux types de mesures distinguent bien les groupes TDAH et contrôle. Les analyses des modèles de médiation suggèrent que le contrôle exigeant de l'effort a un rôle médiateur sur les relations entre le versant cognitif des FE et les symptômes d'inattention.

L'étude IV indique des scores plus bas chez le groupe TDAH que chez le groupe contrôle, dans les mesures du versant cognitif des FE (mémoire de travail, planification et inhibition) et dans les traits de personnalité de conscience, d'ouverture et d'agréabilité, de même que des scores plus élevés dans le trait de névrosisme. Ces deux types de mesures distinguent bien les groupes TDAH et contrôle. Les analyses des modèles de médiation révèlent que le versant cognitif des fonctions exécutives peut expliquer la relation entre les traits de personnalité de conscience et d'ouverture et les symptômes d'inattention.

En conclusion, les résultats trouvés font ressortir des relations complexes entre les versants cognitif et comportemental des FE, les dimensions de tempérament, les traits de personnalité et le TDAH. On voit également apparaître des relations différentielles entre les déficits dans certaines FE, un bas niveau du contrôle exigeant de l'effort, de conscience et d'ouverture, et l'expression des symptômes de TDAH durant l'adolescence. Ces relations complexes illustrent bien l'intérêt d'une évaluation diagnostique complète et une approche globale de la prise en charge des adolescents atteints de TDAH.

*Mots clés* : fonctions exécutives, tempérament, personnalité, TDAH, adolescence, diagnostic, évaluation

Title: Executive functions, temperament and personality traits in adolescents with and without ADHD

## **ABSTRACT**

For several years, research has suggested that executive functions (EF), as well as some temperament dimensions and personality traits involved in the regulation of both emotion and behaviors, are differentially linked to symptoms of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). The main aim of this study is to examine the relationships between EF, temperament dimensions, personality traits, and ADHD symptoms in a clinical and a non-clinical sample of adolescents. 118 adolescents (75 ADHD, 68% males) aged 12 to 16 and their parents and teachers underwent a comprehensive diagnostic assessment including ADHD clinical interview, ADHD rating scales and a measure of intellectual ability. Performance-based tests, EF behavior rating scales, and temperament and personality measures were also included.

Study I showed that ADHD adolescents perform worse than controls on cognitive performance-based EF measures and behavioral EF ratings. The predominantly inattentive (ADHD-I) and combined (ADHD-C) presentations did not differ in terms of task performance. The performance-based tests and EF rating scales distinguished well between ADHD and control groups. Regression analysis showed that neuropsychological tests were not very good predictors of behavior rating scale outcomes in ADHD and control groups.

Study II indicated that the degree of concordance between informants (parents, teachers and self-reports) in the behavioral EF ratings ranges between poor and medium for the ADHD group, and between moderate and good for controls. The Bland and Altman graphical method, which allows better visualization of the extent of agreement between informants showed that informants agreed on the presence of difficulties in the EF rating scales, but disagreed regarding their frequency and intensity in ADHD adolescents. .

Study III revealed significant differences between ADHD and control groups on cognitive EF and temperamental dimensions. Compared with controls, the ADHD group scored lower on measures comprising EF of working memory, planning and inhibition and Effortful control dimension, and higher on Surgency and Negative affectivity dimensions. These two types of measure differentiated well between ADHD and control groups. Mediation analysis showed that effortful control had a mediating role on the relations between cognitive EF and inattentive symptoms.

Study IV found that the ADHD group scored lower on measures of cognitive EF (working memory, planning and inhibition) than controls, as well as on the personality traits of Conscientiousness, Openness and Agreeableness, and scored higher than controls on Neuroticism. These two types of measure differentiated well between ADHD and control groups. Mediation analysis showed that cognitive EF explained the relationship between both Conscientiousness and Openness personality traits and inattentive symptoms.

In summary, the results highlight complex relationships between cognitive and behavioral aspects of EF, temperamental dimensions, personality traits and ADHD. Differential relationships between EF deficits, low levels of effortful control, Conscientiousness and Openness, and the expression of ADHD symptoms during adolescence are also found. These complex relationships illustrate the value of an accurate diagnosis and a comprehensive approach to the treatment of ADHD adolescents.

*Keywords:* executive functions, temperament, personality, ADHD, adolescence, diagnosis, assessment

Título: Funciones ejecutivas, temperamento y personalidad en adolescentes con TDAH y sin TDAH.

## **RESUMEN**

Numerosas investigaciones han mostrado que las funciones ejecutivas (FE), algunas dimensiones de temperamento y determinados rasgos de personalidad, implicados en la regulación de emociones y conductas, están diferencialmente relacionados con los síntomas del Trastorno de Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). El objetivo de este estudio es examinar la relación entre FE, dimensiones de temperamento, rasgos de personalidad y síntomas de TDAH en una muestra de adolescentes con TDAH y controles comunitarios. Ciento dieciocho participantes (51 varones y 75 adolescentes con TDAH), con edades entre los 12 y 16 años, sus padres y profesores participaron en la investigación. El protocolo de evaluación incluye una entrevista clínica para el TDAH, escalas de evaluación de los síntomas de TDAH, escalas conductuales de FE, cuestionarios de temperamento, de personalidad, una medida de capacidad intelectual y diferentes tareas neuropsicológicas.

Los resultados del estudio I indican que los adolescentes con TDAH tienen un rendimiento más bajo que el grupo control en las tareas de funciones ejecutivas de tipo cognitivo y puntuaciones más bajas en FE comportamentales, sin que se observen diferencias de ejecución entre los subtipos clínicos de presentación, predominantemente inatento (TDAH-I) y combinado (TDAH-C). Los dos tipos de medidas diferencian bien los grupos TDAH y controles. Los análisis de regresión muestran que las puntuaciones de las FE de tipo cognitivo no son buenas predictoras de las puntuaciones de FE conductuales, tanto en el grupo TDAH como en el control.

El estudio II muestra que el grado de concordancia entre los diferentes informantes (padres, profesores y auto-evaluación) en las medidas de FE de tipo comportamental oscila entre bajo y medio para el grupo TDAH, y entre moderado y bueno para el grupo control. El método de Bland y Altman muestra que los informantes coinciden en la presencia de dificultades en las medidas de FE conductuales, pero difieren en cuanto a su frecuencia e intensidad en los adolescentes con TDAH. El método gráfico de Bland y Altman permite una mejor visualización del grado de acuerdo entre informantes.

El estudio III revela diferencias significativas entre el grupo TDAH y el grupo control en las medidas de FE de tipo cognitivo y en las dimensiones de temperamento. Los adolescentes con TDAH presentan peor rendimiento que el grupo control en las tareas de

memoria de trabajo, planificación e inhibición; también presentan puntuaciones más bajas en la dimensión del esfuerzo de control, y más elevadas en las dimensiones de surgencia y de afectividad negativa. Las medidas de FE y de temperamento distinguen bien los grupos TDAH de los controles. Los análisis de mediación sugieren que el esfuerzo de control tiene un rol mediador en las relaciones entre las medidas de FE de tipo cognitivo y los síntomas de inatención.

El estudio IV relaciona FE de tipo cognitivo (memoria de trabajo, planificación, flexibilidad e inhibición) y rasgos de personalidad (conciencia, apertura, extroversión, amabilidad y neuroticismo). El grupo TDAH presenta peor rendimiento en las tareas de FE (memoria de trabajo, planificación e inhibición). Asimismo, el grupo TDAH presenta puntuaciones más bajas en los rasgos de personalidad de conciencia, apertura y amabilidad, y puntuaciones más elevadas en el rasgo de neuroticismo. Las medidas de FE y personalidad distinguen bien el grupo TDAH del control. Los análisis de mediación revelan que las FE de tipo cognitivo pueden explicar la relación entre los rasgos de personalidad de conciencia y de apertura y los síntomas de inatención.

En conclusión, los resultados encontrados destacan complejas relaciones entre las FE de tipo cognitivo y comportamental, las dimensiones de temperamento, los rasgos de personalidad y los síntomas de TDAH. Se observan, igualmente, relaciones diferenciales entre los déficits en ciertas FE, bajos niveles de esfuerzo de control, de conciencia y de apertura y la expresión de los síntomas de TDAH durante la adolescencia. Estas complejas relaciones ilustran bien el interés de una evaluación diagnóstica completa y una aproximación global en la atención y el manejo terapéutico de adolescentes con TDAH.

*Palabras claves:* funciones ejecutivas, temperamento, personalidad, TDAH, adolescencia, diagnóstico, evaluación

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord je voudrais commencer par remercier mon directeur de thèse le docteur Juan Antonio Amador Campos pour le soutien qu'il m'a apporté durant toutes ces années. Juan, il n'y a pas de mots assez forts pour te remercier de ton soutien, pour croire en moi, pour me donner la liberté de créer et me guider quand j'en avais besoin... Tu as un grand cœur ! Je pense que tu es comme ces professeurs de littérature que décrivait Borges ; ceux dont le travail était de faire que leurs étudiants trouvent la conviction du bonheur dans certains livres, certains versets ou même certaines lignes s'ils voulaient, espérant qu'avec le temps quelque chose resterait à vivre dans leur mémoire (...), pour pouvoir le citer plus tard, avec quelques erreurs, qui secrètement seraient une nouvelle révision du bonheur. Juan, bien plus d'une ligne de tout ce que tu m'as enseigné sont restées dans ma mémoire, et si je sais que de citer tes lignes, même avec des erreurs, est presque impossible, j'essaierai de le faire, car avec la générosité qui te caractérise, tu m'as donné les outils pour le faire.

A Maribel Peró, por sus inestimables comentarios, su incondicional apoyo y sabias palabras cuando más las necesitaba. A David pour son aide précieuse, sa gentillesse, ses bons conseils et sa bonne humeur. A Joan Guàrdia, por su extrema gentileza, su disponibilidad constante y sus comentarios y sugerencias estadísticas.

Tambien quisiera agradecer a las personas que durante estos años compartieron conmigo tantos momentos de dudas, preocupaciones, alegrías y risas. A mis queridas amigas Mariana, Jess, y Sole que nunca me abandonaron en esta aventura. A mis chicas del club del cactus, Annita I, Annita II y Eli por tantas horas de risas y de debates existenciales sin fin. A Vicky, Martha, JoJo, Vero, Thuy y Alba por hacer tan divertidas las idas y venidas en ese interminable corredor de "strike the pose". A Adela Fusté por los momentos de charlas, de complicidad y de risas; creo que no hubiera podido tener una mejor compañera de despacho. A mi estimada Laia que con su alegría y optimismo me acompañó en cada etapa de esta tesis. A, Helena, Lorena, Ninna, Olga, Ricardo, Ernesto, Joan Carles, Joan Miquel, Miquel y toda la gente linda del departamento.

A todos los psiquiatras, psicólogas y jefes de departamento de los Centros de Salud Mental CSMIJ de Sarria y de las Corts y Antonio Medina de la escuela Salesians de Badalona, por su inestimable ayuda en la selección de muestras. Asi mismo, quisiera agradecer a todos los adolescentes, padres y maestros su colaboración voluntaria y desinteresada.

## **DÉDICACE**

A l'amour de ma vie

Merci pour tant de tendresse

Merci pour ta bienveillance et ton soutien inconditionnel à toutes mes folies et mes rêves

Avec toi, tout est possible

Mon cher Monsieur le Comte

A mes petits amours,

Gaëlle, Nathan, Yann et Lars

Aux piliers de ma vie

Ma mère et mon père adorés

Ma grand-mère, ma Mita et mes tantes Vivianne et Aura

Mes frères et mes sœurs adorés

A Jens

Danke für deine ständige unterstützung





## LISTE DES ÉTUDES

Cette thèse est basée sur les études suivantes, lesquelles sont référencées dans le texte par leur numéro en chiffres romains :

- I** Krieger, V., & Amador-Campos, J. A. (2017). Assessment of executive function in ADHD adolescents: contribution of performance tests and rating scales. *Child neuropsychology*, 18:1-25. doi:10.1080/09297049.2017.1386781. [Epub ahead of print]
- II** Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Peró-Cebollero, M. (2018). *Parents, teacher and self-report agreement on executive functions rating scales in ADHD adolescents*. Manuscrit en révision.  
Journal Attention Disorders
- III** Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Gallardo-Pujol, D. (2018). *Temperament, Executive function and ADHD in adolescents: the mediating role of effortful control*. Manuscrit en révision.  
Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology.
- IV** Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Guàrdia-Olmos, J. (2018). *Executive functions as a mediator between Personality traits and ADHD symptoms in adolescents*. Manuscrit en révision.  
Development and Psychopathology

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
REMERCIEMENTS	vii
LISTE DES ÉTUDES	x
TABLE DE MATIÈRES	xi
ABRÉVIATIONS	xviii
PRÉAMBULE	xx
1. INTRODUCTION	1
1.1 Vision générale de l’histoire du concept de TDAH	1
1.2 Critères diagnostiques et types de présentation	3
1.3 TDAH et développement de l’enfant	8
1.3.1 Difficultés liées au développement	8
1.4 Comorbidités	9
1.5 L’étiopathogénie du TDAH	10
1.5.1 Facteurs neurobiologiques	10
1.5.2 Facteurs génétiques et moléculaires	12
1.5.3 Facteurs environnementaux	13
1.6 Modèles explicatifs du TDAH	14
1.6.1 Modèle de la dysfonction exécutive	14
1.6.2 Modèle cognitif-énergétique	15
1.6.3 Modèle à deux voies	16
1.6.4 Modèle dynamique développemental	16
1.7 Déficits neuropsychologiques dans le TDAH	17
1.7.1 Profil neuropsychologique des adolescents avec TDAH	18
1.8 Fonctions exécutives	19

1.8.1	Substrats biologiques des fonctions exécutives	21
1.8.2	Développement des fonctions exécutives	21
1.8.3	Modèles des fonctions exécutives	22
1.8.4	Évaluation des fonctions exécutives chez l'adolescent	23
1.8.4.1	Versant cognitif	23
1.8.4.2	Versant comportemental	24
1.9	Fonctions exécutives et TDAH	25
1.9.1	Modèles explicatifs des déficits exécutifs dans le TDAH	26
1.9.1.1	Modèle de Barkley	27
1.9.1.2	Modèle de Brown	27
1.10	TDAH, tempérament et personnalité	28
1.10.1	Tempérament	28
1.10.1.1	Approches de tempérament chez l'enfant	29
1.10.1.1.1	L'approche de Thomas et Chess	29
1.10.1.1.2	L'approche de Buss et Plomin	30
1.10.1.1.3	L'approche de Rothbart et Bates	30
1.10.1.1.3.1	Le contrôle exigeant de l'effort	32
1.10.2	Personnalité	34
1.10.2.1	Le modèle de personnalité à cinq facteurs	35
1.10.3	Tempérament et personnalité	36
1.10.4	Symptômes de TDAH, tempérament et personnalité	39
1.10.5	Symptômes de TDAH, fonctions exécutives, tempérament et personnalité	41
2.	OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES	42
3.	MÉTHODE	45

3.1 Participants	45
3.2 Instruments	47
3.3 Procédure	56
3.4 Analyse des données	58
<b>4. RÉSULTATS</b>	<b>61</b>
4.1 Étude 1. Assessment of executive function in ADHD adolescents: contribution of performance tests and rating scales	61
4.1.1 Abstract	62
4.1.2 Introduction	62
4.1.3 Method	66
4.1.4 Results	73
4.1.5 Discussion	80
4.2 Étude 2. Parent, teacher and self-report agreement on executive function rating scales in ADHD adolescents	88
4.2.1 Abstract	89
4.2.2 Introduction	89
4.2.3 Method	92
4.2.4 Results	95
4.2.5 Discussion	101
4.3 Étude 3. Temperament, Executive function and ADHD in adolescents: the mediating role of effortful control	106
4.3.1 Abstract	107
4.3.2 Introduction	107
4.3.3 Method	111
4.3.4 Results	117

4.3.5 Discussion	120
4.4 Étude 4. Executive functions as a mediator between Personality traits and ADHD symptoms in adolescents	125
4.4.1 Abstract	126
4.4.2 Introduction	126
4.4.3 Method	129
4.4.4 Results	136
4.4.5 Discussion	141
4.5 Résumé des résultats des études	147
5. DISCUSSION	150
5.1 Points forts	159
5.2 Points faibles	160
5.3 Perspectives pour de nouvelles recherches	161
5.4 Implications cliniques	162
6. CONCLUSIONS	163
RÉFÉRENCES	166
ANNEXES	214
Annexe I. Consentement écrit pour les écoles Salesians Badalona	216
Annexe II. Consentement écrit pour les Centres de santé mentale infanto-juvenile	
Les Corts Centre d'Hygiène Mental	218
Annexe III. Acceptation du projet de collaboration de recherche	225
Annexe IV. Accusé de réception de la soumission de l'étude II	229
Annexe V. Accusé de réception de la soumission de l'étude III	230

LISTE DES TABLES

Table 1. Critères DSM-5 : Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (APA, 2013)	5-7
Table 2. Comparaison conceptuelle de trois modèles de tempérament et du modèle à cinq facteurs de la personnalité	39
Table 3. Sommaire des tests du versant cognitif par fonctions exécutives mesurées	53
Table 4. Mesures des FE, du tempérament et de la personnalité, et les analyses statistiques spécifiques à chaque étude	60
Table 5. Summary of cognitive EF measures	71
Table 6. Demographic and Descriptive Statistic for ADHD and control groups on ADHD symptoms measures	74
Table 7. Descriptive statistics for ADHD-I, ADHD-C and Control groups on cognitive factors and behavior EF measures, MANOVAs and post-hoc comparisons	76
Table 8. ADHD group correlations (below diagonal) and Control group correlations (above diagonal) between cognitive and behavioral EF measures and inattentive and hyperactive/impulsive symptoms of Conners-3 self-rating (DSM scales)	78
Table 9. Summary of significant hierarchical regression analysis for cognitive EF factors predicting CEFI scales	79-80
Table 10. Means and Standard Deviation of ADHD and Control groups on measures of behavioral EF rating scales reported by parents, teachers and self-report	96
Table 11. ICC estimates based on a Mean-Rating ( $k = 2$ ), Absolute-Agreement, 2-Way Random-Effects Model of ADHD and control groups	98

Table 12. Means, Standard Deviation and Cohen's d effect size of ADHD and control groups on EF and EATQ-R parents report measures	117
Table 13. Correlations between EF, temperament dimensions EATQ-R parent report and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms of Conners-3 parent report (DSM subscales) for ADHD and Control groups ( $N = 118$ )	119
Table 14. Summary of cognitive EF measures	134
Table 15. Means, Standard Deviation, Cohen's d effect size and MANCOVA analysis of ADHD and control groups on Cognitive EF and BFQ-C self-report measures	137
Table 16. Pearson correlations between cognitive EF factors, personality factors BFQ-C self-report and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms of Conners-3 parent report (DSM subscales) for ADHD and Control groups ( $N = 118$ )	139

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Modèles de personnalité à cinq facteurs et dimensions du tempérament	40
Figure 2. Processus d'échantillonnage des participants (groupe TDAH et contrôle)	57
Figure 3. Bland and Altman plots for ADHD and control groups	99-100
Figure 4. Structural Equation Model of relationship between cognitive EF, effortful control and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms	120
Figure 5. Structural Equation Model of relationship between personality traits, cognitive EF, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms	140



## ABRÉVIATIONS

ADD	Trouble déficitaire de l'attention
ADRA	Adrenoceptor alpha
APA	American Psychiatric Association
ATTEX	Attention and Executive Function Rating Inventory
BADS	Behavior Assessment of Dysexecutive Syndrome for Children
BFQ-C	Big Five Questionnaire for Children
BRIEF	Inventaire d'évaluation comportementale des fonctions exécutives
CAS2	Cognitive Assessment System - Second Edition
CEFI	Comprehensive Executive Function Inventory
CHEXI	Childhood Executive Functioning Inventory
COMT	Catechol-O-methyltransferase gene
CSMIJ	Centre de santé mentale infanto-juvénile
EATQ-R	Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised
D-KEFS	Delis-Kaplan Executive Function System
D-REF	Delis-Rating of Executive Function
DEX	Dysexecutive Questionnaire
DRD	Dopamine receptor gene
DSM	Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux
FFM	Le modèle de personnalité à cinq facteurs
HTR	Serotonin receptor gene
MAOA	Monoamine oxidase A
MAOB	Monoamine oxidase B

NEPSY-II	Bilan neuropsychologique de l'enfant 2nde Édition
NET	Norepinephrine transporter
SLC6A3/DAT1	Dopamine transporter gene
TEC	Tasks of Executive Control
TOVA	Test of Variables of Attention
UDAP	Unité de diagnostic et assistance psychologique
WCST	Wisconsin Card Sorting Test
WNV	Wechsler nonverbal scale of ability
WRAML	Wide Range Assessment of Memory and Learning

## PRÉAMBULE

La dénomination Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité a été proposé pour la première fois dans la troisième édition du manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM-III, APA, 1980). La version révisée (DSM-III-R, APA, 1987) propose la dénomination Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité (TDAH) sans différencier les symptômes d'inattention et ceux d'hyperactivité-impulsivité. Les versions suivantes du DSM (DSM-IV, APA, 1994 ; DSM-IV-TR, APA, 2000 et DSM-5, APA, 2013) ont maintenu cette dernière dénomination, différenciant entre sous-types ou présentations avec prédominance du déficit d'attention, hyperactivité-impulsivité ou combiné.

Le diagnostic de TDAH est sujet à débat dans les aspects référents à sa validité clinique et à l'usage et l'abus du traitement avec des médicaments stimulants comme unique façon d'aborder ce trouble (Hinshaw & Scheffler, 2014). En particulier, les critiques questionnent le sur-diagnostic de TDAH conjointement à l'augmentation croissante de prescription de médication psychostimulante chez des enfants qui peut être relationnée avec l'accroissement dramatique de la prévalence du TDAH durant les 30 dernières années (Quinn & Lynch, 2016 ; Thomas, Sanders, Doust, Beller, & Glasziou, 2015 ; Visser et al., 2014). Cet accroissement répond selon quelques auteurs à des diagnostics cliniques peu attentionnés, aux intérêts des compagnies pharmaceutiques pour ouvrir de nouveaux marchés et à l'augmentation de la pression sociale pour la réussite scolaire, le rendement et la compétitivité professionnelle (Garcia de Vinuesa, Gonzalez Pardo, & Perez Alvarez, 2014 ; Hinshaw & Scheffler, 2014 ; Timimi, 2014).

Une autre critique répandue est qu'en l'absence de marqueurs biologiques clairs (APA, 2013) ou d'exams médicaux standards qui montrent la présence du TDAH, il est difficile d'identifier de façon définitive les causes du TDAH, ce qui questionne sa légitimité comme maladie médicale (Quinn & Lynch, 2016). De plus, à cause de son hétérogénéité élevée (Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005 ; Wåhlstedt, Thorell, & Bohlin, 2009) l'évaluation du TDAH peut résulter assez complexe, car il n'existe pas d'indicateurs « gold standard », ni de moyens d'évaluation objectifs qui garantissent un diagnostic fiable (Smith, Barkley, & Shapiro, 2007). De même, les symptômes comportementaux qui détaillent les critères de diagnostic et qui sont normaux dans certaines étapes du développement, s'obtiennent avec l'aide de rapports d'informateurs qui sont subjectifs et qui corrént très peu entre eux, ce qui questionne la fiabilité de l'information (Smith et al., 2007).

Le traitement pharmaceutique est un autre facteur de critique car certains des médicaments stimulants utilisés chez le TDAH peuvent augmenter le risque des effets contraires (e.g., insomnie, perte de poids, problèmes cardiovasculaires ou idée suicidaire), la dépendance et les abus potentiels (Graham et al., 2012). De plus, l'usage illégal des médicaments prescrits pour le traitement du TDAH a généré un problème croissant dans les milieux scolaires car il s'utilise pour améliorer les résultats ou simplement à des fins récréatives (Dupont, Coleman, Bucher, & Wilford, 2008 ; Weyandt et al., 2014).

Face à ses critiques, le vaste et prolifique champ de recherche développé durant les 35 dernières années s'est focalisé à améliorer la compréhension de l'étiologie et la caractérisation clinique du TDAH, devenant ainsi comme un des troubles les mieux étudiés (Mahone & Denckla, 2017 ; Pliszka, 2007). L'évidence empirique suggère que le TDAH n'est pas un syndrome lié à la culture, à des habiletés éducatives parentales défailtantes, ou un produit de la surmédicalisation (Hinshaw & Scheffler, 2014) sinon qu'il est une altération psychopathologique bénigne, qui donne lieu à des difficultés fonctionnelles dans les milieux scolaires (DuPaul & Stoner, 2014), émotionnel et social (Bunford, Evans, & Wymbs, 2015). De plus, s'il est vrai que le diagnostic du TDAH représente un véritable défi, il est possible de réussir un diagnostic cliniquement valide grâce à des processus d'évaluation différents (Smith et al., 2007).

Les avancées récentes en génétique et en neuroimagerie notent que ce trouble présente une hérédité élevée (Franke et al., 2012) et une étiologie multidimensionnelle qui englobe des corrélats cliniques et neurobiologiques (Curatolo, D'Agati, & Moavero, 2010 ; Hinshaw & Scheffler, 2014 ; Pliszka, 2011). En particulier, les recherches en neuropsychologie et en neuroimagerie, des deux décades passées, se sont intéressées à l'étude des fonctions exécutives (FE) et à leurs relations avec les altérations comportementales et cognitives observées dans le TDAH (Mahone & Denckla, 2017). Les résultats mettent en avant les déficits dans l'activité des parties préfrontales (Fernandez, Tan-Mansukhani, & Essau, 2017 ; Quinn & Lynch, 2016 ; Shaw et al., 2007 ; Shapiro & Cohen, 2008), une complexe hétérogénéité dans les profils exécutifs (Wählstedt et al., 2009 ; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005) et les relations avec des caractéristiques de tempérament et de personnalité (Martel, 2016 ; Martel, Nigg, & Von Eye, 2009) qui sont considérées comme des traits de prédisposition pour le TDAH (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Tackett, Martel, & Kushner, 2015). D'autre part, les déficits en FE ne sont pas présents chez tous les enfants avec TDAH et ne sont pas une cause nécessaire, ni suffisante pour le TDAH (Willcutt et al., 2005).

Ainsi, malgré les progrès scientifiques dans la recherche neuropsychologique dans ce domaine critique pour la réussite scolaire et le développement cognitif, social et psychologique (Diamond, 2014), il existe encore d'importantes questions qui restent sans réponse. Ceci fait ressortir la nécessité d'une recherche plus importante dans le domaine du fonctionnement exécutif. Étant une psychologue clinicienne spécialisée dans l'évaluation du TDAH, mon intérêt dans ce domaine est d'identifier les facteurs qui peuvent être utiles pour expliquer l'évolution et la présentation des symptômes de TDAH. Ainsi, l'objectif principal de cette thèse a été d'étudier les FE, en mettant l'accent sur ses deux formes d'évaluation, et le rôle que jouent les probables relations entre les FE, le tempérament et la personnalité dans l'explication de la présentation des symptômes du TDAH.

Cette thèse comprend une introduction théorique dans laquelle on présente les concepts généraux et l'état actuel de la recherche sur le TDAH, les fonctions exécutives, le tempérament et la personnalité, analysant la nature des relations entre eux. Quatre études apportent la base empirique pour cette thèse.

La première étude publiée analyse la performance des adolescents atteints de TDAH avec les types de présentation inattentive et combinée dans les mesures touchant les versants cognitif et comportemental des fonctions exécutives. Elle vise également à déterminer si les résultats des FE du versant cognitif sont de bons prédicteurs de ceux du versant comportemental chez les groupes TDAH et contrôle.

La seconde étude évalue le degré d'accord entre les informateurs concernant le groupe TDAH dans les mesures du versant comportemental des fonctions exécutives rapportées par les parents, les professeurs et l'auto-évaluation. Pour la première fois, la méthode de Bland et Altman a été utilisée pour estimer de manière graphique l'accord entre les trois informateurs et les limites de celui-ci.

La troisième étude examine la performance des adolescents présentant un TDAH, considéré comme un groupe à part entière, dans les tâches du versant cognitif des fonctions exécutives et de tempérament, et d'évaluer si le contrôle exigeant de l'effort a un rôle médiateur dans les relations entre le versant cognitif des fonctions exécutives et les symptômes d'inattention.

La quatrième étude analyse la performance des adolescents atteints de TDAH dans les mesures du versant cognitif des fonctions exécutives et de personnalité, et examine si le

versant cognitif des fonctions exécutives a un rôle médiateur dans les relations entre traits de personnalité de conscience, ouverture et névrosisme et les symptômes de TDAH.

Finalement la discussion générale met l'accent sur les aspects les plus pertinents provenant de chacune des études. En outre, s'analyse les implications des résultats pour expliquer la caractérisation et l'expression clinique des symptômes de TDAH durant l'adolescence. De plus, on discutera les avantages d'utiliser dans les protocoles d'évaluation clinique du TDAH, les mesures qui évaluent les versants cognitif et comportemental des FE, les dimensions de personnalité et les traits de tempérament.



# 1. INTRODUCTION

## 1.1. Vision générale de l'histoire du concept de Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH)

On attribue à Sir George Frederic Still (1868-1941) une des premières descriptions scientifiques d'enfants avec des altérations comportementales qui étaient similaires à celles qu'on connaît aujourd'hui comme Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH). Still (1902), pédiatre britannique, a décrit les comportements de 43 enfants qu'il avait visité durant sa pratique clinique, lesquels présentaient des difficultés importantes pour maintenir l'attention. Plusieurs, présentaient, en plus, une activité motrice excessive, des comportements difficiles et agressifs, et un faible contrôle des émotions. Still pensait que ces enfants présentaient un déficit dans le contrôle de leur comportement « defect of moral control », qui était chronique dans plusieurs cas. De plus, il a soutenu que ces déficits étaient le résultat d'une prédisposition biologique, qui était héréditaire probablement dans beaucoup de cas, et dans les autres, c'était le résultat de lésions cérébrales pré ou périnatales non détectées (Barkley, 2006). Postérieurement, après les années 30, le concept de « minimal brain damage » a été populaire et plusieurs chercheurs ont suggéré que le comportement d'hyperactivité pourrait être causé par des lésions cérébrales (Lange, Reichl, Lange, Tucha, & Tucha, 2010). Ainsi, les études de Kramer et Pollnow (1932) et Pasamanick, Rogers, et Lilienfeld (1956) se sont basées sur les idées de Still de la base biologique et les lésions cérébrales pour expliquer les comportements d'hyperactivité chez les enfants. En particulier, Laufer et Denhoff (1957) ont réalisé une série d'études cliniques sur des enfants qu'ils décrivaient comme ayant un syndrome appelé « hyperkinetic impulse disorder » qui ressemble étroitement au concept actuel de TDAH et qui était la conséquence d'un déficit du système nerveux central, concrètement de la zone thalamique. Pour ces études, ils ont créé un groupe de critères formels pour sélectionner leurs patients, lesquels comprenaient : hyperactivité, empan attentionnel limité, faible concentration, variabilité dans la performance, impulsivité, incapacité de retarder la gratification, irritabilité et caractère explosif, et de faibles résultats scolaire (Conners, 2015). Les critères proposés par Laufer et Denhoff étaient très similaires avec ceux utilisés trois décades après dans le nouveau Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux et ses révisions suivantes (Conners, 2015). De plus, ils ont été utilisés jusqu'à la fin des années 60, et ultérieurement ont laissé la place au concept d'hyperactivité (Lange et al., 2010). En 1963, l'étiologie du TDAH est attribuée plutôt à un dérèglement fonctionnel dans le cerveau qu'à un dommage anatomique, dénommé « minimal



brain dysfunction », qui suggère que les lésions cérébrales ne pouvaient pas être seulement déduites de comportements problématiques (Bax & MacKeith, 1963 ; Ghuman & Ghuman, 2014). En 1968, apparaît pour la première fois le concept d'hyperactivité dans le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux, deuxième édition (DSM-II ; American Psychiatric Association [APA], 1968) avec l'étiquette de « reaction hyperkinetique » (Barkley, 2006 ; Lange et al., 2010).

Dans la décade des années 70, le focus prédominant d'hyperactivité changea vers un intérêt marqué pour les déficits d'attention (Barkley, 2006 ; Lange et al., 2010). Les travaux de Douglas (1972) ont souligné la nécessité de considérer l'inattention et les problèmes d'impulsivité comme caractéristiques significativement plus révélatrices dans la conceptualisation du TDAH que l'hyperactivité. En particulier, les travaux de Douglas soulignent les déficits d'attention soutenue, l'inhibition de réponses impulsives, le contrôle de l'excitation devant des demandes situationnelles et la recherche de renforcement immédiat comme facteurs principaux qui pourraient expliquer les symptômes du TDAH (Barkley, 2006).

En 1980, avec la reconnaissance de l'importance des aspects attentionnels dans la présentation du trouble, la troisième édition du DSM-III (APA, 1980) introduit une nouvelle dénomination « trouble déficitaire de l'attention » (ADD) avec ou sans hyperactivité. En 1987, la révision de la troisième édition du DSM-III-R (APA, 1987) incorpore une nouvelle dénomination « trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) » dans laquelle on élimine le concept de sous-types, et on inclut les symptômes d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité combinés dans une liste simple de critères de diagnostics (Lange et al., 2010). Les résultats de beaucoup d'études à la fin de la décade des années 80, montrent les relations entre le TDAH, les facteurs motivationnels et les problèmes dans les mécanismes de renforcement, ainsi que la présence de divers sous-types de ADD (Barkley, 2006 ; Lange et al., 2010). On observe également de grandes avancées dans le développement d'instruments d'évaluation des symptômes et des conduites associées au TDAH, comme l'échelle et le questionnaire des symptômes, l'inventaire d'évaluation comportementale, les mesures de laboratoire (vigilance et impulsivité) et les mesures d'observation comportementale (Barkley, 2006).

Dans les années 90, on reconnaît que le TDAH est un trouble chronique, persistant dans quelques cas jusqu'à l'âge adulte et non pas un trouble exclusif de l'enfance comme il était considéré précédemment (Lange et al., 2010). De plus, l'augmentation des études durant

cette période fournit une évidence abondante de l'influence des facteurs génétiques et neurologiques dans le TDAH et ses symptômes comportementaux (Barkley, 2006 ; Nigg & Barkley, 2014). Dans la quatrième édition du DSM (DSM-IV ; APA, 1994), ainsi que dans sa version modifiée (DSM-IV-R ; APA, 2000), on revient sur le focus multidimensionnel, reconnaissant officiellement le terme TDAH avec l'introduction de trois types cliniques de présentation : l'inattention prédominante, l'hyperactivité-impulsivité prédominante et le combiné. Le vaste champ de recherche développé depuis l'année 2000 jusqu'à aujourd'hui, a très bien montré que le TDAH est un trouble avec une forte charge génétique, des abondants corrélats neuropsychologiques et des déficits dans le fonctionnement exécutif (Barkley, 2006 ; Mueller & Tomblin, 2012 ; Willcutt et al., 2012). La cinquième édition du DSM (DSM-5 ; APA, 2013) ne montre pas de changements substantiels au niveau des symptômes centraux du TDAH, mais si, du point de vue de l'âge de commencement, la nosologie en termes de « présentation » et la considération de cut-off pour le diagnostic chez les adolescents de 17 ans et les adultes (Epstein & Loren, 2013). Cela suggère que le phénotype clinique TDAH proposé dans le DSM-IV paraît être efficace dans l'identification d'enfants avec ce trouble, et le vaste champ des recherches réalisées durant les deux dernières décades soutient amplement l'inclusion du phénotype TDAH similaire dans le DSM-5 (Epstein & Loren, 2013). En particulier, dans le DSM-5, les 18 symptômes des dominances comportementales d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité restent d'actualité, bien qu'ils soient corrélés, chacun prédit des altérations fonctionnelles différentes, et possèdent des corrélats neurobiologiques probablement différents (Nigg & Barkley, 2014).

## **1.2. Critères diagnostiques et types de présentation**

Le TDAH est considéré comme un trouble du développement neurologique, avec un début précoce, un parcours persistant, qui est associé à des altérations durables dans le développement neuronal et de légères difficultés dans le développement du langage, moteur et social (APA, 2013). Le TDAH est un des troubles les plus fréquemment diagnostiqués pendant l'enfance (Hale, Reddy, Weissman, Lukie, & Schneider, 2013). Sa prévalence durant l'enfance et l'adolescence est approximativement de 5 à 7,1% (Polanczyk, De Lima, Horta, Biederman, & Rhode, 2007 ; Willcutt, 2012) et de 2,5 à 5% à l'âge adulte (Caye et al., 2016 ; Simon, Czobor, Bálint, Mészáros, & Bitter, 2009). Le ratio garçons/filles est de 2,28 à 3 garçons pour 1 fille dans les échantillons communautaires, et de 6 garçons pour 1 fille dans les échantillons cliniques (e.g. DuPaul & Stoner, 2014 ; Ramtekkar, Reiersen, Todorov, & Todd, 2010 ; Roberts, Milich, & Barkley, 2015), même si à l'âge adulte les pourcentages de

prévalence sont équivalents (Barkley, Murphy, & Fischer, 2008 ; Simon et al., 2009). Les symptômes du TDAH sont associés aux difficultés fonctionnelles dans la réussite scolaire, le fonctionnement social ou le bien-être émotionnel (DuPaul & Stoner, 2014 ; Stefanatos & Baron, 2007).

Le TDAH est un trouble hautement hétérogène (Nigg, 2006), dont le diagnostic, qui est fondamentalement clinique, se base sur la présence, la fréquence, l'intensité, la durée et l'interférence des symptômes et des conduites altérées. Ce trouble est caractérisé par deux dimensions de symptômes : l'inattention et l'hyperactivité-impulsivité (Nigg & Barkley, 2014 ; Toplak et al., 2012), qui prédisent des déficits cognitifs et comportementaux différents (Kuntsi et al., 2014 ; Willcutt et al., 2012). Les comportements d'inattention sont associés aux problèmes scolaires et à l'abus de substances durant l'adolescence (i.e., dépendance au tabac) alors que ceux d'hyperactivité-impulsivité sont associés au rejet social, aux conduites perturbatrices à la maison et à l'école (Mash & Wolfe, 2016).

L'inattention se manifeste comme une difficulté pour prêter attention aux détails, faire des erreurs par négligence dans les travaux scolaires, avoir des problèmes pour se concentrer et pour persister dans les tâches qui requièrent de l'attention. Ainsi que d'autres comportements, comme ne pas écouter ce qui se dit, ne pas finir les devoirs et se distraire facilement par des stimulations extérieures ou intérieures. L'hyperactivité se caractérise par une activité et des mouvements exagérés, une inquiétude, une incapacité à rester assis dans des situations où cela est nécessaire, le bavardage et la difficulté à jouer tranquillement. L'impulsivité s'exprime, parfois, avec des difficultés à attendre son tour, à agir ou à répondre avant d'écouter complètement les questions ou les instructions, des conduites imprudentes, un manque de patience et une interruption fréquente des activités ou des conversations des autres (APA, 2013 ; Nigg & Barkley, 2014).

La cinquième édition du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux (DSM-5, APA, 2013, voir Table 1) différencie trois types de présentation TDAH : combiné (TDAH-C) qui nécessite la présence des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité ; avec prédominance de déficit d'attention (TDAH-I), qui nécessite la présence des symptômes d'inattention, mais pas d'hyperactivité-impulsivité ; et avec prédominance d'hyperactivité-impulsivité (TDAH-HI), dans lequel prédominent les symptômes d'hyperactivité-impulsivité, mais pas d'inattention.

Table 1

*Critères DSM-5 : Trouble de Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (APA, 2013)*

---

**A. Un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement, et caractérisé par (1) et/ou (2) :**

1. **Inattention** Six (ou plus) des symptômes suivants ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a directement des conséquences négatives sur les activités sociales et académiques/professionnelles :

**Remarque** : les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement d'opposition, d'une déficience, d'une hostilité ou de l'incompréhension de tâches ou d'instructions. Pour les grands adolescents et les adultes (âgés de 17 ans et plus), au moins 5 symptômes sont exigés.

a. Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités (ex : néglige ou oublie des détails, le travail n'est pas précis).

b. A souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux (ex : a du mal à rester concentré durant un cours, une conversation, la lecture d'un texte long).

c. Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement (ex : leur esprit paraît ailleurs, même en l'absence d'une distraction manifeste).

d. Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles (ex : commence le travail mais perd vite le fil et est facilement distrait).

e. A souvent du mal à organiser ses travaux ou ses activités (ex : difficultés à gérer des tâches séquentielles ; difficultés à conserver ses outils et ses affaires personnelles en ordre ; complique et désorganise le travail ; gère mal le temps ; ne respecte pas les délais fixés).

f. Souvent évite, a en aversion ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (ex : le travail scolaire ou les devoirs à la maison ; pour les adolescents et les adultes, préparation de rapports, formulaires à remplir, revoir un long article).

g. Perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (matériel scolaire, crayons, livres, outils, portefeuille, clés, papiers, lunettes, téléphone mobile).

h. Souvent se laisse facilement distraire par des stimuli externes (pour les adolescents et les adultes, cela peut inclure passer du « coq à l'âne »).

i. A des oublis fréquents dans la vie quotidienne (ex : faire les corvées, les courses ; pour les adolescents et les adultes, répondre à ses appels, payer ses factures, respecter ses rendez-vous).

2. **Hyperactivité et impulsivité** : Six (ou plus) des symptômes suivants ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un retentissement négatif direct sur les activités sociales et académiques/professionnelles :

**Remarque** : les symptômes ne sont pas seulement la manifestation d'un comportement d'opposition, d'une déficience, d'une hostilité, ou de l'incompréhension de tâches ou d'instructions. Pour les grands adolescents et les adultes (âgés de 17 ans et plus), au moins 5 symptômes sont exigés.

**a.** Remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège.

**b.** Se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis (ex : se lève de sa place en classe, au bureau ou à son travail, ou dans d'autres situations qui nécessitent de rester assis) ...

**c.** Souvent, court ou grimpe partout, dans les situations où cela est inapproprié.

**Remarque** : chez les adolescents ou les adultes, cela peut se limiter à un sentiment d'agitation.

**d.** A souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir.

**e.** Est souvent « sur la brèche » ou agit souvent comme s'il était « monté sur ressorts » (ex : incapable de se tenir immobile pendant un long moment, comme dans les restaurants, les réunions ; peut être perçu par les autres comme agité ou comme difficile à suivre).

**f.** Souvent, parle trop.

**g.** Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée (ex : termine la phrase de leurs interlocuteurs ; ne peut attendre son tour dans une conversation).

**h.** A souvent du mal à attendre son tour (ex : lorsque l'on fait la queue).

**i.** Interrompt souvent les autres ou impose sa présence (ex : fait irruption dans les conversations, les jeux ou les activités ; peut commencer à utiliser les biens d'autrui sans demander ou recevoir leur autorisation ; pour les adolescents et les adultes, peut s'immiscer ou s'imposer et reprendre ce que d'autres font).

**B.** Certains des symptômes d'hyperactivité/impulsivité ou d'inattention étaient présents avant l'âge de 12 ans.

**C.** Certains des symptômes d'inattention ou d'hyperactivité/impulsivité sont présents dans deux ou plus de deux types d'environnement différents (ex : à la maison, l'école, ou le travail ; avec des amis ou des relations ; dans d'autres activités).

**D.** On doit clairement mettre en évidence une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel et de la qualité de vie.

**E.** Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'une schizophrénie ou d'un autre trouble psychotique et ils ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (trouble thymique, trouble anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité, intoxication par une prise de substance ou son arrêt).

### **Sous-types cliniques**

- Condition mixte ou combinée : les critères A1 et A2 sont satisfaits pour les 6 derniers mois.

- Condition « inattention » prédominante : le critère A1 est satisfait, le critère A2 n'est pas satisfait et trois ou plus symptômes du critère A2 sont présents pour les 6 derniers mois.

- Condition « inattention » restrictive : le critère A1 est satisfait mais pas plus de deux symptômes du critère A2 sont satisfaits pour les 6 derniers mois.

- Condition « hyperactivité/impulsivité » prédominante : le critère A2 est satisfait pour les 6 derniers mois mais pas le critère A1.

---

*Note.* Traduit de Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed. DSM-5), by American Psychiatric Association, 2013, pp. 59-61. Copyright 2013 by the American Psychiatric Association.

Quelques études récentes suggèrent que probablement ils existent des différences qualitatives entre les différents types de TDAH, ce qui fait que sa caractérisation soit dans quelques cas ambiguë. De plus, la stabilité du type de diagnostic TDAH, ainsi que le degré des déficits qui l'accompagnent ne sont pas stables et varient avec l'âge (Nigg & Barkley, 2014).

Diverses études suggèrent que la présentation TDAH-I a probablement des différences qualitatives avec les types de présentation TDAH-C et TDAH-HI, et peut inclure trois sous-groupes de diagnostics (Mash & Wolfe, 2016 ; Nigg & Barkley, 2014 ; Willcutt et al., 2012). Le premier impliquerait des enfants avec TDAH-I qui peuvent présenter quelques symptômes d'hyperactivité, mais pas suffisamment pour être diagnostiquer TDAH-C, ce qui suggérerait la possibilité de l'existence de types avec des sous-seuils combinés avec des types de réelle inattention (Mash & Wolfe, 2016 ; Nigg & Barkley, 2014). Le second inclurait des enfants avec TDAH-I, mais dont les symptômes d'inattention sont reliés avec des problèmes d'activation et de rythme cognitif lent (RCL) (Mash & Wolfe, 2016 ; Wåhlstedt & Bohlin, 2010). Le RCL implique des symptômes reliés à des problèmes pour rester alerte et traiter l'information rapidement, rêver éveillé, oublier des choses et perdre le fil de la pensée, ainsi comme paraître lent et hypo actif (Wåhlstedt & Bohlin, 2010). Finalement le troisième groupe comprendrait les enfants qui furent initialement diagnostiqués avec TDAH-C mais qui avec l'âge ont expérimenté une réduction des symptômes d'hyperactivité-impulsivité, et qui ne remplissent plus les critères pour le TDAH-C, prévalant les symptômes d'inattention qui sont relativement stables durant leur développement (Mash & Wolfe, 2016).

La présentation inattentive prédominante est la plus commune dans la population en général, bien que par rapport au TDAH-C, elle soit la moins référée pour traitement (Mash & Wolfe, 2016 ; Willcutt, 2012). Le TDAH-C et le TDAH-HI présentent des difficultés au

niveau relationnel et plus fréquemment des conduites défiantes et de l'agressivité que la présentation du TDAH-I (Mash & Wolfe, 2016 ; Saylor & Amann, 2016). D'autre part, même si les conduites d'impulsivité sont présentes dans les deux types TDAH-I et TDAH-C, dans le TDAH-I elles sont en-dessous du seuil clinique, alors qu'elles sont plus fréquentes et intenses dans la présentation combinée (Miller, Derefinko, Lynam, Milich, & Fillmore, 2010).

### **1.3. TDAH et développement de l'enfant**

Les symptômes évoluent au cours de la vie. L'étape du développement de l'individu détermine, en grande partie, sa présentation clinique et impacte son fonctionnement quotidien (Cherkasova, Sulla, Dalena, Pondé, & Hechtman, 2013), observant un patron de trajectoires de développement différent pour les deux dimensions des symptômes (Willcutt, 2012).

A partir de l'âge de 3 ans on peut déjà observer quelques comportements de TDAH, comme une distractibilité marquée, des niveaux élevés d'activité et une faible inhibition comportementale qui peuvent être considérés comme normaux à ces âges (Cherkasova et al., 2013 ; Hinshaw & Scheffler, 2014). Les manifestations comportementales du TDAH peuvent commencer à se discerner à partir de 4 ans (Hinshaw & Scheffler, 2014). A l'âge préscolaire, les présentations TDAH-C et TDAH-HI commencent à s'apprécier avec une atténuation des symptômes d'hyperactivité-impulsivité et une persistance des symptômes d'inattention vers l'adolescence (Cherkasova et al., 2013 ; Nigg, 2013). Le type TDAH-I est rare dans ce groupe d'âge et les symptômes d'inattention tendent à être plus évidents au fur et à mesure que l'enfant grandit pour devenir plus courants pendant l'adolescence (Nigg, 2013). Durant cette période, approximativement 70% des adolescents avec TDAH bien diagnostiqués pendant leur enfance continuent à remplir les critères diagnostiqués (Sibley et al., 2012). Cette tendance s'observe dans quelques cas étudiés avec les enfants entre 6 et 20 ans chez qui les symptômes d'inattention diminuent modestement (20%), alors que les symptômes d'impulsivité (40%) et d'hyperactivité (50%) le font de manière significative (Mick, Faraone, & Biederman, 2004). Chez les adultes, on observe des taux élevés pour les présentations TDAH-I et TDAH-C, ce qui confirme que, avec l'âge, les symptômes d'inattention montrent une plus grande persistance et une diminution plus lente que les symptômes d'hyperactivité et d'impulsivité (Cherkasova et al., 2013 ; Wilens et al., 2009).

#### **1.3.1. Difficultés liées au développement**

Le TDAH est accompagné par un ample spectre de déficits dans les domaines cognitifs, de la parole, du langage et du social (Mash & Wolfe, 2016).

Les difficultés cognitives incluent des déficits importants dans le fonctionnement exécutif qui implique les FE d'inhibition, la mémoire de travail, la planification, la flexibilité, l'organisation et la vigilance (Barkley, 2006 ; Mash & Wolfe, 2016). On observe également des déficits dans la capacité intellectuelle et la vitesse de traitement de l'information, ainsi que la gestion et l'organisation de l'information temporelle. On aperçoit aussi des difficultés d'apprentissage dans les domaines de la lecture, de l'écriture, de l'orthographe et des mathématiques, étroitement liées avec le rendement scolaire (Barkley, 2006 ; Mash & Wolfe, 2016).

Le domaine de l'élocution et du langage est caractérisé par des erreurs dans les aspects pragmatiques de la parole et dans l'analyse du discours, avec une faible utilisation de pronoms et de conjonctions dans la structure de la conversation, un discours tangentiel et des liens peu clairs entre les idées (Mash & Wolfe, 2016).

#### **1.4. Comorbidités**

Les études suggèrent que le TDAH « pur » est rare, et la comorbidité est la norme, avec très peu d'exceptions (Owens & Hinshaw, 2016 ; Yoshimasu et al., 2012). De plus, les comorbidités changent avec l'âge et les différentes étapes du développement (Masi & Gignac, 2015). Ainsi, entre 59% et 87% d'enfants avec TDAH présentent un trouble comorbide, 16% en ont deux et 20% trois ou plus (Larson, Russ, Kahn, & Halfon, 2011 ; Stefanatos & Baron, 2007). Chez les adultes, entre 70% et 75% compte au moins un diagnostic comorbide et seulement 35% des adultes ont un TDAH seul (Fisher, 2013).

Il est à noter que les études suggèrent que la comorbidité dans le TDAH ne diffère pas selon le sexe ou du type de symptômes, sinon plutôt de la gravité des symptômes TDAH, comme c'est le cas du type TDAH-C. Ainsi, le type TDAH-C montre relativement plus de comorbidité avec les troubles d'internalisation et d'externalisation que le type TDAH-I (Fisher, 2013 ; Nigg & Barkley, 2014). Par exemple, les filles diagnostiquées TDAH-C ont plus de symptômes d'anxiété généralisée que les garçons (Fisher, 2013). Plusieurs études suggèrent que les garçons présentent un taux plus élevé de troubles de conduites et de troubles oppositionnels avec provocation que les filles, alors que celles-ci montrent des taux plus élevés d'anxiété de séparation (Levy, Hay, Bennett, & McStephen, 2005 ; Skogli, Teicher, Andersen, Hovik, & Øie, 2013). Ceci suggère, probablement, que les troubles d'internalisation sont plus courants chez les femmes alors que ceux d'externalisation peuvent apparaître plus fréquemment chez les hommes (Levy et al., 2005).



En général, chez l'enfant, les troubles les plus fréquents sont le trouble oppositionnel avec provocation (50-75%), les troubles de conduite (15-30%), les troubles de langage (12%), les tics et le syndrome de Tourette (55%), les troubles du spectre autistique (6%) ainsi que les troubles anxieux, qui incluent l'anxiété généralisée (10-15%), les troubles obsessionnels-compulsifs (33%) et l'anxiété de séparation (25-33%) (Larson et al., 2011; Masi & Gignac, 2015; Nigg, 2013; Spencer, Biederman, & Mick, 2007). L'adolescence est associée à l'apparition du trouble de l'humeur, qui implique le trouble dépressif majeur (6-30%), le trouble bipolaire (20%) et le trouble de dérégulation dit de l'humeur explosive (87%) (Larson et al., 2011; Masi & Gignac, 2015; Nigg, 2013), ainsi que les symptômes liés aux troubles de la personnalité borderline et antisociale, et les problèmes d'utilisation de substances (Masi & Gignac, 2015). Au cours de la dernière décennie, les études ont montré une relation significative entre les symptômes de TDAH et les troubles de l'alimentation tels que les excès hyperphagiques, la boulimie et l'obésité chez les enfants et les adolescents (Ptacek et al., 2016). Par ailleurs, les troubles du sommeil (30%) et les troubles d'apprentissages (31-46%) sont fréquemment observés pendant l'enfance et l'adolescence (Masi & Gignac, 2015). Chez les adultes, les troubles comorbides les plus fréquents sont les troubles dépressifs et anxieux, les problèmes d'utilisation de substances, les troubles de la personnalité et les troubles du sommeil (Fisher, 2013).

## **1.5. L'étiopathogénie du TDAH**

Le TDAH est un désordre complexe qui possède une étiologie multifactorielle, dans laquelle on rencontre des facteurs neurobiologiques, génétiques et environnementaux (Nigg & Barkley, 2014).

### **1.5.1. Facteurs neurobiologiques**

Le TDAH a été relié avec différentes étiologies neurologiques qui comprennent des domaines spécifiques chargés de la régulation (Nigg & Barkley, 2014). Les études relient les symptômes de TDAH avec une réduction du volume cérébral dans des régions comme le noyau caudé droit, la substance blanche et grise du cortex préfrontal droit (Krain & Castellanos, 2006; Van Ewijk et al., 2014), le corps calleux et le vermis cérébelleux (Catala & Meulemans, 2013). On a également observé quelques altérations dans les voies fronto-sous-corticales qui impliquent les structures des ganglions de la base (noyau caudé, putamen et globe pâle), et font partie des circuits neuronaux impliqués dans le contrôle moteur, les fonctions exécutives et l'inhibition de la conduite (Aguilar, Eubig, & Schantz, 2010). Les

études réalisées chez des enfants avec TDAH indiquent qu'il y a une activité réduite dans les circuits fronto-pariétaux et ventraux, et dans les modulateurs de l'attention impliqués dans les processus exécutifs pour atteindre des objectifs (Cortese et al., 2012 ; Nigg & Barkley, 2014 ; Klein et al., 2017).

D'autres recherches ont relié également les déficits dans le système moteur pyramidal avec l'hyperactivité moteur observée dans le TDAH (Cortese et al., 2012). Chez les adultes, on a observé des taux inférieurs d'activation du système somato-moteur et une activité excessive du système d'attention dorsale et visuelle, ainsi qu'une activité réduite des réseaux fronto-pariétaux reliés avec quelques FE comme la mémoire de travail (Cortese et al., 2012 ; Klein et al., 2017). Néanmoins, ces résultats doivent être pris avec prudence car dans des révisions récentes, on a trouvé que les différences d'activité cérébrale observées chez les sujets avec TDAH, en comparaison avec les contrôles, ne sont pas toujours statistiquement significatives (Catale & Meulemans, 2013).

Plusieurs études longitudinales avec des enfants et des adolescents avec TDAH ont rapporté des différences dans les trajectoires de croissance corticale qui sont caractérisées par un retard dans les processus de maturation dans le cortex préfrontal et dans le cortex temporel latéral (Shaw et al., 2007 ; Shaw et al., 2011). A ce propos, il a été suggéré que ce retard équivaut probablement à trois années, ce qui indique que les enfants avec TDAH suivent, bien qu'avec lenteur, un développement cérébral normal (Klein et al., 2017 ; Shaw et al., 2007). De plus, il a été observé que le taux de grosseur corticale pendant l'enfance et l'adolescence est probablement lié avec la sévérité des symptômes d'hyperactivité et d'impulsivité (Shaw et al., 2011).

Finalement, plusieurs études indiquent que la persistance du TDAH à l'âge adulte est associée avec un moindre grossissement cortical dans les zones préfrontales dorsolatérales, le cingulus antérieur et le lobe pariétal inférieur (Weissman, Lichtin, & Danzig, 2015). On a aussi trouvé un majeur grossissement cortical dans les zones occipitales médiales, parahippocampiques, insulaires et frontales probablement lié à une rémission des symptômes (Weissman et al., 2015). En résumé, l'évidence suggère que les altérations dans la maturation de certaines zones cérébrales peuvent prédire la persistance des symptômes de TDAH, alors que la régulation des altérations cérébrales probablement explique la rémission des symptômes au cours du développement (Weissman et al., 2015).

### **1.5.2. Facteurs génétiques et moléculaires**

Les études de jumeaux et d'enfants adoptés montrent que l'étiologie du TDAH est fortement influencée par des facteurs génétiques complexes (Faraone & Mick, 2010 ; Schachar, 2014 ; Thapar & Stergiakouli, 2008). Les estimations pour l'hérédité du diagnostic clinique de TDAH sont élevées au cours de la vie et se situent entre 70 et 90% (Faraone & Mick, 2010 ; Larsson, Chang, D'Onofrio, & Lichtenstein, 2014), ce qui le situe comme un des troubles psychiatriques les plus héréditaires (Schachar, 2014). Les études de familles suggèrent que le risque de présenter le TDAH pour des personnes de la même famille au premier degré chez des patients avec TDAH est de 15 à 60% (Schachar, 2014). Les études longitudinales de jumeaux suggèrent la présence d'un phénotype TDAH caractérisé par la continuité et le changement des influences génétiques au fil de la vie, avec des influences génétiques qui surgissent avec le temps, affectent le développement tôt et s'atténuent avec la croissance (Chang, Lichtenstein, Asherson, & Larsson, 2013 ; Schachar, 2014).

Les analyses des corrélats moléculaires associés à la vulnérabilité du TDAH suggèrent comme gènes candidats spécifiques, ceux reliés à la neurotransmission et à la réception de la dopamine (SLC6A3/DAT1, DRD1, DRD4 et DRD5), la sérotonine (HTR1B, SLC6A3 et 5-HTT/SLC6A4) et la noradrénaline (ADRA2A, ADRA2C, SLC6A2/NET1), ainsi que d'autres gènes impliqués dans la dégradation de ces neurotransmetteurs (MAOA, MAOB, COMT) (Klein et al., 2017 ; Nigg & Barkley, 2014 ; Schachar, 2014).

Une autre ligne d'études génétiques sur le TDAH s'intéresse aux endo-phénotypes qui sont des mesures indiquant la vulnérabilité pour un trouble ou une maladie, et qui mesurent le lien entre le risque génétique sous-jacent et les manifestations phénotypiques du trouble (Schachar, 2014). Actuellement, les déficits cognitifs présents dans le TDAH (ex : inhibition, mémoire de travail et attention soutenue), ainsi que les structures cérébrales avec lesquelles ils sont reliés, commencent à être considérés comme des phénotypes prometteurs pour le TDAH (Klein et al., 2017).

Quelques études suggèrent que le TDAH est lié à l'interaction entre certaines influences de l'environnement et les gènes candidats spécifiques (Nigg, 2013 ; Schachar, 2014). Par exemple, les interactions des gènes dopaminergiques (DRD4, DRD2, DRD5) avec les indices d'adversité périnatale de consommation d'alcool et de tabac, et la baisse du poids à la naissance de l'enfant ont été analysés comme prédicteurs de risque pour le TDAH (Ficks & Waldman, 2009 ; Klein et al., 2017). De plus, on a examiné les interactions entre les gènes

catécholaminergiques (SLC6A2 et COMT) et l'adversité environnementale durant l'enfance comme facteurs prédicteurs de symptômes TDAH (Ficks & Waldman, 2009).

En général, bien que les études génétiques aient apporté des résultats prometteurs qui permettent de conclure qu'il n'y a pas un gène unique impliquant l'étiologie du TDAH sinon plusieurs, les problèmes liés à l'hérédité du TDAH restent sans réponses concluantes à cause, probablement, de la grande hétérogénéité de ce trouble.

### **1.5.3. Facteurs environnementaux**

Les chercheurs ont théorisé qu'en plus de la prédisposition génétique avec laquelle compte le TDAH, ils existent des risques environnementaux qui interviennent dans la présentation des symptômes et qui représentent entre 10 et 40% de la variance du trouble (Ficks & Waldman, 2009). Ces facteurs comprennent des aspects biologiques et d'adversité sociale.

Les facteurs biologiques sont associés à la diète de la mère, l'exposition aux toxines, l'exposition du fœtus à l'alcool et au tabac, et les complications de grossesse et d'accouchement (Ficks & Waldman, 2009 ; Schachar, 2014). En particulier, la durée du travail d'accouchement et la baisse de poids à la naissance, ainsi que les lésions dues à des complications pendant la naissance, incluant l'hypertrophie ventriculaire et les lésions du parenchyme cérébral se relient potentiellement à la présence du TDAH (Nigg & Barkley, 2014). De plus, les facteurs comme la prématurité, le stress fœtal et la prééclampsie, la toxémie gravidique et l'éclampsie ont été associés au TDAH (Nigg & Barkley, 2014).

Les facteurs environnementaux psychosociaux incluent le stress maternel, le style de vie (télévision et jeux vidéo), les facteurs familiaux (faible niveau socio-économique, conflits familiaux et pratiques parentales adverses), le maltraitement infantile, l'admission à un âge précoce dans un centre de soin institutionnel et la privation affective et sociale (Ficks & Waldman, 2009 ; Froehlich et al., 2011) Malgré l'ample champ d'étude sur ce sujet, il n'est pas évident que ces facteurs environnementaux jouent un rôle de cause directe sur le TDAH, augmentent la probabilité de présenter les symptômes seulement en présence de quelques facteurs de risques génétiques (interactions entre gène et environnement) ou, en réalité, soient corrélés avec le risque génétique réel (Schachar, 2014).

## **1.6. Modèles explicatifs du TDAH**

La recherche sur la nature et les causes du TDAH ont généré un étendu et vaste champ de recherche qui a permis le développement de modèles explicatifs selon différents points de vue cognitifs et comportementaux. De plus, en l'absence de marqueurs biologiques pour identifier le TDAH, ces modèles rendent compte de la grande hétérogénéité de ce trouble et ont d'importantes implications pour la pratique clinique.

### **1.6.1. Modèle de la dysfonction exécutive**

Certains auteurs ont suggéré que la détérioration neuropsychologique peut-être utile pour expliquer les mécanismes étiologiques du TDAH, car les déficits dans certains processus neuropsychologiques peuvent éclairer sur les causes et l'expression du trouble (Stefanatos & Baron, 2007). Dans cette perspective, le modèle du dysfonctionnement exécutif postule que les symptômes du TDAH proviennent d'une réduction dans le contrôle exécutif, à cause d'un développement atypique de structures et de connectivité de régions cérébrales spécifiques (Johnson, Wiersema, & Kuntsi, 2009 ; Matthews, Nigg, & Flair, 2014). Ce modèle regroupe des théories très développées comme celle de Barkley (1997 ; 2006) qui suggère que les déficits fondamentaux du TDAH résident dans une inhibition comportementale atypique. Barkley (1997) associe un faible contrôle inhibitoire avec des altérations spécifiques en quatre fonctions neuropsychologiques : mémoire de travail (mémoire de travail non verbale), internalisation du langage (mémoire de travail verbal), autorégulation (motivation, émotions et alerte) et reconstitution. Ces déficits conduisent à des problèmes d'autorégulation, de moins de contrôle moteur de la conduite et des difficultés dans la réalisation de conduites dirigées vers des objectifs (Nigg & Barkley, 2014). S'il est vrai que cette théorie explique les symptômes du type TDAH-C, elle n'explique pas clairement ceux du type TDAH-I ou le RCL (Nigg & Barkley, 2014). De plus, le déficit d'inhibition de réponse n'est pas le seul processus exécutif atypique chez les enfants avec TDAH (Matthews et al., 2014). Une autre théorie influente est celle des systèmes attentionnels de Petersen et Posner (2012), ce modèle propose l'existence de trois sous-systèmes de réseaux cérébraux séparables, mais reliés entre eux qui sont sous-jacents à l'attention : l'alerte, l'orientation et l'attention exécutive. Dans le TDAH, l'efficacité du réseau d'alerte peut être affectée seule ou avec le réseau de contrôle exécutif (Halperin & Healey, 2011 ; Johnson et al., 2009). Ceci peut être sous-jacent à quelques problèmes observés dans le TDAH comme des niveaux d'alerte faibles, des difficultés pour discriminer avec précision l'information importante de celle qui ne l'est pas, et une forte sensibilité à l'interférence pendant l'exécution de tâches (Mullane, Corkum, Klein,

McLaughlin, & Lawrence, 2011). Les modèles de dysfonctionnements exécutifs ont une valeur prédictive importante car ils montrent l'évidence d'altérations dans plusieurs fonctions exécutives du TDAH, en plus des deux domaines de symptômes cliniques qui définissent ce trouble (Johnson et al., 2009). Malgré tout cela, les déficits dans les fonctions exécutives ne s'observent pas chez tous les enfants présentant un TDAH, ou bien, les différences entre les groupes TDAH sont modérées à cause de cut-off arbitraires dans les domaines des symptômes (Johnson et al., 2009 ; Shapiro & Cohen, 2008). Ainsi, les déficits exécutifs ne sont pas une cause nécessaire ni suffisante de la présence du trouble (Nigg, 2006).

### **1.6.2 Modèle cognitif-énergétique**

D'autres modèles suggèrent que les symptômes de TDAH peuvent être reliés à des problèmes d'auto-régulation (Douglas, 2005) ou des défaillances de régulation ou de contrôle des ressources énergétiques cognitives (Sergeant, 2005 ; Stefanatos & Baron, 2007 ; van der Meere, 2002). Le focus d'auto-régulation propose trois composantes séparables telles que l'inhibition, l'attention et l'organisation, comme éléments clés pour expliquer les difficultés des enfants avec TDAH dans les tâches exécutives et le traitement de l'information (Douglas, 2005). Les modèles de l'état de la régulation sont basés sur le modèle énergétique de Sanders (1983) qui postule que l'efficacité dans les tâches est le produit tant d'une série d'étapes cognitives élémentaires que de sa distribution d'énergie (Johnson et al., 2009). En particulier, dans ces modèles, les déficits cognitifs du TDAH peuvent être causés par un état énergétique déficient (Johnson et al., 2009), spécialement dans des faibles conditions de stimulation, s'observant moins quand il y a un état optimal d'activation. C'est-à-dire, la présentation des symptômes de TDAH peut être reliée avec une difficulté à activer et mobiliser efficacement les états physiologiques pour réussir les exigences des tâches (Stefanatos & Baron, 2007). Ces difficultés peuvent être présentes potentiellement dans des zones cognitives de faible niveau, des zones énergétiques (excitation, activation et effort) et finalement dans des fonctions exécutives chargées de l'activation des groupes de ressources associées (Stefanatos & Baron, 2007). Ceci explique certainement pourquoi certains enfants avec TDAH sont plus lents, peuvent paraître plus inattentifs, quand les tâches sont lentes ou ennuyeuses, et ont moins de chance de retourner rapidement à leurs activités une fois qu'on les interrompt (Johnson et al., 2009 ; Stefanatos & Baron, 2007). Néanmoins, les déficits associés à l'état de régulation ne sont pas exclusifs au TDAH et la considération d'une situation optimale de régulation peut être assez discutable chez le TDAH (Johnson et al., 2009).

### **1.6.3 Modèle à deux voies**

Les résultats de diverses études qui soulignent l'hétérogénéité du TDAH ont mis en évidence que ses symptômes peuvent s'expliquer tant par les problèmes de régulation cognitive que par les déficits dans les voies reliées à la motivation ou aux processus de récompense (Sonuga-Barke, 2003 ; Stefanatos & Baron, 2007). Également appelés modèles de double voie, ils associent le TDAH avec une voie caractérisée par des déficits exécutifs de mémoire de travail et d'inhibition, et avec une autre reliée à l'aversion pour le délai (Johnson et al., 2009 ; Sonuga-Barke, 2003). La première voie est reliée à l'activité dopaminergique au niveau méso-cortical, alors que la seconde est liée à l'activité dopaminergique au niveau mésolimbique, étant sous une influence génétique plus forte que la première voie (Johnson et al., 2009). Ces deux voies séparées peuvent contribuer, de façon distincte, à l'apparition des difficultés d'attention, de faible inhibition de conduite et de pauvre motivation devant les tâches (Johnson et al., 2009). Malgré les mérites de ce modèle pour expliquer les symptômes de TDAH, il n'y a pas encore d'études qui décrivent le rôle génétique de l'aversion pour le délai dans le TDAH (Johnson et al., 2009). De plus, il n'explique pas complètement le fait que les enfants avec TDAH diffèrent des enfants non TDAH dans un large éventail de tâches non exécutives.

### **1.6.4 Modèle dynamique développemental**

La théorie dynamique développementale (Sagvolden, Aase, Johansen, & Russell, 2005) argumente que le TDAH est lié à des difficultés dans les mécanismes motivationnels et comportementaux, spécialement dans les processus de renforcement et d'extinction (Johnson et al., 2009). Ainsi, un déficit dans l'activité dopaminergique au niveau fronto-lobique peut causer des retards de renforcement plus prononcés et des effets d'extinction plus lents (Sagvolden et al., 2005). Chez les enfants avec TDAH, les comportements socialement désirables ne se renforcent pas à temps, ce qui génère les symptômes de TDAH (Johnson et al., 2009). Ainsi, les conduites impulsives peuvent être le résultat d'un renforceur qui perd rapidement sa valeur quand le retard entre la conduite et le renforceur augmente (Johnson et al., 2009). L'hyperactivité peut être due à l'échec de l'extinction, qui résulte en trop de réponses, et un déficit dans l'élimination des réponses inefficaces qui provient d'un faible renforcement du comportement approprié (Johnson et al., 2009). Par conséquent, les enfants avec TDAH montrent une tendance à préférer des récompenses immédiates par rapport à celles différées, et apprennent plus quand ils reçoivent des récompenses de façon immédiate et fréquente (Sagvolden et al., 2005).

Ensemble, ces modèles ont apporté des améliorations pour une meilleure caractérisation clinique du TDAH et ils ont démontré qu'une méthode convergente, incluant des approches génétiques, neuropsychologiques, neurochimiques et de neuroimagerie peut être utile pour mieux comprendre la neurobiologie du TDAH (Durston & Konrad, 2007). Malgré cela, le manque d'évidence consistante d'une pathologie génétique ou biologique spécifique rend difficile l'acceptation générale de ce trouble comme une vraie maladie du neurodéveloppement et laisse des questions ouvertes relatives à la théorisation (Lange et al., 2010).

### **1.7. Déficits neuropsychologiques dans le TDAH**

Un champ considérable de recherche dans le domaine de la neuropsychologie et la neuroimagerie a permis de déterminer des corrélats neurobiologiques clés pour expliquer certains déficits cognitifs dans le TDAH. En particulier, les études neuropsychologiques ont apporté les bases pour que le TDAH passe d'être considéré comme le résultat d'un ensemble de déficits dans les processus attentionnels et de fonctionnement exécutif à un trouble d'autorégulation (Nigg, 2017). Bien que les déficits neuropsychologiques ne soient pas requis pour le diagnostic clinique du TDAH, et que les résultats révèlent des tailles de l'effet modestes et trop petites, celles-ci ont permis d'identifier des patrons clés de déficits cognitifs dans le TDAH (Halperin, Bedard, & Berwid, 2010 ; Nikolas & Nigg, 2013). Les études révèlent des déficits dans de multiples domaines neuropsychologiques caractérisés par une considérable hétérogénéité (Halperin et al., 2010) et une tendance significative à persister à l'âge adulte (Fischer, Barkley, Smallish, & Fletcher, 2005 ; Halperin et al., 2010). En général, dans le TDAH on observe des difficultés d'une vaste gamme de fonctions exécutives et de contrôle inhibitoire (Willcutt et al., 2005) qui sont considérées par quelques auteurs comme les déficits clés pour l'étiologie de ce trouble (Barkley, 1997 ; 2006). Néanmoins, les déficits exécutifs ne sont pas spécifiques au TDAH, car les enfants et les adultes avec ce trouble peuvent aussi présenter des difficultés dans des fonctions non exécutives (Halperin & Schulz, 2006 ; Halperin & Healey, 2011). En particulier, on observe une importante variabilité dans les temps de réaction (Tamm et al., 2012), des problèmes de coordination motrice et des difficultés dans les tâches de langage (Halperin & Schulz, 2006 ; Halperin & Healey, 2011). On a également trouvé des problèmes dans les tâches de cécité visuelle et de rivalité binoculaire (Amador-Campos, Aznar-Casanova, Bezerra, Torro-Alves, & Sanchez, 2015 ; Amador-Campos, Aznar-Casanova, Ortiz-Guerra, Moreno-Sanchez, & Medina-Pena, 2013) ainsi que d'intégration visuomotrice et d'apprentissage (Halperin & Schulz, 2006). D'autre



part, il a été rapporté que les sujets avec TDAH ont tendance à obtenir des scores plus bas dans le quotient intellectuel (QI) que ceux non diagnostiqués avec TDAH (Frazier, Demaree, & Youngstrom, 2004 ; Mayes & Calhoun, 2006 ; Weyandt, 2005). Néanmoins, la littérature a montré qu'il existe la possibilité de rencontrer une grande diversité de profils de résultats de QI avec des scores bas, normaux et hauts associés aux symptômes de TDAH (Frazier et al., 2004 ; Katusic et al., 2011). Pour tout cela, il a été suggéré que le quotient intellectuel semble ne pas distinguer entre sujets avec ou sans TDAH de manière fiable (Weyandt, 2005).

En général, les données suggèrent que les déficits neurocognitifs sont caractérisés par une forte hétérogénéité depuis l'enfance jusqu'à l'âge adulte (Miller, Ho, & Hinshaw, 2012 ; van Lieshout, Luman, Buitelaar, Rommelse, & Oosterlaan, 2013), ils ont une continuité différentielle et montrent seulement une rémission partielle durant le développement (Halperin, Trampush, Miller, Marks, & Newcorn, 2008 ; Halperin et al., 2010 ; Rajendran et al., 2013). Malgré toutes ces données, la recherche qui examine les trajectoires de développement du fonctionnement neurocognitif de sujets avec TDAH est encore limitée. De plus, quelques auteurs suggèrent que le cours évolutif du trouble paraît ne pas être relié avec le fonctionnement neurocognitif (van Lieshout et al., 2013) et s'il existe des différences entre sujets avec et sans TDAH pendant l'enfance, celles-ci sont moins évidentes durant l'adolescence (Campbell, Halperin, & Sonuga-Barke, 2014). Ces contrastes peuvent être reliés avec les différences individuelles, les périodes de transition du développement normatif (temps/vitesse de maturation) et les types de fonctions exécutives considérés (Pauli-Pott & Becker, 2011). C'est-à-dire, pendant une période de transition, les différences individuelles dans la fonction neuropsychologique dépendent, non seulement du déficit relié avec le TDAH, mais aussi du développement normatif (temps/début-vitesse de maturité) (Pauli-Pott & Becker, 2011). Pour autant, les profils neuropsychologiques chez les enfants avec TDAH ne peuvent pas se généraliser complètement aux adolescents car chacune des étapes du développement possède des caractéristiques normatives propres. En particulier, comme le cerveau expérimente d'importants changements dans le développement durant l'adolescence, quelques variables endo-phénotypiques dérivées du développement cérébral, changent également, ainsi que les déficits neurocognitifs chez les enfants avec TDAH (Campbell et al., 2014 ; Pauli-Pott & Becker, 2011).

### **1.7.1. Profil neuropsychologique des adolescents avec TDAH**

La recherche qui a examiné les profils neuropsychologiques des adolescents avec ce trouble est relativement rare en comparaison avec celle réalisée sur les enfants avec TDAH en

âge scolaire (Marks, Trampush, & Chacko, 2010). En particulier, quelques révisions et méta-analyses dans des échantillons d'adolescents avec TDAH suggèrent un large spectre de déficits dans de multiples domaines neurocognitifs (Frazier et al., 2004 ; Halperin & Schulz, 2006 ; Willcutt et al., 2005). On observe des difficultés dans différentes fonctions cognitives, incluses dans le fonctionnement exécutif (Willcutt et al., 2005), l'attention soutenue (Huang-Pollock, Karalunas, Tam, & Moore, 2012) et la variabilité de réponse (Kofler et al., 2013). De plus, on trouve des exécutions faibles dans des tâches de traitement temporel (perception et valorisation du temps) (Fair, Bathula, Nikolas, & Nigg, 2012), de vitesse de traitement, d'intelligence fluide et cristallisée (Frazier et al., 2004 ; Tillman, Bohlin, Sørensen, & Lundervold, 2009). Le consensus de plusieurs études suggère que les difficultés de traitement cognitif d'ordre supérieur comme le sont les fonctions exécutives peuvent être considérées comme centrales dans l'étiologie du TDAH, même si on ne peut pas définir clairement si une fonction est plus critique qu'une autre (Halperin, O'Neill, Simone, & Bourchtein, 2015 ; Nigg, 2006). Les déficits exécutifs peuvent ne pas être présents, avoir des effets de faibles à modérés et être reliés différenciellement avec les deux dimensions du TDAH (Marks et al., 2010 ; Martel, Nikolas, & Nigg, 2007). Les données des études de neuroimagerie indiquent également que quelques-unes des régions cérébrales et des circuits reliés au développement typique des processus exécutifs sont atypiques chez les enfants avec TDAH (Matthews et al., 2014 ; Shaw et al., 2007). Des points de vue récents ont postulé que les difficultés dans les FE associées au TDAH sont probablement reliées avec certaines caractéristiques dispositionnelles du tempérament (Martel, 2016 ; Martel et al., 2009) et de personnalité (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Tackett et al., 2015).

### **1.8. Fonctions exécutives**

Dans la dernière décade, on a observé une augmentation substantielle de la recherche sur le développement des FE durant l'adolescence. Plusieurs chercheurs coïncident sur le fait que le terme FE est excessivement vaste et que même s'il y a peu de consensus sur leur définition, on accepte largement que ce sont des processus de contrôle ayant pour objectif de réguler les comportements dirigés vers des objectifs (Anderson, 2008 ; Goldstein, Naglieri, Princiotta, & Otero, 2013). Ainsi, les FE peuvent être conceptualisées comme « un système directif intégral qui exerce un contrôle régulateur sur les fonctions neuropsychologiques spécifiques (e.g. langage, fonctions visuospatiales, mémoire, émotions, habilités motrices) avec comme objectif de réussir un but en particulier » (Gioia & Isquith, 2004, p. 139). De plus, ces FE impliquent des processus cognitifs considérés comme séparables, mais en même

temps reliés entre eux (Miyake et al., 2000). Les FE comprennent un vaste domaine de processus cognitifs comme la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité, l'organisation, le contrôle de l'attention, la planification, le monitoring et l'initiation entre autres (e.g. Best & Miller, 2010 ; Denckla & Mahone, 2018 ; Naglieri & Goldstein, 2014). Ces processus jouent un rôle important dans la régulation du comportement et la cognition, par exemple, pour anticiper les objectifs, faire des plans pour les atteindre, surveiller et organiser les conduites de manière flexible et le travail cognitif dans son temps et son espace (Marcovitch & Zelazo, 2008). Dans ce sens, les FE sont essentielles dans les aspects quotidiens de la vie qui vont de la santé mentale et physique jusqu'au développement psychologique, social et cognitif (Diamond, 2014).

En général, la conceptualisation des FE, du point de vue de la recherche cognitive et neuropsychologique, comprend différents éléments clés : le contrôle de réponse, la mémoire de travail, la planification, l'inhibition et la flexibilité (Denckla & Mahone, 2018 ; Miyake et al., 2000 ; Peterson & Welsh, 2014). Le contrôle de réponse inclut autant l'inhibition de réponse (suppression de conduite non appropriées ou non voulues) que la sélection de réponse (commencer des conduites adaptées en fonction des objectifs) (Denckla & Mahone, 2018). La mémoire de travail coordonne le contrôle de l'attention de haut niveau et, le stockage et la manipulation temporelle de l'information, facilitant un support continu pour les tâches cognitives complexes (Baddeley, 2000 ; Holmes et al., 2014). Pour sa part, la planification est la capacité à identifier et organiser les étapes ou les éléments nécessaires pour réussir une action et atteindre le but recherché (Lezak, Howieson, & Loring, 2004). L'inhibition est la capacité à contrôler l'attention, les émotions et les propres comportements avec l'objectif de limiter volontairement les réponses dominantes ou automatiques (prédisposition interne) quand la situation le demande (Diamond, 2014). La flexibilité cognitive est associée à la capacité à changer ou alterner, de manière flexible et dynamique, entre des tâches différentes, des processus ou des schémas mentaux (Miyake et al., 2000 ; Peterson & Welsh, 2014).

Il est à noter que, même si les processus d'attention ne sont pas traditionnellement inclus dans les modèles de FE, il peut exister une superposition significative entre ces deux concepts car ils impliquent tous les deux des processus de contrôle attentionnel, dépendant des régions préfrontales (Catale & Meulemans, 2013). En particulier, il est probable que des différences individuelles dans les FE comme la mémoire de travail reflètent aussi des différences individuelles dans le contrôle d'attention (McCabe, Roediger, McDaniel, Balota, & Hambrick, 2010). Ainsi, les données montrent que les tâches de mémoire de travail et les

FE partagent une composante attentionnelle exécutive commune (Engle & Kane, 2004 ; McCabe et al., 2010). De plus, il a été suggéré que la maturité du contrôle d'attention exécutif apporte les bases pour le développement des FE pendant l'âge préscolaire (Garon, Bryson, & Smith, 2008). Anderson (2002 ; 2008) considère que le contrôle d'attention est une partie fondamentale d'un système exécutif central.

Bien que ces habiletés soient identifiées comme essentielles dans la compréhension du fonctionnement exécutif, jusqu'à aujourd'hui, il n'a pas été trouvé un consensus clair sur la taxonomie des processus exécutifs (Chung, Weynandt, & Swentovsky, 2013).

### **1.8.1. Substrats biologiques des fonctions exécutives**

L'évidence jusqu'à aujourd'hui suggère que les FE sont étroitement reliées avec les lobules frontaux, spécialement le cortex préfrontal et ses connexions avec les ganglions de base, l'insula, l'amygdale, le système limbique et le cervelet. En particulier, ressortent les circuits : du cortex préfrontal dorsolatéral (attention sélective, mémoire de travail, planification et flexibilité cognitive), du cortex préfrontal orbitofrontal (conduite sociale), du cortex préfrontal ventro-médian (traitement de l'information émotionnelle) et du cortex préfrontal ventrolatéral (inhibition, prise de décision) (Chung et al., 2013). On inclut également les circuits du cortex pariétal (inhibition) et du cingulaire antérieur (planification, fluidité verbale et non verbale, et initiation) (Chung et al., 2013). De plus, le cortex préfrontal est sensible aux changements dans certains neurotransmetteurs catécholaminergiques comme la noradrénaline et la dopamine qui sont libérées en fonction de l'état d'alerte du sujet. En particulier, la dopamine a été associée à la modulation des FE spécialement de la mémoire de travail et du contrôle cognitif (Cools & D'Esposito, 2011).

### **1.8.2. Développement des fonctions exécutives**

Les données suggèrent que les FE émergent durant les premières années de la vie et elles peuvent même, s'apprécier avant trois ans (Best & Miller, 2010), se développant avec des rythmes différents, ce qui suggère une certaine indépendance entre elles. Entre trois et cinq ans d'âge, commencent à émerger des différences individuelles dans les FE, à cause de la maturité des régions cérébrales associées avec le système attentionnel et à sa coordination avec les autres zones cérébrales des FE (Garon et al., 2008 ; Rothbart, Sheese, Rueda, & Posner, 2011). Ceci permet à l'enfant de maintenir, manipuler et transformer l'information, afin d'autoréguler et d'adapter sa conduite aux changements de l'entourage. Cependant, à l'âge préscolaire, il est difficile de distinguer les composantes des FE séparément, qui font

plutôt preuve d'une structure unifiée (Wiebe et al., 2011 ; Willoughby, Pek, & Blair, 2013). Ceci est dû, probablement aux difficultés pour différencier clairement les processus exécutifs dans la majorité des tâches des FE à cet âge là (Jacques & Marcovitch, 2010).

A partir de l'âge de cinq ans, on observe le développement partiel de quelques FE clés comme la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité cognitive et la planification (Best & Miller, 2010 ; Romine & Reynolds, 2005). Chez les enfants avec un développement normal, les FE de mémoire de travail, de flexibilité et d'inhibition commencent à se différencier plutôt vers les 9-10 ans (Brydges, Fox, Reid, & Anderson, 2014). La flexibilité cognitive et plusieurs formes du contrôle de l'inhibition sont assez mûres vers les 10-12 ans, alors que d'autres FE comme la planification (Albert & Steinberg, 2011 ; Tecwyn, Thorpe, & Chappell, 2014) et la mémoire de travail continuent leur développement jusqu'au début de l'âge adulte (De Luca & Leventer, 2008). A l'adolescence, on observe une spécialisation des FE de flexibilité et d'inhibition (e.g. Best & Miller, 2010 ; Huizinga, Dolan, & Van Der Molen, 2006 ; Lee, Bull, & Ho, 2013). Cette spécialisation permet à l'adolescent de manipuler des tâches cognitives plus complexes, de mieux réguler sa conduite et de progresser dans la prise de décision (e.g. Simmonds, Hallquist, Asato, & Luna, 2014 ; Tau & Peterson, 2010).

### **1.8.3. Modèles des fonctions exécutives**

Dans le domaine d'étude des FE, le modèle hiérarchique de Miyake et al. (2000) et le modèle de contrôle exécutif d'Anderson (2002 ; 2008) sont les plus communément acceptés du point de vue de la neuropsychologie du développement.

Le modèle hiérarchique de Miyake et al. (2000) développé à partir d'un échantillon de jeunes adultes, montre que les FE sont significativement liées entre elles (unité) et en même temps sont séparables (diversité) (Miyake et al., 2000). Ce modèle considère comme centrales, les FE de contrôle inhibitoire, de mémoire de travail et de flexibilité cognitive, qui contribuent différemment à l'exécution de tâches exécutives complexes (Best & Miller, 2010). Certaines études avec des échantillons d'enfants et d'adolescents ont apporté un support partiel à ce modèle car les trois facteurs ne s'observent pas tout le temps dans tous les groupes d'âge (Best & Miller, 2010 ; Peterson & Welsh, 2014).

Le modèle de système de contrôle exécutif d'Anderson (2002 ; 2008) conceptualise le fonctionnement exécutif comme dépendant de quatre domaines principaux qui sont indépendants et en même temps reliés entre eux de façon bidirectionnelle pour agir fonctionnellement (Anderson, 2002 ; 2008). Ces domaines sont formés par des fonctions

cognitives de fort et de faible niveau : (a) le contrôle attentionnel : attention sélective et soutenue, et inhibition ; (b) la flexibilité : mémoire de travail, attention divisée et transfert conceptuel ; (c) l'établissement d'objectifs : initiation, planification et raisonnement conceptuel, et (d) le traitement de l'information : vitesse de traitement de l'information, fluidité et efficacité dans la solution de problèmes. Les processus impliqués dans chaque domaine sont dépendants du type d'exigence qu'impose l'exécution de tâches, car celles-ci déterminent le niveau d'input de chacun (Anderson, 2008). Chaque composante reçoit une information de diverses régions cérébrales (subcorticale, moteur et postérieure) et comprend des processus cognitifs complexes.

#### **1.8.4. Évaluation des fonctions exécutives chez l'adolescent**

Pendant l'adolescence, on observe des changements dans la spécialisation fonctionnelle des régions du cerveau qui aident à la maturation des FE (Hwang & Luna, 2012). Ainsi, la valorisation du fonctionnement exécutif implique de considérer les FE dans le contexte d'autres fonctions et la sélection de mesures qui peuvent isoler ou, au moins, identifier les composantes spécifiques des FE qu'on prétend mesurer (Anderson, Anderson, Jacobs, & Smith, 2008). En particulier, l'évaluation des FE peut s'appuyer sur l'administration de différentes tâches, chacune focalisée à examiner les aspects spécifiques d'une fonction, et à écarter consécutivement les habiletés qui sont intactes ou déficientes (Anderson et al., 2008). Deux sortes de mesures s'utilisent pour mesurer les versants cognitif et comportemental du fonctionnement exécutif : les tests neuropsychologiques et les inventaires d'évaluation comportementale respectivement. Ces deux types de mesures évaluent les différents aspects du fonctionnement exécutif et ne peuvent donc pas être considérées comme équivalentes ou interchangeables sinon plutôt comme complémentaires (Toplak, West, & Stanovich, 2017).

##### **1.8.4.1. Versant cognitif : Mesures neuropsychologiques (performance-based test)**

Ce type de tâches apporte l'information du fonctionnement exécutif dans des conditions d'évaluation hautement structurées et standardisées. L'évaluateur structure les tâches, fournit un guide pour la performance et motive le sujet pour obtenir une exécution optimale (Meltzer, Dunstan-Brewer, & Krishnan, 2018) ce qui informe sur le fonctionnement exécutif dans des situations optimales d'évaluation (Silver, 2014). De plus, ces mesures apportent des indices typiques comme la précision et le temps de réponse (Toplak et al., 2017). De même, les batteries standards possèdent des mesures spécialement dessinées pour

informer de quelques domaines ciblés des FE comme la planification (Silver, 2014). Les mesures neuropsychologiques traditionnelles incluent des épreuves évaluant les FE comme la planification (e.g., Labyrinthes de Porteus ; Porteus, 1973), la flexibilité ou le shifting of response set (e.g. WCST ; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993), la mémoire de travail (e.g. empan en mémoire des chiffres ; Wechsler, 2005), l'attention sélective et l'inhibition (e.g. test d'attention concentrée *d2* ; Brickenkamp & Zillmer, 1998). Dans le groupe de batteries neuropsychologiques qui utilisent plusieurs tâches pour évaluer plusieurs domaines du fonctionnement exécutif se trouvent des mesures comme : le bilan neuropsychologique de l'enfant 2nd édition (NEPSY-II ; Korkman, Kirk, & Kemp, 2007), le Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS ; Delis, Kaplan, & Kramer, 2001) et plus récemment le Tasks of Executive Control (TEC ; Isquith, Roth, & Gioia, 2010) et le Cognitive Assessment System seconde édition (CAS2 ; Naglieri, Das, & Goldstein, 2013).

En général, s'il est vrai que ces types de mesures ont montré leur utilité dans la détection des problèmes exécutifs, elles ne cessent d'avoir des limites liées à la nature des tâches (Toplak, West, & Stanovich, 2013). Les conditions structurées d'évaluation, la courte durée des tâches et leur haute complexité réduisent la possibilité de généraliser les résultats, car les demandes de solution de problèmes de la vie quotidienne diminuent. Une des plus importantes limitations est associée aux problèmes d'impureté de ce type de tâches car elles impliquent différents processus cognitifs et ainsi il est difficile de séparer les demandes exécutives de celles qui ne le sont pas (Barkley & Murphy, 2011 ; Snyder, Miyake, & Hankin, 2015).

#### **1.8.4.2. Versant comportemental : Inventaires d'évaluation des fonctions exécutives (rating scales)**

Les inventaires des FE ont été développés pour apporter un indice écologiquement valide des compétences exécutives pour solutionner les problèmes dans différents contextes et situations de la vie quotidienne (Toplak et al., 2017). Ce type de mesure est basé sur la valorisation des différents informateurs (parents, professeurs et auto-évaluation) des conduites observables qui sont reliées aux FE et qui reflètent le succès ou les difficultés perçues devant les multiples situations de la vie quotidienne (Silver, 2014 ; Toplak et al., 2017). Il est possible que les inventaires de comportement puissent mieux caractériser le type de déficits ou les compétences exécutives pour résoudre les problèmes spécifiques dans différents contextes de la vie que les tests neuropsychologiques (Barkley & Murphy, 2011 ; Toplak et al., 2017). Cette information a une valeur pratique car plus qu'apporter une information des

habiletés exécutives en soi, elle indique comment l'enfant utilise les FE pour réussir ses buts dans des situations quotidiennes qui ne sont pas sous contrôle (Silver, 2014). Dans l'actualité, certains des inventaires comportementaux des FE les plus utilisés sont : l'inventaire d'évaluation comportementale des fonctions exécutives seconde édition (BRIEF2 ; Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2015), le Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI ; Naglieri & Goldstein, 2013) et Delis-Rating of Executive Function (D-REF ; Rueter, 2014).

Quelques inconvénients des inventaires concernent plusieurs types de biais de réponses, comme les attentes des informateurs et leur conception de quels comportements sont adaptatifs ou non dans le contexte ; leur vision positive ou négative du sujet de celui qu'ils informent ; ou leur difficulté à définir clairement une conduite dans le temps (Merrell, 2008). De plus, la spécificité de la situation des comportements et les caractéristiques subjectives de l'information qui s'obtient des informateurs, font que fréquemment on rencontre seulement des corrélations très faibles entre leurs rapports (Merrell, 2008).

### **1.9. Fonctions exécutives et TDAH**

Un vaste champ de recherche a relié les symptômes du TDAH avec les déficits des FE (Willcutt et al., 2005 ; Fair et al., 2012). Les adolescents avec TDAH montrent quelques déficits dans les tâches neuropsychologiques de mémoire de travail (Fried et al., 2016 ; O'Brien, Dowell, Mostofsky, Denckla, & Mahone, 2010), de planification (Chiang, Huang, Gau, & Shang, 2013 ; Dolan & Lennox, 2013), de flexibilité (Mullane & Corkum, 2007 ; Roberts, Martel, & Nigg, 2017) et d'inhibition (Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013 ; Rauch, Gold, & Schmitt, 2012). Les déficits dans les FE pendant l'adolescence tendent à rester constants et à montrer les mêmes caractéristiques que celles observées chez les enfants plus jeunes (Martel et al., 2007).

Différentes études suggèrent que les enfants et adolescents avec TDAH sont un groupe hétérogène dans lequel les déficits dans les FE sont présents dans quelques cas, mais pas dans tous (Nigg et al., 2005 ; Wåhlstedt et al., 2009). De plus, ces déficits varient dans les groupes de TDAH de façon similaire à celle observée dans la population sans ce trouble (Fair et al., 2012). Cette hétérogénéité rend difficile d'établir avec clarté un modèle spécifique des déficits des FE qui caractérise chaque type de présentation du trouble et qui permet de les différencier (Wåhlstedt et al., 2009 ; Willcutt et al., 2012). Ainsi, il existe des études qui ont trouvé peu ou aucune différence dans les présentations du TDAH pour le rendement des tâches des FE



(Geurts, Verté, Oosterlaan, Roeyers, & Sergeant, 2005 ; Skogli, Egeland, Andersen, Hovik, & Øie, 2014). Martel et al. (2007) et Willcutt et al. (2005) ont rapporté plus de déficits associés aux symptômes d'inattention qu'avec ceux d'hyperactivité-impulsivité. En particulier, le type de présentation TDAH-I montre des difficultés dans les tâches de flexibilité et d'inhibition (Martel et al., 2007) et dans celles de mémoire verbale et visuospatiale (Martinussen & Tannock, 2006). La présentation TDAH-C montre des déficits dans les tâches de flexibilité et d'inhibition (Roberts et al., 2017 ; Solanto et al., 2007), de mémoire de travail (Rosenthal, Riccio, Gsanger, & Jarratt, 2006) et de planification (Rinsky & Hinshaw, 2011). Willcutt et al. (2012) rapportent dans leur méta-analyse que les présentations TDAH-I et TDAH-C présentent des différences significatives seulement dans les mesures d'inhibition et de variabilité de réponse.

De même, des difficultés de mesures comportementales ont été rencontrées chez les groupes d'enfants et d'adolescents avec TDAH (McCandless & O'Laughlin, 2007 ; Toplak, Bucciarelli, Jain, & Tannock, 2009). Les données sont variées quand on considère les études réalisées avec le BRIEF. Certaines études révèlent des déficits associés avec le TDAH et les indices de métacognition (inhibition, mémoire de travail et plan/organisation) et de régulation comportementale (flexibilité) rapportés par les parents et les professeurs (Davidson, Cherry, & Corkum, 2016 ; Toplak et al., 2009). Dans d'autres études, on observe des difficultés dans toutes les échelles du BRIEF, selon les rapports des parents et des professeurs, avec des déficits plus marqués dans les échelles d'inhibition, de contrôle émotionnel et de motorisation pour le type TDAH-C que pour le type TDAH-I (McCandless & O'Laughlin, 2007 ; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson, & Butcher, 2010 ; Skogli et al., 2014). Dans les mesures comme Attention and Executive Function Rating Inventory (ATTEX ; Klenberg, Jämsä, Häyrynen, Lahti-Nuutila, & Korkman, 2010), le type TDAH-I présente plus de difficultés dans les échelles d'attention, de planification et d'initiation (Klenberg et al., 2010). En général, il y a peu de différences selon l'information fournie par les professeurs entre les deux types de présentation dans les mesures des FE de type comportemental.

### **1.9.1. Modèles explicatifs des déficits exécutifs dans le TDAH**

Plusieurs modèles se sont développés pour conceptualiser la relation entre le TDAH et les FE. Les modèles de Barkley (1997) et de Brown (2006) essaient de synthétiser les processus exécutifs comme étroitement reliés aux mécanismes d'autorégulation du cerveau (Brown, 2006). En particulier, le premier modèle expliquerait mieux les déficits exécutifs

associés aux TDAH-HI et TDAH-C alors que le second modèle définirait mieux celui du type TDAH-I.

#### **1.9.1.1. Modèle de Barkley (1997)**

Dans ce modèle on considère que le TDAH est essentiellement une altération dans la capacité d'inhibition de réponse. Les déficits dans l'inhibition comportementale comprennent une détérioration dans les FE, spécialement dans les fonctions qui dépendent de celle-ci et qui favorisent l'autorégulation : la mémoire de travail verbale, la mémoire de travail non verbale, l'autorégulation et la reconstitution de conduite. La mémoire de travail (non verbale) englobe : la représentation et la manipulation de l'information, ainsi que l'anticipation de conduites et d'événements futurs. L'internalisation du langage (mémoire de travail verbale) comprend : la solution des problèmes, l'auto-questionnement, la génération de règles et manière de la compréhension de lecture. L'autorégulation (motivation, émotions et alerte) inclut : la régulation de l'expression émotionnelle et la motivation pour réussir des buts, ainsi que la considération de la perspective sociale des événements. La reconstitution (analyses et synthèses du comportement) englobe : décomposer, recombinaison et créer des séquences de comportements. Le dernier composant que comprend ce modèle correspond au contrôle moteur de la conduite à laquelle s'associent les déficits comme la désinhibition des réponses hors de propos et la difficulté pour contrôler, modifier, persister et recommencer des réponses dirigées vers des objectifs. Ces quatre FE exercent un rétrocontrôle ou contrôle permanent sur les processus d'inhibition ce qui permet une autorégulation optimale (Barkley, 1997). Ainsi, quand les processus d'inhibition sont déficitaires, il se génère un déficit exécutif global, ce qui se reflète sur les conduites d'impulsivité-hyperactivité et les difficultés pour maintenir l'attention qui sont caractéristiques du TDAH.

#### **1.9.1.2. Modèle de Brown (2006)**

Ce modèle considère que le TDAH est caractérisé par un problème de manque de coordination ou de régulation conjointe de six clusters de FE (activation, focalisation, effort, émotion, mémoire et action). Chacun d'entre eux regroupe différentes fonctions cognitives qui se relient entre elles et agissent dynamiquement (Brown, 2013). Selon ce modèle, le TDAH implique des altérations chroniques de plusieurs de ces fonctions : 1) L'activation : organisation de tâches et matériels, estimation du temps, priorisation et activation pour exécuter des tâches. 2) La focalisation : orienter, soutenir et changer l'attention dans les tâches. 3) L'effort : réguler les états d'alerte, maintenir l'effort et la vitesse de traitement. 4)

L'émotion : manipuler la frustration et réguler les émotions. 5) La mémoire : utiliser la mémoire de travail et accéder aux souvenirs. 6) L'action : contrôler et autoréguler les actions. Chaque cluster opère dynamiquement et interactivement avec d'autres fonctions pour réaliser les tâches de la vie quotidienne où le sujet doit faire usage des fonctions d'attention et de mémoire pour guider ses actions et réussir ses buts (Brown, 2013).

### **1.10. TDAH, tempérament et personnalité**

Un domaine important de recherche a fourni une évidence significative que certains facteurs de tempérament et de personnalité peuvent contribuer au développement et à l'expression des symptômes de TDAH (Muris & Ollendick, 2005 ; Nigg, Goldsmith, & Sachek, 2004 ; Tackett et al., 2015 ; Ullsperger, Nigg, & Nikolas, 2015). En particulier, les comportements comme les difficultés d'attention, l'inquiétude motrice et l'impulsivité peuvent être normaux dans certaines étapes du développement chez la majorité des enfants, mais sont plus intenses chez les enfants atteints de TDAH. Par conséquent, il a été suggéré que ces comportements associés aux capacités de régulation attentionnelle, émotionnelle et comportementale, et qui sont pour la plupart présents dans le TDAH, peuvent refléter des dimensions de tempérament et des traits de personnalité extrêmes et dysfonctionnels (Hwang et al., 2015).

#### **1.10.1. Tempérament**

Historiquement, la recherche sur le tempérament a mis l'accent sur le développement (Rothbarth, 2012). Par conséquent, il y a beaucoup de données qui montrent que le tempérament est utile pour décrire les différences individuelles chez les bébés, les enfants en âge préscolaire et scolaire (De Pauw, 2017 ; Herzhoff, Kushner, & Tackett, 2017 ; Tackett, 2006). De même, il a été mis en évidence que les dispositions tempéramentales se manifestent très tôt dans l'enfance, sont relativement stables à travers le développement, et possèdent des bases aussi bien génétiques que neurobiologiques (De Pauw, 2017 ; De Pauw & Mervielde, 2010 ; Goldsmith et al., 1987). Ces dispositions sont de nature multidimensionnelle et constituent la base pour le développement postérieur de la personnalité (Rothbarth, 2012). Ainsi, il y a accord, que le tempérament se réfère à des différences individuelles qui sont stables, qui se manifestent très tôt dans la vie sur les tendances du comportement, et qu'elles ont des bases neurophysiologiques partiellement héréditaires (Goldsmith et al., 1987). Plus récemment, Shiner et ses collègues ont revu cette définition et suggèrent que « les dimensions du tempérament sont des dispositions fondamentales qui émergent très tôt dans les domaines

de l'activité, de l'affectivité, de l'attention, et de l'autorégulation, et elles sont le produit d'interactions complexes entre les facteurs génétiques, biologiques et environnementaux à travers le temps » (Shiner et al., 2012, p. 2, traduit). Malgré cela, il n'a pas été trouvé de consensus sur une unique et précise définition du tempérament notamment chez l'enfant, et il n'est pas non plus clair, quelles sont les dimensions qui se relationnent, et comment, avec le développement de la personnalité à l'âge adulte (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Goldsmith et al., 1987).

### **1.10.1.1 Approches de tempérament chez l'enfant**

Ces questionnements ont généré un vaste champ de recherche avec de multiples modèles chez l'enfant dont on démarque l'approche des styles comportementaux de Thomas et Chess (1977), l'approche par critères de Buss et Plomin (1975) et l'approche psychobiologique de Rothbart et Bates (1998). Ces modèles essaient de capturer les multiples dimensions du tempérament de l'enfant et de l'adolescent, en utilisant des questionnaires et des procédures d'évaluation par observation (De Pauw & Mervielde, 2010).

#### **1.10.1.1.1. L'approche de Thomas et Chess (1977)**

Les travaux de Thomas et Chess (1977) sont considérés comme pionniers dans l'effort d'évaluer quantitativement les caractéristiques tempéramentales durant l'enfance (Tackett, 2006). Ils ont ainsi réalisé une étude longitudinale de 6 ans en observant les réactions émotionnelles et comportementales de 141 enfants de leur naissance à leur adolescence en menant des entretiens avec leurs parents. Thomas et Chess suggèrent que le tempérament représente des aspects stylistiques de comportement (comment) plutôt que de motivation (pourquoi) ou de contenu (quoi). Les auteurs ont trouvé neuf composantes du tempérament « styles de comportement » qui sont liées à l'adaptation postérieure de l'enfant : (1) l'activité, (2) la rythmicité/régularité des fonctions biologiques, (3) l'approche ou le retrait, (4) l'adaptabilité aux nouvelles situations, (5) le seuil sensoriel/sensibilité sensorielle, (6) l'intensité des réactions, (7) la qualité générale de l'humeur, (8) la concentration/distractibilité, et (9) la persévérance/durée de l'attention soutenue (De Pauw, 2017 ; De Pauw & Mervielde, 2010). À partir de ces neuf dimensions les enfants sont distingués en trois types : l'enfant « facile », l'enfant « difficile » et l'enfant « lent à s'échauffer ». Cependant, dans des travaux postérieurs ces enfants sont nommés comme « résilient », « sous-contrôlé » et « surcontrôlé » parce que les conduites « difficiles » ne sont pas présentes dans tous les contextes et ne sont pas reconnues comme telles par tous les

parents (e.g., Shiner et al., 2012). En général, pour Thomas et Chess ces dimensions sont fondamentales chez les enfants et elles ont une tendance à exister tout au long de la durée de la vie, bien qu'elles se manifestent dans différents comportements durant la croissance, en parallèle au développement progressif du répertoire de comportements de l'enfant (De Pauw, 2017). De plus, les interactions réciproques entre l'enfant et le contexte peuvent influencer significativement leur adaptation. En particulier, ils ont postulé le concept de « goodness of fit » ou « adéquatation/qualité de l'ajustement » qui implique la création d'environnements de pratiques parentales qui prennent en compte les caractéristiques uniques du tempérament de l'enfant pour assurer un fonctionnement adaptatif (De Pauw & Mervielde, 2010).

#### **1.10.1.1.2. L'approche de Buss et Plomin (1975)**

Ce modèle se focalise sur l'étude des dimensions du tempérament qui montrent une relative continuité de l'enfance à l'âge adulte (De Pauw, 2017). Buss et Plomin (1975) considèrent que le tempérament est un précurseur du développement de la personnalité adulte. De plus, ils spécifient certains critères à considérer afin de reconnaître un trait comme étant une dimension du tempérament : le trait doit être substantiellement héritable, relativement stable durant l'enfance, conservé à l'âge adulte, adaptatif et présent chez nos parents phylogénétiques (De Pauw, 2017). De ce point de vue, Buss et Plomin proposent trois dimensions de tempérament qui peuvent être considérées véritablement de nature tempéramentale : l'émotivité (i.e., intensité de l'émotion), l'activité (i.e., le rythme, la force motrice) et la sociabilité (i.e., la proximité avec les autres). L'impulsivité (i.e. rapidité contre inhibition) a été écartée comme une quatrième dimension de tempérament à cause de résultats contradictoires en relation avec l'hérédité de celle-ci (De Pauw, 2017).

#### **1.10.1.1.3. L'approche de Rothbart et Bates (1998)**

Ce modèle est sans aucun doute, un des plus influent et des plus développé dans la recherche contemporaine du tempérament. Les travaux de Rothbart et Bates (1998) développent la construction originale du tempérament proposée par Thomas et Chess ajoutant entre autres des processus émotionnels et attentionnels, basés en grande partie sur les avancées des études en neurobiologie des années 70 et 80 (De Pauw, 2017 ; Rothbart & Bates, 1998). Ils définissent le tempérament, comme « les différences individuelles fondées sur une base constitutionnelle en termes de réactivité et d'autorégulation dans les domaines de l'affect, l'activité et l'attention » (Rothbart & Bates, 2006, p. 100, traduit). En particulier, ces différences tempéramentales sont déterminées par les systèmes neuronaux sous-jacents

responsables des réponses émotionnelles (affectivité), physiques (activité) et d'orientation (attention) (De Pauw, 2017 ; Rothbart & Bates, 2006 ; Rothbart, 2012). La réactivité implique des réponses face aux changements de l'environnement interne et externe, mesurée en termes d'activation (latence, durée et intensité) et d'émotivité (négative et positive), regroupant les tendances tant comportementales générales que les réactions physiologiques spécifiques (Rothbart & Bates, 2006 ; Rothbart et al., 2011). Tandis que l'autorégulation implique des processus qui modulent la réactivité automatique et involontaire de manière anticipatoire ou corrective tels que l'attention exécutive (la focalisation et le switching attentionnel) et la capacité d'inhiber un comportement si nécessaire (Rothbart, 2012). Bien que ces différences en réactivité et autorégulation soient relativement consistantes à travers le temps et les différents contextes, leur expression peut se voir altérée par des facteurs liés à l'hérédité, la maturité et l'expérience (De Pauw, 2017). Rothbart et ses collègues ont développé une méthode d'évaluation privilégiant l'usage de questionnaires pour décrire le tempérament dans différents groupes d'âge qui vont de la petite enfance à l'âge adulte. Ainsi, dans les différents questionnaires sont spécifiés des descripteurs émotionnels et comportementaux qui évaluent les processus neuronaux sous-jacents à son modèle théorique (De Pauw, 2017 ; De Pauw & Mervielde, 2010 ; Rothbart, 2012). Les analyses des facteurs des questionnaires pour chaque groupe d'âge ont montré des évidences significatives de trois dimensions (la réactivité/extraversion-vitalité (surgency), l'affectivité négative et le contrôle exigeant de l'effort) d'ordre supérieur composées de plusieurs dimensions d'ordre inférieur qui sont sous-jacentes à la structure du tempérament depuis l'enfance jusqu'à l'adolescence (De Pauw, 2017 ; De Pauw & Mervielde, 2010 ; Rothbart, 2012). Ces trois dimensions impliquent la réactivité/extraversion-vitalité et l'affectivité négative liées aux processus de réactivité, ainsi que le contrôle exigeant de l'effort (CE ; *effortful control*) lié étroitement aux processus de régulation volontaire du comportement. En particulier, la réactivité/extraversion-vitalité est composée des dimensions de l'affectivité positive, le niveau d'activité, le plaisir associé à la stimulation de forte intensité, la timidité et la peur. La réactivité/émotivité négative est associée aux dimensions de l'agressivité, la colère/frustration et la tristesse. Le CE est composé des dimensions de la focalisation de l'attention, de l'inhibition et de l'activation de comportement (Rothbart & Bates, 2006). De plus, récemment, on a inclus dans le modèle de Rothbart pour adolescents, une autre grande dimension de tempérament nommée l'affiliation, qui est liée aux dimensions de sociabilité, de plaisir associé à la stimulation de forte intensité et à la sensibilité perceptuelle (De Pauw, 2017).

Même si tous les aspects du tempérament sont observables chez le nouveau-né, la réactivité tempéramentale est visible dès les premiers mois de la vie alors que les différences individuelles liées aux capacités de régulation sont plus lentes à émerger, devenant évidentes autour de la seconde année de vie (Pérez-Edgar, 2015 ; Rothbart, 2012). De deux à trois mois, le nouveau-né montre des mouvements de détresse, de colère et de frustration, et aussi certaines réactions d'approches physiques (e.g., rires) s'observent du quatrième au sixième mois. De plus, une forme d'inhibition comportementale (i.e., peur) semble être différenciée de 7 à 10 mois, et les enfants montrent une consistance considérable dans leurs capacités de CE à environ 30 mois (Rothbart, 2007). Ainsi les trajectoires spécifiques du développement sont façonnées par l'interaction réciproque entre la réactivité initiale et la régulation subséquente, ce qui permet qu'un plus grand contrôle individuel sur l'émotion, la pensée et l'action, commence à devenir disponible (Pérez-Edgar, 2015).

#### **1.10.1.1.3.1. Le contrôle exigeant de l'effort**

Une des dimensions les plus importantes du tempérament est le CE qui est défini comme étant « l'efficacité de l'attention exécutive, incluant la capacité d'inhiber une réponse dominante et/ou d'initier une réponse substitutive non dominante, de planifier, et de détecter les erreurs » (Eisenberg, Duckworth, Spinrad, & Valiente, 2014 ; Rothbart & Bates, 2006). Le CE inclut les capacités à diriger et à contrôler volontairement l'attention (régulation attentionnelle), à inhiber (contrôle inhibiteur) et à activer (contrôle activateur) les comportements et les émotions afin de s'adapter aux besoins de l'environnement, particulièrement lorsqu'il n'a pas vraiment envie de le faire (Eisenberg et al., 2014 ; Rothbart & Bates, 2006). Les capacités de CE et la modulation de la réactivité sont soutenues par les réseaux neuronaux de l'attention, en particulier, le système d'attention exécutive qui gère la régulation du comportement, les pensées et les sentiments (Rothbart et al., 2011). Les études suggèrent que le CE et le système d'attention exécutive sont très importants pour le contrôle des émotions et des comportements, à mesure qu'elles changent en spécificité et en complexité pendant le développement (Pérez-Edgar, 2015 ; Rothbart et al., 2011). Les capacités de CE commencent à émerger autour de la première année de vie et s'améliorent significativement entre la seconde et la troisième année, devenant plus consistantes et intégrées vers les cinq ans (Kochanska, Murray, & Harlan, 2000). Ceci est probablement lié au fait que le système d'attention exécutif qui fait partie du CE fait d'importants progrès pendant l'étape préscolaire, ce qui permet que le contrôle de l'attention devienne chaque fois plus volontaire (Eisenberg, Smith, & Spinrad, 2011). De plus, Kochanska et Knaack (2003)

ont mis en évidence que dès les quatre ans le CE est une dimension relativement stable qui contribue significativement au développement de la personnalité des enfants, et que probablement il peut être considéré comme un précurseur précoce de certains traits de personnalité adulte tel que la conscienciosité. Les études suggèrent que le CE continue d'évoluer durant l'enfance, avec un développement substantiel pendant l'adolescence (Eisenberg et al., 2011). En particulier, durant la préadolescence et l'adolescence, on observe une amélioration des capacités de CE, relationnée avec un accroissement de complexité dans les tâches d'autorégulation et de solution des problèmes, ainsi que dans la réalisation des objectifs à plus long terme (Eisenberg et al., 2011 ; King, Lengua, & Monahan, 2013 ; Pérez-Edgar, 2015). De plus, l'évidence suggère que pendant l'adolescence il y a continuité et changement dans les capacités d'autorégulation (Moilanen & DeLong, 2017). Dans ce sens, le CE peut être considéré comme ayant un rôle médiateur entre les prédispositions génétiques, les expériences précoces et le fonctionnement adaptatif de l'individu (Pérez-Edgar, 2015). De plus, le CE a été associé à des difficultés de régulation émotionnelle (Eisenberg, Spinrad, & Eggum, 2010), à des symptômes de TDAH (Martel, Nigg, & Lucas, 2008), à des fonctions exécutives et à certains traits de personnalité (Martel et al., 2008 ; Martel et al., 2009).

Bien que tous les modèles de tempérament soient d'une importance indéniable, l'attention de cette étude est principalement axée sur le modèle de tempérament de Rothbart & Bates (2006) car parmi les approches examinées il est le seul à placer la régulation comme une composante fondamentale du tempérament. Cela est très important parce que le TDAH est associé à des comportements d'impulsivité et à des difficultés de régulation motrice, d'émotion et de cognition (Barkley, 2016). En outre, ce modèle permet de comprendre la configuration des trajectoires du développement des capacités d'autorégulation en raison du caractère dynamique et réciproque des relations entre la réactivité et l'autorégulation, avec des aspects de régulation tempéramentale qui commencent dès la naissance et qui continuent à se développer jusqu'à l'âge adulte (Bell, Kraybill, & Diaz, 2014). De plus, la structure des dimensions du tempérament obtenue par la méthode des questionnaires développés par Rothbart présente des convergences avec d'autres mesures du tempérament et des inventaires de personnalité ce qui permet d'obtenir une taxonomie commune des dimensions de tempérament et des traits de personnalité pour une étude intégrale de l'enfant (Shiner et al., 2012).



### 1.10.2. Personnalité

Au cours des dernières décennies, une compréhension plus approfondie sur la structure fondamentale des différences individuelles de la personnalité a émergé principalement d'une longue tradition de recherche dans la psychologie scientifique (Tackett, Krueger, Iacono, & McGue, 2008). Dans ce sens, il y a un consensus chez certains auteurs que le terme « personnalité » peut être utilisé pour désigner un ensemble de traits de personnalité (Allport, 1937 ; Caspi, Roberts, & Shiner, 2005 ; Zentner & Bates, 2008). Les traits de personnalité correspondent à une large gamme de différences individuelles dans les tendances de penser, se comporter, et de ressentir, qui montrent une cohérence entre les situations et une relative stabilité dans le temps (e.g., Caspi & Shiner, 2006 ; PettlikZillig, Hemenover, & Dienstbier, 2002). Les estimations de l'héritabilité pour les traits sont d'à peu près 50 pour cent ou plus (DeYoung & Gray, 2009). De plus, bien que les études suggèrent que les traits montrent stabilité et changement sur le temps (Caspi et al., 2005 ; Roberts & DelVecchio, 2000), les recherches récentes montrent que les différences de personnalité, en interaction avec les facteurs environnementaux, organisent le comportement au fil du temps de façon dynamique (Shiner & DeYoung, 2013). Les traits de personnalité sont disposés de manière hiérarchique, et organisés avec des ensembles corrélés de traits, qui sont spécifiquement catégorisés dans d'autres traits plus larges (DeYoung & Gray, 2009).

L'étude scientifique de la personnalité a impliqué des approches théoriques multiples et variées parmi lesquelles on trouve les courants : psychodynamique, humaniste, cognitif, biologique et finalement des traits de la personnalité (Cloninger, 2009). Pour répondre aux objectifs de cette étude, l'attention a été exclusivement centrée sur l'approche par traits, en particulier sur le modèle de personnalité à cinq facteurs (The Five Factor Model, FFM). Une raison pour cela est que plusieurs études utilisant diverses méthodes d'évaluation ont montré que la structure du FFM offre un cadre valide et complet pour décrire les traits de personnalité des enfants et des adolescents (De Pauw, 2017 ; Shiner & DeYoung, 2013). En outre, la structure du FFM semble converger significativement avec quelques dimensions du modèle de tempérament de Rothbart, dont beaucoup sont associées aux processus d'auto-régulation (Evans & Rothbart, 2009 ; Martel, 2009). De plus, des traits de personnalité spécifiques peuvent être liés de façons différentielles à certaines conditions psychopathologiques incluant le TDAH (Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015). Ainsi, le FFM permet une évaluation dimensionnelle de la personnalité, c'est-à-dire de considérer le comportement normal et

l'anormal comme un continuum, au lieu de les voir comme des différents types de comportements (Engler, 2014).

### **1.10.2.1. Le modèle de personnalité à cinq facteurs (FFM)**

Le FFM est fondé sur une approche taxonomique ou lexicale de la personnalité qui a commencé avec les travaux pionniers d'Alport et Odbert (1936) et de Cattell (1943, 1945, 1947), lesquels ont développé des listes de traits (encoder sous forme d'adjectifs descriptifs) qui impliquaient des caractéristiques de personnalité stables. Dans cette conception, « les différences les plus importantes dans les interactions humaines seront encodées en termes simples dans certaines ou dans toutes les langues du monde » (Goldberg, 1993, p. 26, traduit). Ainsi, le FFM proposé initialement par Tupes et Christal (1961) a été raffiné par Norman (1963) et postérieurement par Goldberg (1981, 1990) ainsi que par McCrae et Costa (1986) et Costa et McCrae (1992), pour devenir durant la dernière décennie un modèle de référence dans la recherche de la personnalité (De Raad & Mlačić, 2017). Plusieurs recherches étudiant la structure des traits s'accordent sur le fait que les différences individuelles de la personnalité sont capturées par les dimensions du modèle à cinq facteurs, qui comprend les facteurs de névrosisme, extraversion, ouverture, agréabilité et conscience (DeYoung & Gray, 2009 ; De Pauw, 2017 ; McGrae & Costa, 2008 ; Shiner & DeYoung, 2013). Le névrosisme concerne la tendance à l'instabilité émotionnelle et à ressentir des émotions négatives telles que la colère, la honte et la tristesse ainsi qu'une faible estime de soi. L'extraversion reflète les émotions positives et l'affirmation de soi, l'assertivité, le niveau d'activité et la sociabilité. L'ouverture fait référence à la curiosité intellectuelle, la créativité et à la volonté d'explorer de nouvelles idées et expériences. L'agréabilité reflète la compassion, l'altruisme, l'empathie et la disposition à aider et à faire confiance aux autres. La conscience évoque les capacités de planification, de régulation du comportement et de l'attention ainsi que la réalisation des objectifs.

Des études suggèrent que la stabilité des traits de personnalité du FFM augmente de l'adolescence à l'âge adulte bien qu'elle montre des tendances claires de changements normatifs tout au long de la vie, et dans plusieurs cas, change en vieillissant (Robert, Walton, & Viechtbauer, 2006). En particulier, les études indiquent qu'elle suit une tendance curviligne qui serait liée à la diminution de la stabilité des traits de personnalité à des âges très avancés (Lucas & Donellan, 2011 ; Roberts & DelVecchio, 2000 ; Soto, John, Gosling, & Potter, 2011). De plus, la structure du FFM n'émerge pas de façon consistante jusqu'à l'adolescence tardive (Soto & Tackett, 2015), bien qu'il ait été suggéré que cette période est importante pour

la cristallisation et la cohérence des cinq domaines en ce qui concerne par exemple l'auto-évaluation (Hill & Edmonds, 2017). D'autre part, Robert et al., (2006) rapportent que l'adolescence n'est apparemment pas une période cruciale au cours de laquelle la personnalité montre des changements significatifs. En particulier, des variations très faibles au niveau des traits de personnalité du FFM entre 12 et 18 ans sont progressivement observés (Allik, Laidra, Realo, & Pullman, 2004, Roberts & DelVecchio, 2000). Ainsi, certains auteurs signalent une légère diminution des traits d'agréabilité, de conscience et d'ouverture vers la fin de l'enfance et au début de l'adolescence, puis une augmentation rapide vers l'adolescence tardive (Allik et al., 2004 ; Roberts et al., 2006 ; Soto & Tackett, 2015). L'extraversion décroît de manière linéaire de la petite enfance jusqu'à la fin de l'adolescence (De Haan, De Pauw, Van Den Akker, Deković, & Prinzie, 2017 ; Soto, 2016 ; Soto et al., 2011) bien que des indices de stabilité ont été trouvés à partir du milieu de l'adolescence (Soto, 2016). D'autre part, de la fin de l'enfance jusqu'au début de l'adolescence, quelques dimensions du trait de névrosisme présentent une légère augmentation (Soto et al., 2011). Le névrosisme montre également des tendances d'âge spécifiques au genre, en effet, on trouve une différence pendant l'adolescence tardive qui persiste jusqu'à l'âge adulte, le névrosisme étant plus prononcé chez les filles que chez les garçons (Soto, 2016).

Les traits de personnalité du FFM sont associés à divers troubles psychopathologiques chez l'enfant et l'adolescent (Nigg et al., 2004 ; Soto & Tackett, 2015). En particulier, un faible niveau d'agréabilité et de conscience, et un niveau plus haut de névrosisme sont associés avec des taux plus élevés des problèmes d'externalisation (e.g., l'agitation, l'impulsivité et l'agressivité). Pendant qu'un faible niveau d'extraversion et un haut niveau en névrosisme sont liés à des taux plus élevés des problèmes d'intériorisation (e.g., la dépression, l'anxiété et le retrait social (Soto & Tackett, 2015 ; Tackett, 2006). D'autre part, les traits de personnalité montrent aussi des relations avec des difficultés dans le fonctionnement exécutif chez les enfants et les adolescents atteints de TDAH (Martel et al., 2008 ; Martel, 2009 ; Martel et al., 2009).

### **1.10.3. Tempérament et personnalité**

Historiquement, le tempérament et la personnalité ont été traités comme deux constructs différents, bien qu'ils utilisent des descriptions de comportement similaires et sans qu'il n'ait été établi, jusqu'à aujourd'hui, un consensus clair des limites entre les deux (De Pauw, 2017 ; Herzhoff et al., 2017). En particulier, il a été suggéré que la distinction entre ces deux constructs réside dans les objectifs et les méthodes de recherche de chacun. C'est-à-dire,

les objectifs de recherche dans le tempérament se centrent sur ses origines et son développement, alors que ceux de la personnalité, tendent à se focaliser plus sur les conséquences et les corrélats des traits (Matthews, Deary, & Whiteman, 2009). Ainsi, le tempérament a été utilisé pour décrire les différences individuelles chez les bébés et les enfants en âge préscolaire et scolaire, alors que la personnalité a été associée à la description des différences individuelles chez les adultes (De Pauw, 2017 ; Herzhoff et al., 2017). De plus, les mesures qui évaluent ces deux constructs captent des variances autant communes que propres à chacun, et par rapport au tempérament, la personnalité inclus un rang plus étendu de différences individuelles (Herzhoff et al., 2017 ; Shiner & DeYoung, 2013).

Malgré ces différences, des recherches récentes suggèrent que le tempérament et la personnalité possèdent plus de similitudes que de différences (Caspi et al., 2005 ; De Pauw, 2017 ; Herzhoff et al., 2017 ; Tackett et al., 2015). En particulier, le tempérament et la personnalité restent relativement stables avec le temps (Herzhoff et al., 2017). De plus, il a été mis en évidence qu'en comparant les dimensions proposées tant par le tempérament que par la personnalité, il est possible d'observer une superposition tant dans les contenus que dans les traits communs (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Herzhoff et al., 2017). Ceci suggère que ces deux constructs convergent au niveau des facteurs d'ordre supérieur représentant d'amples dimensions de différences individuelles et qu'au moins à partir de l'âge préscolaire, ils commencent à moins se différencier (De Pauw, 2017 ; De Pauw & Mervielde, 2010 ; Klein, Dyson, Kujawa, & Kotov, 2012). Ainsi, chez les enfants et les adolescents, les différences individuelles ont été décrites traditionnellement comme des dimensions du tempérament qui représentent des caractéristiques émotionnelles, cognitives et comportementales autour desquelles se développent plus tard les traits de personnalité (Caspi et al., 2005 ; Herzhoff et al., 2017 ; Tackett, 2006). De plus, tant le tempérament que la personnalité partagent des substrats biologiques, montrant une influence génétique modérée, et sont influencés par les facteurs sociaux et environnementaux (Caspi et al., 2005 ; Herzhoff et al., 2017).

De la sorte, même si la nature exacte de la convergence entre les dimensions de tempérament et les traits de personnalité reste inconnue, il a été suggéré que ces deux constructs peuvent avoir des processus émotionnels et attentionnels communs qui interagissent les uns avec les autres (Evans & Rothbart, 2009). De plus, la recherche suggère que les deux approches fournissent des fondements conceptuels (langages) valides et complémentaires pour décrire les tendances à penser, à se comporter et à ressentir chez les enfants (Caspi & Shiner, 2006 ; De Pauw, Mervielde, & Van Leeuwen, 2009). Ainsi, certains

auteurs ont proposé une taxonomie intégrative entre différents aspects des dimensions de tempérament, comme du trait de personnalité pour expliquer l'expression des différences individuelles chez les enfants (Caspi & Shiner, 2006 ; De Pauw et al., 2009 ; Mervielde & Asendorpf, 2000, voir Table 2). De Pauw et al. (2009) suggèrent qu'une telle taxonomie aide à clarifier la structure commune et à documenter les similitudes et les différences entre le tempérament et la personnalité.

Spécifiquement, en ce qui concerne les approches sur lesquelles cette thèse s'est concentrée pour atteindre les objectifs de cette étude, les données suggèrent que les dimensions de l'approche de Rothbart peuvent, pour la plupart, être reliées de façons différentielles aux traits du modèle personnalité du FFM (Rothbart, 2007, voir la Figure 1). Ainsi, par exemple, il a été suggéré que les traits de névrosisme, d'extraversion et de conscience représentent probablement des contenus du tempérament et de la personnalité (De Pauw & Mervielde, 2010). En particulier, chez les enfants, des corrélations significatives ont été trouvées entre les dimensions du tempérament et les traits de personnalité : névrosisme et affectivité négative ; réactivité/extraversion-vitalité et extraversion ; et le contrôle exigeant de l'effort et la conscience (De Pauw et al., 2009 ; Herzhoff et al., 2017 ; Rothbart, 2007 ; Tackett, Kushner, De Fruyt, & Mervielde, 2013). De plus, les trait d'agréabilité, d'extraversion et d'ouverture ainsi que le trait de névrosisme ont montré des relations significatives avec le contrôle exigeant de l'effort (Herzhoff et al., 2017 ; Tackett et al., 2013). Il est à noter que les traits d'ouverture et d'agréabilité ne sont pas bien représentés dans les modèles de tempérament (Shiner & DeYoung, 2013 ; Herzhoff et al., 2017). En outre, des études montrent que le chevauchement entre la dimension de contrôle exigeant de l'effort et le trait de personnalité de conscience est plus élevé que pour tout autre dimension de tempérament et des traits de personnalité puisqu'ils sont liés conceptuellement et empiriquement (Herzhoff et al., 2017).

Table 2

Comparaison conceptuelle de trois modèles de tempérament et du modèle à cinq facteurs de la personnalité

Dimensions du tempérament (Mervielde & Asendorpf, 2000)					
	Émotionnalité	Extraversion	Activité	Persévérance	
Thomas - Chess	Émotionnalité négative	Inhibition	Niveau d'activité	Persévérance-tâches	
Buss-Plomin	Émotionnalité	Sociabilité	Activité		
		Timidité			
Rothbart	Affectivité négative	Réactivité/extraversion-vitalité (Surgency)	Réactivité/extraversion-vitalité (Surgency)	Contrôle exigeant de l'effort <sup>a</sup>	
	N	E <sup>b</sup>		C	A <sup>c</sup> O <sup>c d</sup>
Dimensions communes du tempérament et de traits de personnalité (Caspi & Shiner, 2006)					

*Note.* Adapté de “How Are Traits Related to Problem Behavior in Preschoolers? Similarities and Contrasts Between Temperament and Personality,” by S. S. W. De Pauw, I. Mervielde, and K. G. V. Leeuwen, 2009, *Journal Abnormal Child Psychology*, 37, p. 310. *N* = Névrosisme ; *E* = Extraversion ; *C* = Conscience ; *A* = Agréabilité ; *O* = Ouverture. *a* = Développement pendant la période préscolaire ; *b* = L'activité est conceptuellement subsumée par une composante d'extraversion plus large dans les taxonomies de personnalité ; *c* = Sous l'optique du tempérament cette dimension n'a pas été reconnue comme un trait indépendant pour les enfants (et compris les enfants d'âge préscolaire) ; et *d* = Sous l'optique de la personnalité à cinq facteurs, la définition, la cohérence interne et la différenciation développementale de ce trait demeurent incertaines pendant l'enfance (en particulier chez les enfants de moins de 6 ans).

#### 1.10.4. Symptômes de TDAH, tempérament et personnalité

Un vaste domaine de recherche postule que quelques dimensions de tempérament et de traits de personnalité peuvent aider à comprendre certains problèmes de comportements qui sont catégorisés comme troubles d'externalisation, incluant le TDAH (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Martel & Nigg, 2006 ; Martel et al., 2009 ; Melegari et al., 2015 ; Nigg, 2006). En ce qui concerne le tempérament, les données montrent que les niveaux élevés d'affectivité négative et de réactivité/extraversion-vitalité, ainsi que des niveaux faibles de contrôle exigeant de l'effort sont liés à la présentation de symptômes de TDAH (De Pauw & Mervielde, 2011 ; Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015). Également, le TDAH a été associé aux niveaux faibles du trait de personnalité de conscience, et d'agréabilité, et à des niveaux élevés

de névrosisme et d'extraversion (De Pauw & Mervielde, 2011 ; Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015).

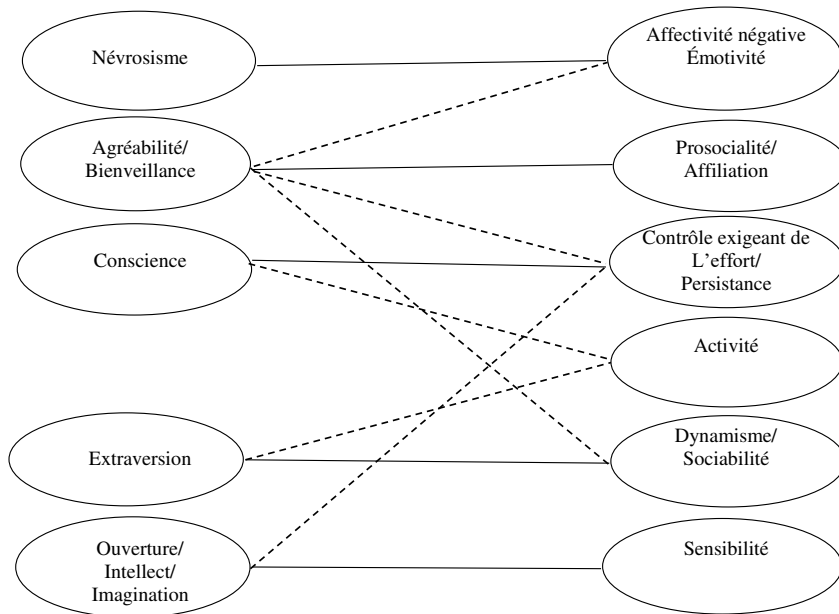


Figure 1. Le côté gauche reflète les traits du modèle de personnalité à cinq facteurs. Le côté droit reflète les dimensions communes du tempérament (basé sur De Pauw & Mervielde, 2010, De Pauw et al., 2009) en plus de l’Affiliation et la Sensibilité du modèle de tempérament de Rothbart. Les lignes pleines désignent de claires analogies tempérament- personnalité, tandis que les lignes discontinues désignent les corrélations observées dans la littérature existante. Adapté de “Personality development in childhood,” by K. Herzhoff, S. C. Kushner, and J. L. Tackett, 2017, In J. Specht (Ed.), *Personality Development Across the Lifespan* (pp. 9-23). London : Elsevier.

En général, en tant que groupe, les enfants atteints de TDAH paraissent être caractérisés par des niveaux élevés d’émotivité négative et des niveaux faibles de contrôle probablement liés aux difficultés d’auto-régulation et de contrôle de comportement observés dans le trouble (Martel, 2009). En ce qui concerne les deux types de symptômes du TDAH, les études suggèrent que les symptômes d’inattention sont associés à des niveaux faibles de contrôle exigeant de l’effort et du trait de conscience, en plus de niveaux élevés d’affectivité négative et de névrosisme (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015). Martel et collègues indiquent aussi que les symptômes d’inattention sont liés chez les enfants et les adolescents à des niveaux élevés de contrôle de réactivité, et d’agréabilité, et des niveaux faibles d’extraversion (Martel, Roberts, Gremillon, Von Eye, & Nigg, 2011). En outre, les symptômes d’hyperactivité-impulsivité montrent des relations significatives avec des niveaux

faibles de contrôle de réactivité et des niveaux élevés de traits d'extraversion et probablement de névrosisme, en plus de niveaux faibles d'agréabilité (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Martel, 2009 ; Martel et al., 2011 ; Tackett et al., 2015). Il est intéressant de noter que plusieurs auteurs suggèrent que des niveaux élevés du trait de névrosisme semblent augmenter le risque de comorbidités telles que les problèmes d'intériorisation et d'externalisation (De Pauw & Mervielde, 2010 ; Tackett et al., 2015).

#### **1.10.5. Symptômes de TDAH, fonctions exécutives, tempérament et personnalité**

Bien que la recherche dans ce domaine ne soit pas très étendue, les données suggèrent des relations entre certaines dimensions du tempérament du modèle de Rothbart, les traits de personnalité du modèle FFM et les fonctions exécutives dans des groupes d'enfants et d'adolescents atteints de TDAH. En particulier, des relations ont été trouvées entre les symptômes d'inattention, le trait de personnalité de conscience, le contrôle exigeant de l'effort et les FE d'inhibition et de flexibilité cognitive (Martel et al., 2009). Martel et collègues ont également signalé des associations significatives entre les traits de névrosisme et d'agréabilité, les dimensions de tempérament d'affectivité négative et de contrôle de réactivité avec les symptômes d'hyperactivité-impulsivité mais pas avec des mesures de FE. Dans des groupes d'adolescents atteints de TDAH, des relations différentielles ont été trouvées entre les tâches de FE (i.e., inhibition, variabilité de réponse et flexibilité), le contrôle exigeant de l'effort, le trait de conscience et les symptômes d'inattention (Martel et al., 2008). Dans la même étude les symptômes d'hyperactivité-impulsivité ont été associés avec des dimensions réactives du tempérament. Dans une autre étude, Martel (2016) a constaté des relations entre FE (i.e., mémoire de travail, inhibition et flexibilité), les traits de personnalité de conscience et d'extraversion, les dimensions de tempérament de contrôle exigeant de l'effort et de réactivité/extraversion-vitalité et les symptômes d'hyperactivité-impulsivité chez les petits enfants atteints de TDAH. Pris dans leur ensemble, ces résultats se rejoignent pour suggérer que certains facteurs liés à la personnalité, au tempérament et au fonctionnement exécutif peuvent constituer des facteurs de risque important durant l'adolescence qui expliqueraient l'hétérogénéité de l'expression et de l'évolution de symptômes de TDAH.



## 2. OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

L'objectif général des études empiriques réalisées pour cette thèse était d'examiner les relations entre les fonctions exécutives, les dimensions de tempérament, les traits de personnalité et les symptômes de TDAH. Pour atteindre cet objectif, on a compté pour les quatre études sur un échantillon d'adolescents atteints de TDAH et sur un échantillon communautaire pour avoir un large continuum (normal et anormal) de problèmes d'attention et d'hyperactivité-impulsivité. En incluant ces deux échantillons différents dans cette thèse, on espère fournir une vision plus complète du rôle du fonctionnement exécutif, du tempérament et de la personnalité dans l'expression des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité chez les adolescents. Plus précisément, les principaux objectifs de cette thèse étaient :

- Examiner la performance dans les mesures des versants cognitifs (études I, III et IV) et comportementaux des FE (étude I), du tempérament (étude III) et de la personnalité (étude IV) dans un échantillon d'adolescents atteints et non atteints de TDAH. En plus, aborder la question de savoir si ces mesures peuvent différencier les adolescents présentant un ADHD et les adolescents contrôles (études I, III et IV).
- Aborder la question des déficits dans les versants cognitifs et comportementaux des FE spécifiques à chaque type de présentation de TDAH, de même que déterminer si les mesures du versant cognitif des FE peuvent prédire la performance sur les mesures du versant comportemental des FE (étude I).
- Déterminer le degré d'accord entre les trois informateurs/interjuges (parents, enseignants et auto-évaluation) sur les mesures du versant comportemental des FE et apprécier cliniquement à l'aide de la méthode graphique de Bland and Altman les limites d'accord (étude II).
- Tester si le contrôle exigeant de l'effort peut être considéré comme un facteur lié à des problèmes dans le versant cognitif des FE, censé caractériser les enfants atteints de TDAH. En plus d'étudier les effets directs, on a aussi évalué les effets indirects du versant cognitif des FE sur les symptômes d'inattention via le contrôle exigeant de l'effort (étude III).
- Tester si les traits de personnalité peuvent être considérés comme des facteurs liés à des problèmes dans le versant cognitif des FE, censé caractériser les enfants atteints de TDAH. En plus d'examiner les effets directs, on a aussi évalué les effets indirects des traits de

personnalité de conscience, d'ouverture et de névrosisme sur les symptômes du TDAH via le versant cognitif des FE (étude IV).

Les hypothèses envisagées dans chacune des études sont :

Dans l'étude I, on suppose que le groupe TDAH obtiendra des scores plus bas par rapport au groupe contrôle sur toutes les mesures du versant cognitif et comportemental des FE, mais il n'y aura pas de différences entre les types de présentation TDAH-I et TDAH-C. De même, on s'attend à trouver que les résultats des FE du versant cognitif ne soient pas de bons prédicteurs de ceux des FE du versant comportemental dans les groupes TDAH et contrôle.

Dans l'étude II, on explore le degré de concordance entre les rapports des parents, des enseignants et des adolescents, et les limites d'accord entre eux seront estimés en utilisant la méthode de Bland et Altman.

Dans l'étude III, on espère que le groupe TDAH montrera des scores plus bas que celui de témoins sur les mesures du versant cognitif des FE et du tempérament. Et que les FE, le contrôle exigeant de l'effort et les symptômes d'inattention soient directement liés entre eux. Et de plus, que le contrôle exigeant de l'effort tiendra un rôle médiateur dans la relation entre le versant cognitif des FE et les symptômes d'inattention.

Dans l'étude IV, on suppose que par rapport au groupe contrôle, le groupe TDAH obtiendra des scores plus bas sur toutes les mesures du versant cognitif des FE. De même, que le groupe TDAH obtiendra des niveaux plus bas dans les traits de conscience et d'agréabilité, ainsi que niveaux plus élevés dans les traits d'extraversion et de névrosisme que les témoins. En outre, que les traits de personnalité de conscience, d'ouverture et de névrosisme auront des effets indirects sur les symptômes du TDAH via les versants cognitifs des FE.



### 3. MÉTHODE

Pour chaque étude de cette thèse sont décrits les participants, les instruments, la procédure et l'analyse statistique utilisée. Les participants, issus de l'échantillon clinique et de l'échantillon communautaire, ont été les mêmes dans les quatre études. La partie concernant les instruments comprend tous les outils d'évaluation utilisés dans les quatre études avec les différents types d'indices de performance sélectionnés pour chaque tâche (voir Table 3). Dans la Figure 2, on peut observer de façon détaillée les principaux éléments du processus d'échantillonnage des participants (groupe clinique et contrôle).

#### 3.1. Participants

L'échantillon total est composé de 118 adolescents, 75 dans l'échantillon clinique atteints du TDAH et 43 dans l'échantillon témoin, âgés entre 12 et 16 ans. Dans le groupe avec TDAH, 48 ont été diagnostiqués avec TDAH-I (70% de garçons, âge :  $\bar{x} = 13,83$  et  $\sigma = 1,36$ ), et 27 avec TDAH-C (63% de garçons, âge :  $\bar{x} = 13,19$  et  $\sigma = 1,14$ ) ; et dans le groupe témoin, 55% étaient des garçons (âge :  $\bar{x} = 13,42$  et  $\sigma = 1,38$ ). Dans le groupe avec TDAH, 16% des adolescents avaient un trouble comorbide en plus du TDAH, 52% présentaient au moins deux diagnostics de comorbidité et 32% avaient un TDAH sans comorbidité. L'échantillon total a été recruté dans la zone métropolitaine de Barcelone entre janvier 2015 et novembre 2016. Les participants souffrant de TDAH ont été recrutés dans deux centres de santé mentale infanto-juvénile (CSMIJ) de Barcelone (85,3%) et dans l'unité de diagnostic et assistance psychologique (UDAP) de l'université de Barcelone (14,7%). Les sujets du groupe témoin (CG) ont été recrutés dans une école secondaire de Barcelone. Tous les participants sont nés en Espagne, à l'exception de sept (5,9%) qui ont été adoptés. Presque tous les adolescents (90,5%) vivaient dans des familles biparentales. Le niveau d'éducation des parents était réparti comme suit : diplôme de baccalauréat et plus (TDAH : 34,7%, contrôles : 25,6%), Lycée (TDAH : 26,4%, contrôles : 38,4%), Certificat d'aptitude professionnelle et technique (TDAH : 21%, contrôles : 11,6%), et le collège et l'école primaire (ADHD : 17,9%, contrôles : 24,4%). Aucune différence significative n'a été observée entre les adolescents atteints du TDAH et le groupe témoin au niveau d'éducation des parents,  $\chi^2 (71, N = 118) = 85,09$ ,  $p = 0,12$ . Toutes les familles des participants étaient représentatives de la zone où se trouvaient les centres cliniques et l'école. Les participants atteints du TDAH (TDAH-I et TDAH-C) ont été inclus dans les études en tenant compte des critères suivants :

- Score de QI total  $\geq 85$  en accord avec le WISC-IV ;

- Au moins six symptômes notés avec 2 ou 3 sur les échelles d'Inattention/Hyperactivité-Impulsivité dans le questionnaire TDAH pour parents et enseignants ;
- Note standard (note T)  $\geq 65$  dans les échelles d'Inattention/hyperactivité-Impulsivité et l'indice de TDAH des échelles Conners-3 pour parents et enseignants.

Le diagnostic clinique a été réalisé par une psychologue clinicienne en accord avec les critères établis par le DSM-5 (APA, 2013) avec l'aide d'un entretien (entretien clinique et de neurodéveloppement pour parents ; Barkley & Murphy, 2006), des résultats au questionnaire TDAH (Amador Campos, Forns Santacana, Guàrdia-Olmos, & Però Cebollero, 2006) et les échelles révisées de Conners-3 (Conners, 2008). Le classement par sous-types TDAH a été réalisé en se basant autant sur les résultats de l'entretien que sur le classement des questionnaires.

Les participants ont été classés en tant que TDAH-I s'ils avaient six ou plus des critères pour Inattention mais pas ceux d'Hyperactivité-Impulsivité, tant dans le questionnaire des symptômes TDAH pour parents et enseignants (6 ou plus symptômes d'Inattention et moins de 6 symptômes d'Hyperactivité-Impulsivité, évalués 2 ou 3), que dans les échelles de Conners-3 pour parents et enseignants (note T  $\geq 65$  en Inattention, note T  $\leq 65$  pour le facteur d'Hyperactivité-Impulsivité et note T  $\geq 65$  sur l'indice TDAH).

Les participants ont été classés TDAH-C s'ils avaient autant les critères d'Inattention que ceux d'Hyperactivité-Impulsivité (6 ou plus symptômes d'Inattention et d'Hyperactivité-Impulsivité, évalués 2 ou 3 dans le questionnaire TDAH pour parents et enseignants, note T  $\geq 65$  en Inattention et Hyperactivité-Impulsivité, et dans l'indice TDAH de l'échelle de Conners-3 pour parents et enseignants).

Les participants de l'échantillon témoin ont été pris en compte dans les études selon les critères suivants :

- Score de QI total  $\geq 85$  en accord avec le WISC-IV ;
- Moins de six symptômes dans les échelles d'Inattention/Hyperactivité-Impulsivité dans le questionnaire TDAH pour parents et enseignants ;
- Note standard (T  $\leq 60$ ) dans les échelles d'Inattention/Hyperactivité-Impulsivité et l'indice TDAH des échelles de Conners-3 pour parents et enseignants.

Les critères d'exclusion pour les deux groupes (TDAH et témoin) étaient : absence d'histoire de tics, troubles neurologiques ou limitations sensorielles (par exemple : convulsions, lésions cérébrales, méningite ou encéphalite), daltonisme (car plusieurs des épreuves de la batterie neuropsychologique ont des stimuli de couleurs), présence de troubles

psychiatriques (autisme, habiletés motrices ou de communication, syndrome de Tourette, psychose ou trouble bipolaire).

Les participants prenant des médicaments stimulantes et non stimulantes pour les symptômes de TDAH (huit avec TDAH-C et deux avec TDAH-I) ont suspendu leur traitement pendant 24 heures avant chaque séance d'évaluation, avec l'autorisation préalable de leur médecin traitant. Avant de commencer chaque séance d'évaluation, les parents confirmaient cette interruption pendant le temps requis.

Les participants et leurs parents ont été informés des objectifs de cette étude. Les adolescents ont donné leur consentement oral tandis que les parents ont signé un consentement écrit avant d'être recrutés pour l'étude. De plus, la participation a été volontaire dans tous les cas et aucun participant n'a reçu de compensation financière pour sa participation aux séances d'évaluation.

### **3.2. Instruments**

#### *Entretien clinique – Version parents (Barkley & Murphy, 2006)*

Cet entretien « du type papier-crayon » recueille les informations des parents des enfants ou adolescents de l'échantillon clinique. Il contient 7 sections : préoccupations des parents et raisons pour l'évaluation, information sur l'entourage familial, histoire du neurodéveloppement et caractéristiques de tempérament durant la première année de vie, histoire du développement scolaire et social, histoire d'évaluations et traitements antérieurs, et histoire familiale (antécédents psychopathologiques des parents et des frères et sœurs). De plus, cet entretien fournit des critères de diagnostic DSM-IV (nombre de symptômes, début des symptômes et domaines d'interférence) pour quelques troubles mentaux de l'enfance et de l'adolescence (TDAH, Trouble oppositionnel avec provocation, Trouble de la conduite, Troubles anxieux et dépressifs, Trouble bipolaire).

#### *Symptômes de TDAH*

#### *Questionnaire TDAH (Amador Campos et al., 2006)*

Ce questionnaire comporte 18 items qui recueillent les symptômes du DSM-IV pour le TDAH. Il y a trois formes de présentation : auto-évaluation (TDAH-A), parents (TDAH-P) et enseignants (TDAH-E), qui évaluent la fréquence et l'intensité des symptômes sur une échelle de 0 à 3 (0 = jamais, 1 = parfois, 2 = plusieurs fois, 3 = toujours). Les 18 symptômes de TDAH se réunissent en deux groupes : inattention et hyperactivité-Impulsivité, tant pour les

formes de l'auto-évaluation que pour celles des enseignants et des parents (Amador et al., 2006). Amador et al. (2005) ont rapporté une bonne fiabilité pour les parents ( $\alpha = 0,948$ ) et pour les enseignants ( $\alpha = 0,957$ ).

*Échelle de Conners – Troisième édition (Conners-3 ; Conners, 2008)*

Cette échelle évalue les symptômes et comportements associés au TDAH correspondant aux critères du DSM-IV-TR dans les domaines de l'inattention, l'hyperactivité/impulsivité, trouble de la conduite et trouble oppositionnel avec provocation ; et problèmes d'apprentissage, fonctionnement exécutif, conduites d'agression/opposition, relations familiales/paires et symptômes d'anxiété/dépression. La présence et sévérité de chaque conduite s'évalue sur une échelle de 0 à 3 (0 = jamais, 1 = occasionnellement, 2 = souvent, 3 = fréquemment). Elle comporte deux formes de présentation (courte et longue) qui permettent de recueillir et comparer les informations à travers différents évaluateurs. L'échelle d'auto-évaluation (Conners 3-A) comporte, dans la forme courte 41 items et dans la longue 99 items, qui couvrent une tranche d'âge de 8 à 18 ans. L'échelle pour les parents/tuteurs (Conners 3-P) regroupe 45 items dans la forme courte et 110 dans la longue, alors que l'échelle pour les enseignants (Conners 3-E) compte dans la version courte 41 items et dans la longue 115 qui couvrent une tranche d'âge de 6 à 18 ans. Dix items supplémentaires regroupés dans une échelle appelée « index global », exclusivement pour les échelles des parents/tuteurs et celles des enseignants, qui permet une évaluation sensible de la psychopathologie. Une cohérence interne élevée a été rapportée pour les trois formes de présentation : Conners 3-A (échelles de contenu de 0,84 à 0,92 ; échelles de symptômes DSM-IV-TR de 0,81 à 0,89), Conners 3-P (échelles de contenu de 0,85 à 0,94 ; échelles de symptômes DSM-IV-TR de 0,83 à 0,93) et Conners 3-E (échelles de contenu de 0,92 à 0,97 ; échelles de symptômes DSM-IV-TR de 0,77 à 0,95). Dans l'étude I, on a utilisé les formes longues pour les trois évaluateurs et dans les études II et III ont été pris en compte seulement les formes longues de parents (Conners, 2008). Pour les trois études ont été pris en compte les notes T des échelles de symptômes DSM-IV-TR, d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité ainsi que l'index TDAH.

*Évaluation neuropsychologique*

*Intelligence*

*Échelle d'Intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents-Quatrième édition (WISC-IV ; Wechsler, 2005)*

Cette échelle estime la capacité intellectuelle générale et peut-être utilisée avec les enfants de 6 ans à 16 ans et 11 mois. Elle est composée d'un total de 10 épreuves centrales et de cinq supplémentaires qui se regroupent en quatre indices de compréhension verbale, de raisonnement perceptif, de mémoire de travail et de vitesse de traitement. L'indice de Compréhension Verbal (ICV) comprend trois subtests principaux : similitudes, vocabulaire, compréhension, et deux subtests supplémentaires : information et raisonnement verbal. L'indice de Raisonnement Perceptif (IRP) comprend trois subtests principaux : cubes, identification des concepts, matrices, et un subtest supplémentaire : complément d'image. L'indice de Mémoire de Travail (IMT) comprend deux subtests principaux : mémoire des chiffres et séquence lettres-chiffres, et un subtest supplémentaire : arithmétique. L'indice de Vitesse de Traitement (IVT) comprend deux subtests principaux : codes et symboles, et un subtest supplémentaire : barrage. La somme des scores des quatre indices proportionne un Quotient d'Intelligence Total (QIT). La consistance interne du QIT est de 0,95 et les indices oscillent entre 0,86 (IVT) et 0,92 (ICV). La stabilité test et re-test est aussi de 0,93 (QIT) et entre 0,85 (IVT) et 0,93 (ICV). La validité du test est bonne (Wechsler, 2005). Dans l'étude I ont été pris en compte les notes T des quatre indices et du QI Total.

### *Fonctions exécutives*

#### *Versant cognitif des fonctions exécutives*

#### *Mémoire spatiale de l'Échelle non verbale d'aptitude intellectuelle Wechsler (WNV ; Wechsler & Naglieri, 2011)*

Cette tâche évalue la mémoire de travail visuo-spaciale. Son administration est individuelle et dure environ 10 minutes ; elle peut s'appliquer de 4 ans à 21 ans et 11 mois. Ce test est composé de neuf cubes posés de manière irrégulière sur une surface en bois plane. L'examineur doit montrer les cubes selon une séquence déterminée et le sujet doit la reproduire dans l'ordre exact de présentation ou dans l'ordre inverse que celui montré par l'examineur. La longueur de la séquence augmente progressivement, au fur et à mesure que le sujet réussit à reproduire correctement deux essais de suite. Il y a une série de 8 séquences en ordre exact de présentation, et autant en ordre inverse, chacune comportant deux essais. La somme de ces deux scores donne un indice général de mémoire spatiale. De plus, cela apporte deux indices supplémentaires qui s'obtiennent avec le nombre de cubes touchés dans le dernier item réussi dans l'ordre exact de présentation (empan endroit) et dans l'ordre inverse (empan envers). La fiabilité de l'adaptation espagnole de l'échelle est haute, aussi bien pour



l'échelle totale (0,85) que pour l'ordre exact de présentation (0,70) et l'ordre inverse (0,84). La stabilité temporelle test et re-test est aussi haute (0,64). Dans les études I, III, et IV ont été utilisés les scores bruts de l'empan endroit et de l'empan envers.

*d2 test d'attention concentrée (d2 ; Brickenkamp & Zillmer, 1998)*

Cette épreuve évalue l'attention soutenue et la concentration. Elle peut être utilisée avec des enfants à partir de 8 ans, des adolescents et des adultes. Elle est composée de 658 lettres (des « p » ou des « d ») disposées en 14 lignes, chacune comprenant 47 lettres (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Chaque lettre possède un signe de guillemet (") au-dessus et/ou en-dessous de la lettre, ou encore un signe d'apostrophe (') au-dessus et/ou en-dessous. Le sujet doit barrer de gauche à droite en un temps de 20 secondes par ligne (4'30 par feuille), seulement les lettres « d » avec un signe de guillemet au-dessus ou en-dessous, et les « p » avec un signe d'apostrophe au-dessus et en-dessous. Toutes les autres lettres doivent être ignorées. Cela fournit différents indices à savoir : indice de performance quantitative correspondant au nombre total de signes traités par ligne (GZ) ; le nombre total d'erreurs (F) qui est la somme du nombre total d'omissions (O) et de commissions (C) ; l'indice de performance globale (GZ – F) ; l'indice de concentration (KL) correspondant au nombre de lettres correctement cochées et l'indice de variation (SB) correspondant à la différence entre la ligne avec le plus de signes vus et la ligne avec le moins de signes vus. Bates et Lemay (2004) rapportent une excellente consistance interne qui varie entre  $\alpha = 0,90$  (O) et  $\alpha = 0,97$  (KL), à l'exception de (C) avec  $\alpha = 0,61$ . Dans les études I, III et IV, on a pris les scores percentiles de tous les indices.

*Test de la figure complexe de Rey-Osterrieth (FCR ; Osterrieth, 1944 ; Rey, 1941)*

Cette épreuve peut s'utiliser sur des sujets entre 6 et 93 ans. Il évalue la mémoire visuo-spaciale, la planification, l'organisation, l'attention et l'inhibition de réponse. La figure est composée de 18 éléments et est organisée en trois parties : une forme globale (rectangle), des éléments externes (carrés, croix, triangles) et des éléments internes (lignes, ronds, ...). Le FCR nécessite une phase de copie (FCR-C) et une phase de reproduction de mémoire (FCR-R). Dans la FCR-C le sujet est conduit à copier la figure qui lui est montrée. Puis par la suite, la figure est retirée et on procède à une tâche de distraction verbale pendant 3 minutes (Bertolani, De Renzi & Faglioni, 1993). Le sujet est ensuite invité à reproduire (FCR-R) la figure de mémoire sans aucune sorte d'indication. Cette mesure a plusieurs systèmes de cotation (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012). Osterrieth (1944) et Knight, Kaplan, et

Ireland (2003) proposent quelques aspects pertinents pour la cotation : une cotation en type (ils en existent 7) qui aide à comprendre comment le sujet a copié, ainsi que comment il a reproduit la figure ; et une cotation numérique qui établit un score basé sur la précision de la copie, ainsi que sur la précision de la reproduction. Il faut également ajouter à ces cotations, les durées d'exécution de la copie et de la reproduction. Le manuel espagnol n'apporte pas de précisions sur la fiabilité de la figure complète. Meyers et Meyers (1995) ont trouvé des corrélations de  $r = 0,759$  entre les scores de la copie et de celle de la reproduction dans un échantillon de 12 sujets adultes (âge moyen de 40 ans). Dans les études I, III, et IV, on a pris en compte les percentiles de la précision et du temps, pour la copie, ainsi que pour la reproduction de mémoire.

#### *Trail Making Test (parties A et B ; TMT A-B ; Reitan, 1992)*

Ce test « du type papier-crayon » peut s'appliquer de 8 à 65 ans et est rapide à administrer (approximativement de 5 à 10 minutes). Il évalue dans la partie A l'attention soutenue, la vitesse motrice et l'exploration visuelle, alors que la partie B implique en plus, la planification, le séquençage, l'attention divisée et la flexibilité cognitive. Dans la partie A, il s'agit de relier avec une ligne les nombres de 1 à 25 dans l'ordre croissant, le plus rapidement possible. La partie B est aussi chronométrée et il s'agit de relier alternativement des lettres et des numéros et dans l'ordre croissant (1-A-2-B-3-C-...L-13). On chronomètre le temps utilisé pour compléter chaque essai. Si le sujet commet une erreur, on l'interrompt pour lui signaler l'erreur et on lui demande de continuer à partir du dernier élément correct. La cotation comprend la mesure de la vitesse mise par le sujet pour exécuter les deux parties, en prenant en compte la présence d'erreurs dans la partie B. Strauss, Sherman, et Spreen (2006) ont montré une excellente fiabilité (coefficient de concordance) entre les évaluateurs de  $r = 0,94$  pour la partie A et de  $r = 0,90$  pour la partie B. Le test-retest (fiabilité) varie entre 0,64 (partie A) et 0,72 (partie B) et de 0,71 pour la différence de scores entre A et B (Snow, Tierney, Zorzitto, Fisher, & Reid, 1988). Dans les études I, III, et IV, on a utilisé le temps de performance de la partie B.

#### *Labyrinthe de Porteus (LP ; Porteus, 1973)*

Ce test, d'une durée de 25 minutes, évalue la capacité d'anticipation, de planification et d'inhibition de conduites. Son administration est de type individuel, à partir de 3 ans jusqu'à l'âge adulte. Cette épreuve consiste en une série de labyrinthes de complexité croissante. Le sujet doit tracer le chemin de sortie à l'aide d'un crayon, et il doit être attentif à

: ne pas couper les coins ou traverser directement en ligne droite pour trouver la sortie, ne pas revenir en arrière, ne pas lever le crayon et ne pas rentrer dans une impasse sans sortie. Ce test a été administré en accord avec la procédure utilisée par Vanier (1991) lors de la réalisation du projet TRAUMA. On obtient deux indices de cotations : un indice quantitatif (note d'âge ; NA) qui correspond au nombre d'essais et de réussites obtenues et un indice qualitatif (note Q) qui est le nombre d'erreurs (levers de crayon, angles coupés, etc.). Le manuel ne donne pas d'information sur la fiabilité ou la validité. Dans les études I, III, et IV, on a pris en compte le score brut du temps en secondes de la planification avant de commencer à tracer chaque labyrinthe, la note *Q* et la note NA.

*Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Heaton et al., 1993)*

Ce test évalue le raisonnement abstrait, la formation de concepts et l'habileté pour le changement de stratégie cognitive (flexibilité). Il peut s'appliquer à partir de 6 ans jusqu'à l'âge adulte et son temps d'administration est d'approximativement entre 30 et 45 minutes. Cette épreuve comporte un total de 128 cartes et 4 cartes stimuli dont les figures changent selon 3 critères (couleur, forme et nombre). Le sujet doit disposer les cartes une à une en tenant compte d'un des critères de classement. Le sujet doit déduire le critère de classement à partir des réponses de l'évaluateur après chaque essai. Après 10 cartes consécutives correctement classées, l'examineur change de critère sans l'indiquer. Le test-retest (coefficients de généralisation) varie entre 0,37 (pourcentage d'erreurs persévératives) et 0,72 (erreurs non persévératives) (Strauss et al., 2006). Ce test a été fait en accord avec la procédure suggérée par Heaton et al. (1993) et a été pris les notes standards de quatre indicateurs : le nombre d'erreurs non persévératives, le nombre d'erreurs persévératives, le nombre de réponses conceptuelles et la note percentile du nombre de catégories achevées. Dans les études I, III, et IV, on a utilisé les notes T des indices des erreurs persévératives et des réponses conceptuelles, et les scores bruts de nombres de catégories achevées. La Table 3 détaille les tests neuropsychologiques regroupés par les fonctions exécutives qu'ils mesurent.

Table 3

*Sommaire des tests du versant cognitif par fonctions exécutives mesurées*

Fonction exécutive	Test neuropsychologique	Types d'indices de performance
Mémoire de travail	Empan de mémoire spatiale de l'échelle non verbale d'aptitude intellectuelle Wechsler (WNV)	Empan endroit et envers
	Test de la figure complexe de Rey-Osterrieth (FCR) FCR	Reproduction de mémoire Qualité de la copie et le temps de la copie
Planification	Labyrinthe de Porteus (LP)	Le temps en secondes de planification avant de commencer à tracer (labyrinthes V à XIV) La note d'âge (NA)
Flexibilité	Wisconsin Card Sorting Test (WCST)	Erreurs persévératives Nombre de réponses conceptuelles Nombre de catégories achevées
	Trail Making Test (TMT)	Temps de performance de la partie B
Inhibition	LP	La note <i>Q</i> Erreurs de commission
	<i>d2</i> test d'attention concentrée	Indice de performance globale (TOT)

*Note.* Les mesures neuropsychologiques ont été regroupées en accord avec les hypothétiques processus cognitifs sous-jacents qu'elles engagent (Mitrushina, Boone, Razani, & D'Elia, 2005 ; Strauss et al, 2006).

*Versant comportemental des fonctions exécutives**Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI ; Naglieri & Goldstein, 2013)*

Cet inventaire évalue les comportements du fonctionnement exécutif sur des sujets de 5 à 18 ans. Il comporte trois formes de présentation : auto-évaluation (CEFI-A ; 12-18 ans) et hétéro-évaluation (CEFI-P ; parents et CEFI-E ; enseignants ; 5-18 ans). Les trois formes

comportent 100 items qui se regroupent en neuf échelles qui évaluent : l'attention (12 items), la régulation émotionnelle (9 items), la flexibilité (7 items), le contrôle inhibitoire (10 items), l'initiation (10 items), l'organisation (10 items), la planification (11 items), l'autosurveillance/self-monitoring (10 items) et la mémoire de travail (11 items). Les 9 échelles cliniques permettent d'obtenir un indice exécutif global avec une note moyenne de 100 et une déviation standard de 15, où les notes les plus hautes sont associées avec de bonnes fonctions exécutives. La fiabilité (alpha de Cronbach) de l'indice exécutif global pour les trois formes de présentation est très bonne avec des scores entre 0,97 et 0,99. Également, les 9 échelles des trois formes de présentation possèdent une bonne fiabilité : attention ( $\alpha = 0,86$  à  $0,93$ ), contrôle émotionnel ( $\alpha = 0,78$  à  $0,89$ ), flexibilité ( $\alpha = 0,77$  à  $0,85$ ), contrôle inhibitoire ( $\alpha = 0,80$  à  $0,90$ ), initiation ( $\alpha = 0,80$  à  $0,89$ ), organisation ( $\alpha = 0,85$  à  $0,91$ ), planification ( $\alpha = 0,85$  à  $0,92$ ), autosurveillance/self-monitoring ( $\alpha = 0,78$  à  $0,87$ ) et mémoire de travail ( $\alpha = 0,83$  à  $0,94$ ). Dans les études I et II, on a pris en compte les notes T de toutes les échelles des fonctions exécutives et l'indice exécutif global pour chacune des trois formes de présentation du CEFI.

### *Personnalité*

*Questionnaire des Cinq Grands pour enfants et adolescents (BFQ-C ; Barbaranelli, Caprara, & Rabasca, 2003)*

Ce questionnaire est l'adaptation pour enfants et adolescents du modèle des cinq grands facteurs, développé dans le Big Five Questionnaire for Children (BFQ-C) qui peut s'appliquer entre 8 et 15 ans (Del Barrio, Carrasco, & Holgado, 2006). Le BFQ-C évalue cinq dimensions de la personnalité : Extraversion/Énergie (positivité, dynamisme, sociabilité) ; Agréabilité (altruisme, coopération, confiance et sensibilité envers les autres) ; Conscience (responsabilité, ténacité, persévérance) ; Névrosisme (mal-être, changements d'humeur, tristesse et irritabilité) et Ouverture/Intellectualité (intérêt pour la connaissance, goût pour la nouveauté, créativité). Il comprend 65 items au total, 13 items par dimension, et chaque item est noté sur une échelle de type Likert avec cinq alternatives de réponse (de 1 = presque jamais à 5 = presque toujours). Plus les notes standards obtenues dans chaque dimension sont hautes, plus l'enfant présente un haut degré de trait de personnalité : note T de 25 à 34 (très bas), de 35 à 44 (bas), de 45 à 55 (moyen), de 56 à 65 (haut) et de 66 à 75 (très haut). Les coefficients de fiabilité de l'adaptation espagnole de l'échelle varient entre  $\alpha = 0,78$  (Instabilité Émotionnelle) et  $\alpha = 0,88$  (Conscience). Dans l'étude IV, on a considéré les notes

T des cinq facteurs de personnalité : Extraversion, Agréabilité, Conscience, Névrosisme et Ouverture.

### *Tempérament*

*The Early Adolescent Temperament Questionnaire (EATQ-R ; EATQ-R-Parent-form ; Capaldi & Rothbart, 1992 ; Ellis & Rothbart, 2001)*

Ce questionnaire évalue les caractéristiques du tempérament chez les enfants de 8 à 15 ans. Les items sont notés selon une échelle de type Likert avec cinq alternatives de réponse (1 = presque toujours faux, 2 = généralement faux, 3 = parfois faux/parfois juste, 4 = généralement juste et 5 = presque toujours juste). Il comporte une forme d'auto-évaluation et une autre d'hétéro-évaluation (parents). La forme d'auto-évaluation comporte d'une forme longue de 103 items, qui se regroupent en 11 sous-échelles de tempérament (contrôle d'activation, affiliation, niveau d'activité, attention, crainte, frustration, haute intensité du plaisir/réactivité positive, contrôle inhibitoire, sensibilité au plaisir, sensibilité perceptuelle et timidité) et deux sous-échelles du comportement (agression et humeur dépressive). La forme courte comporte 65 items qui se regroupent en 10 sous-échelles de tempérament (contrôle d'activation, affiliation, attention, crainte, frustration, réactivité/extraversion-vitalité, contrôle inhibitoire, plaisir associé à la stimulation de forte intensité, sensibilité perceptuelle et timidité) et deux sous-échelles du comportement (agressivité et humeur dépressif). La somme des 12 sous-échelles fournit quatre échelles de tempérament : le contrôle exigeant de l'effort, la réactivité positive/extraversion-vitalité (surgency), l'affectivité négative et l'affiliation. Dans la forme pour les parents (EATQ-R-P), il leur est demandé de se positionner sur les affirmations qui décrivent le tempérament de l'enfant dans différentes situations. Elle comporte 62 items, réunis en 8 sous-échelles de tempérament (contrôle d'activation, affiliation, attention, crainte, frustration, plaisir associé à la stimulation de forte intensité, contrôle inhibitoire et timidité), deux sous-échelles du comportement (agressivité et humeur dépressive) et quatre échelles de tempérament (contrôle exigeant de l'effort, réactivité positive/extraversion-vitalité, affectivité négative et affiliation). La somme des 10 sous-échelles de tempérament fournit quatre échelles de tempérament. Les coefficients de fiabilité dans la version pour les parents varient entre  $\alpha = 0,65$  (attention) et  $\alpha = 0,86$  (contrôle d'inhibitoire) pour les échelles de tempérament et entre  $\alpha = 0,71$  et  $0,76$  pour les échelles de comportement. Les coefficients de fiabilité pour les échelles de tempérament et de comportement dans la version d'auto-évaluation (forme longue) varient entre  $\alpha = 0,64$  (crainte) et  $\alpha = 0,80$  (tristesse), et entre  $\alpha = 0,69$  (humeur dépressive) et  $\alpha = 0,81$  (agression)

respectivement. Dans la version d'auto-évaluation (version courte) la fiabilité pour les échelles de tempérament et de comportement varie entre  $\alpha = 0,65$  (crainte) et  $\alpha = 0,82$  (tristesse) et entre  $\alpha = 0,69$  (humeur dépressive) et  $\alpha = 0,80$  (agressivité) respectivement (Ellis & Rothbart, 2001). Dans l'étude III, on a pris en compte les scores bruts des trois dimensions de tempérament (le contrôle exigeant de l'effort, surgency et l'affectivité négative) de l'EATQ-R destiné pour les parents.

### **3.3. Procédure**

L'étude a été approuvée par le coordinateur des deux centres de santé mentale CSMIJ, le directeur de la UDAP de la UB et le directeur du centre d'études secondaires. L'ensemble du protocole d'évaluation s'est déroulé en une session pour les parents et quatre pour les enfants, avec une semaine d'intervalle pour ne pas gêner leur rythme scolaire. Ainsi, dans leur session, les parents ont réalisé un entretien clinique et ont complété les questionnaires suivants : entretien clinique (version parents), questionnaires TDAH-P, Conners-3 P, EATQ-R-P et CEFI-P. Dans leur première session, les enfants ont réalisé le WISC-IV et complété les questionnaires TDAH-A et Conners-3 A. Dans la seconde session, ils ont complété le EATQ-R et exécuté le FCR, tant en copie qu'en reproduction de mémoire. Dans la troisième session, ils ont exécuté le *d2*, l'épreuve de mémoire spatiale de la WNV et ils ont complété le questionnaire de personnalité (BFQ-C). Dans la quatrième session, ils ont effectué le LP, le WCST, le TMT (parties A et B), et le CEFI-A. Les enseignants des participants du groupe témoin ont participé à une séance où on leur a expliqué les objectifs de l'étude et on leur a donné les questionnaires TDAH-E, Conners-3 E et CEFI-E, qui ont été recueillis par la psychologue évaluatrice une fois terminés. Les enseignants du groupe clinique ont reçu les questionnaires par l'intermédiaire des parents, avec une lettre expliquant les objectifs de l'étude et la finalité de l'évaluation. Une fois les questionnaires remplis, les parents les ont remis à la psychologue évaluatrice. A la fin de la période d'évaluation il a été réalisé une session de compte-rendu des résultats en présence des parents, de l'enfant et du professionnel référent dans le cas du groupe clinique. Les participants du groupe témoin ont reçu un compte-rendu écrit des résultats du processus d'évaluation.

Tous les résultats ont été recueillis par une psychologue clinicienne et sous la supervision d'un docteur en psychologie clinique. Il est à noter que même si l'administration des tâches a été réalisée selon les procédures standards proposées par Hebben et Milberg (2009), pour certains participants les items des questionnaires et les échelles d'évaluation de comportement ont été lues. Dans le cas des participants sous médication, il a été demandé aux

parents et aux professeurs de compléter les questionnaires en valorisant le comportement habituel des adolescents sans aucun type de médication.

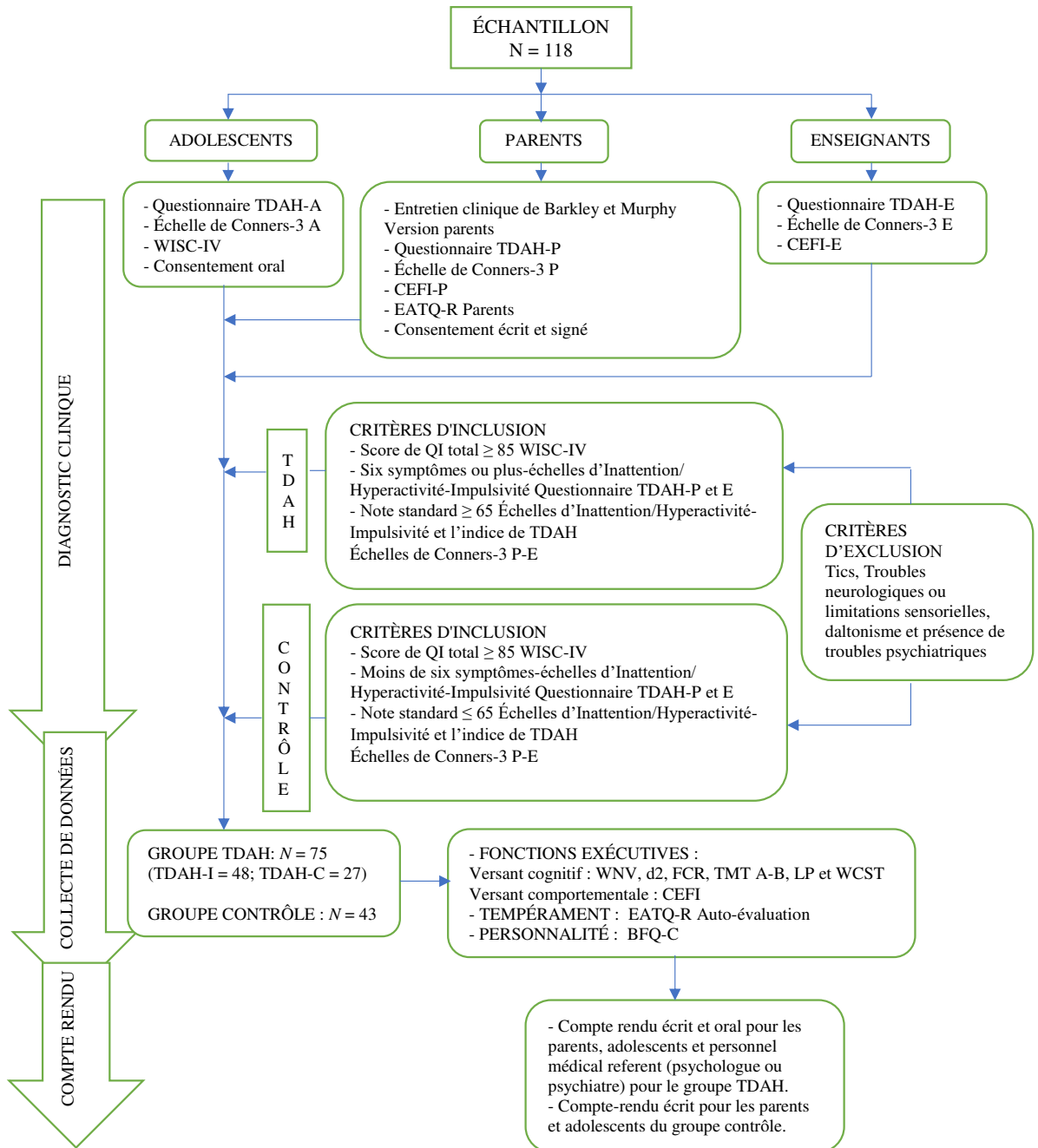


Figure 2. Processus d'échantillonnage des participants (groupe TDAH et contrôle).



### 3.4. Analyse des données

Toutes les analyses ont été réalisées avec les logiciels statistiques IBM SPSS 24 et Mplus 7 (Muthén & Muthén, 1998-2012). Le niveau de signification statistique a été fixé à  $p < 0,05$ . Une méthodologie de type quantitative a été utilisée, ainsi qu'une statistique paramétrique a été appliquée pour analyser les données.

Étant donné que les quatre domaines du versant cognitif des FE (mémoire de travail, planification, flexibilité et inhibition, Table 3) regroupaient plusieurs mesures avec des indicateurs de performance associés à différents types de scores (bruts, percentiles et standardisés), ceux-ci ont été transformés en scores Z. Pour obtenir un score unique pour chaque domaine du versant cognitif des FE, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour chacun d'entre eux, en forçant l'extraction d'un seul composant. Les scores factoriels de chaque domaine du versant cognitif des FE ont été obtenus en utilisant la méthode (test de sphéricité) de Bartlett, et ils ont donc été considérés comme des scores Z pondérés (étude I, III et IV). De plus, les scores standardisés (notes T) des mesures des symptômes de TDAH, du versant comportemental des FE, de même que celles de la personnalité ont été transformés en scores Z (études I et IV). Les scores bruts des mesures du tempérament ont été aussi transformés en scores Z (étude III). Toutes les analyses ont été réalisées avec les scores Z transformés (étude I, III et IV). D'autre part, les notes T des indices de la mesure d'intelligence (étude I) ainsi que celles du versant comportemental des FE ont été utilisées (études II).

En général, des analyses statistiques descriptives de type univariées ont été réalisées afin de décrire les caractéristiques de l'échantillon clinique et de l'échantillon communautaire dans les différentes mesures des symptômes de TDAH, des FE, du tempérament et de personnalité (i.e., moyenne, écart-type et valeurs extrêmes). Des analyses bivariées (i.e., Test du Khi-deux, Test de Student, corrélations de Pearson) ont également été effectuées pour vérifier les différences entre les groupes au niveau d'âge, de sexe et des variables sélectionnées dans chaque étude. D'ailleurs, en dehors des tests statistiques mentionnés ci-dessus d'autres analyses ont été réalisées pour répondre aux objectifs de chaque étude. Ainsi, pour examiner les différences entre les groupes dans les mesures des symptômes de TDAH, des FE, des dimensions du tempérament et des traits de personnalité, ont été réalisées : des analyses d'ANOVA (étude I), de MANCOVA (étude IV), de MANOVA (étude I) et le  $d$  de Cohen (étude III et IV). La méthode d'ajustement de Bonferroni a été utilisée (étude I) pour réduire les probabilités d'obtenir des résultats faussement positifs lors de la comparaison des

groupes (erreurs de type 1). Les coefficients de corrélation intra-classe ont été réalisés pour étudier le degré d'accord dans la mesure du versant comportemental des FE entre observateurs (i.e., parents, enseignants et auto-évaluation) et pour déterminer le biais et les limites d'un tel accord, la méthode graphique de Bland et Altman a été utilisée (étude II). D'autre part, des régressions multiples hiérarchiques ont été effectuées pour évaluer la prédiction du versant cognitif des FE sur le versant comportemental des FE (étude I). Également, des analyses de médiation ont été faites pour estimer à la fois l'effet direct et l'effet indirect de : 1) le versant cognitif des FE sur les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité via le facteur de tempérament de contrôle exigeant de l'effort (étude III) ; 2) les traits de personnalité de conscience, d'ouverture et de névrosisme sur les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité via le versant cognitif des FE (étude IV). Pour plus d'informations à propos des analyses, veuillez vous référer à chaque étude (voir 4).

Un important corpus de recherche a montré qu'il existe des relations significatives entre l'intelligence générale (QI), le TDAH et les mesures du versant cognitif des FE (Brydges, Reid, Fox & Anderson, 2012, Dennis et al., 2009, Duggan & Garcia-Barrera, 2015, Engelhardt et al., 2016). Pour cette raison, le score FSIQ n'a pas été inclus comme covariable dans les analyses (étude I) afin de ne pas supprimer la variance significative de la performance sur les FE (e.g., Dennis et al., 2009, Miller & Chapman, 2001). De plus, comme le TDAH « pur » est rare et que la comorbidité est la règle dans le TDAH, à quelques exceptions près (Owens & Hinshaw, 2016 ; Yoshimasu et al., 2012), la comorbidité n'a pas été considérée comme covariable dans les analyses statistiques (étude III et IV). La Table 4 présente le sommaire des caractéristiques des instruments utilisés et les analyses statistiques effectuées pour chaque étude.

Table 4

Mesures des FE, du tempérament et de la personnalité, et les analyses statistiques spécifiques à chaque étude

Étude	Instruments	Analyses statistiques
I	<p><b>- Intelligence :</b>  <i>WISC-IV</i> (Wechsler, 2005)  <b>- Symptômes TDAH :</b>  <i>Conners-3 P-E-A</i> (Conners, 2008)  <b>-Versant cognitif des FE :</b>  <i>WNV</i> (Wechsler &amp; Naglieri, 2006)  <i>FCR</i> (Rey, 1941; Osterrieth, 1944)  <i>LP</i> (Porteus, 1973)  <i>WCST</i> (Heaton et al., 1993)  <i>TMT B</i> (Reitan &amp; Wolfson, 1985)  <i>d2</i> (Brickenkamp &amp; Zillmer, 1962)  <b>- Versant comportemental des FE :</b>  <i>CEFI-A</i> (Naglieri &amp; Goldstein, 2012)</p>	<p>Analyses descriptives            Test du Khi-deux et Test de Student            ANOVA            MANOVA            Corrélations de Pearson            Régression hiérarchique</p>
II	<p><b>- Versant comportemental des FE :</b>  <i>CEFI-P-E-A</i> (Naglieri &amp; Goldstein, 2012)</p>	<p>Analyses descriptives            Test du Khi-deux et Test de Student            Coefficients de corrélation intra-classe            Méthode graphique de Bland et Altman</p>
III	<p><b>- Tempérament :</b>  <i>EATQ-R</i> parents (<i>Capaldi &amp; Rothbart, 1992</i>)  <b>- Symptômes TDAH :</b>  <i>Conners-3 P</i> (Conners, 2008)  <b>- Versant cognitif des FE :</b>  <i>WNV</i> (Wechsler &amp; Naglieri, 2006)  <i>FCR</i> (Rey, 1941; Osterrieth, 1944)  <i>LP</i> (Porteus, 1973)  <i>WCST</i> (Heaton et al., 1993)  <i>TMT B</i> (Reitan &amp; Wolfson, 1985)  <i>d2</i> (Brickenkamp &amp; Zillmer, 1962)</p>	<p>Analyses descriptives            Test du Khi-deux et Test de Student  <i>d</i> de Cohen            Corrélations de Pearson</p> <p>Analyses de médiation            Méthode d'estimation du Maximum de Vraisemblance            Technique de bootstrap (10.000)</p>
IV	<p><b>- Personnalité :</b>  <i>BFQ-C</i> (Barbaranelli et al., 1998)  <b>- Symptômes TDAH :</b>  <i>Conners-3 P</i> (Conners, 2008)  <b>- Versant cognitif des FE :</b>  <i>WNV</i> (Wechsler &amp; Naglieri, 2006)  <i>FCR</i> (Rey, 1941; Osterrieth, 1944)  <i>LP</i> (Porteus, 1973)  <i>WCST</i> (Heaton et al., 1993)  <i>TMT B</i> (Reitan &amp; Wolfson, 1985)  <i>d2</i> (Brickenkamp &amp; Zillmer, 1962)</p>	<p>Analyses descriptives            Test du Khi-deux et Test de Student  <i>d</i> de Cohen            MANCOVA            Corrélations de Pearson</p> <p>Analyses de médiation            Méthode d'estimation du Maximum de Vraisemblance            Technique de bootstrap (10.000)</p>

Note. ANOVA = L'analyse de la variance ; ANCOVA = L'analyse de la covariance ; MANOVA = L'analyse de variance multivariée. MANCOVA = Analyse de la covariance multivariée.

## **4. RÉSULTATS**

Les études empiriques

### **4.1. ÉTUDE I**

**Assessment of executive function in ADHD adolescents: contribution of performance tests and rating scales**

Krieger, V., & Amador-Campos, J. A.

#### **4.1.1. Abstract**

**Objective:** this study aimed to analyze performance on measures of neuropsychological and behavioral executive functions (EF) in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), and to evaluate the utility of performance-based tests for predicting scores on behavioral EF ratings. **Method:** 118 adolescents (75 ADHD and 43 controls) aged 12-16 years performed neuropsychological tests and completed a behavior rating scale of EF. **Results:** The ADHD group presented significantly lower scores than controls on Full Scale IQ (FSIQ) and all indexes of the WISC-IV, except the verbal comprehension index (VCI). The ADHD group had significantly lower scores on performance-based tests of working memory, planning and inhibition, and on EF rating scales. Scores on the cognitive EF working memory, planning and flexibility modestly predicted performance on behavioral EF. **Conclusions:** the results suggest that the combined use of performance-based tests and rating scales provides valuable complementary information that can improve the assessment of executive domains in ADHD.

*Keywords:* ADHD symptoms, performance-based tests, behavioral rating scales, executive function assessment, adolescence, diagnosis

#### **4.1.2. Introduction**

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most frequently diagnosed psychopathological disorders during childhood and adolescence. It is characterized by the presence of symptoms of inattention, hyperactivity and impulsivity at a frequency and intensity inappropriate for the individual's age and level of development (APA, 2013). The combination and number of these symptoms can give rise to three types of presentation: predominantly inattentive (ADHD-I), predominantly hyperactive-impulsive (ADHD-HI) and combined (ADHD-C; APA, 2013). ADHD symptoms tend to diminish with age (Faraone, Biederman, & Mick, 2006), especially hyperactivity and impulsivity (Pingault et al., 2015). During adolescence, inattention symptoms tend to be more frequent and intense than hyperactivity-impulsivity symptoms (Döpfner et al., 2015).

ADHD symptoms have been associated with deficits in executive functions (EF). EF involve separate but interrelated cognitive processes (Miyake et al., 2000) and are associated with the guidance and management of cognitions, behaviors and emotions (Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000). The EF construct encompasses a wide range of processes such as inhibition, attention control, working memory, planning, flexibility, self-monitoring and

initiation (Best & Miller, 2010; Goldstein, Naglieri, Princiotta, & Otero, 2013). Conventionally, EF have been evaluated using neuropsychological tests that involve measures of task performance. These performance-based tests include standardized measures typically based on accuracy or speed of response (Silver, 2014; Toplak, West, & Stanovich, 2017). These measures are administered under standardized and carefully controlled conditions, and provide valuable information about a subject's performance on specific tasks in structured settings (Toplak et al., 2017). In addition, performance-based tests may be related with academic outcomes (i.e., math and reading ability) in children (Blair & Razza, 2007).

Compared with community samples, children and adolescents with ADHD present deficits in a wide range of cognitive performance-based EF tests (Lambek et al., 2011; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005) such as working memory (Martinussen, Hayden, Hogg-johnson, & Tannock, 2005; Sowerby, Seal, & Tripp, 2011), planning (Chiang, Huang, Gau, & Shang, 2013; Dolan & Lennox, 2013), flexibility (Mullane & Corkum, 2007; Roberts, Martel, & Nigg, 2017) and inhibition (Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013; Rauch, Gold, & Schmitt, 2012).

It has been suggested that children and adolescents with ADHD are a heterogeneous group; some, but not all, present deficits in EF (Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005; Wählstedt, Thorell, & Bohlin, 2009) or exhibit specific problems in EF tasks according to their type of ADHD presentation (Guerts, Verté, Oosterlaan, Roeyers, & Sergeant, 2005; Willcutt et al., 2005). Several studies examining the differences in types of presentation have found that children and adolescents with ADHD-C perform worse than those with ADHD-I in flexibility and inhibition (Roberts et al., 2017; Solanto et al., 2007), planning (Nigg, Blaskey, Huang-Pollock, & Rappley, 2002; Rinsky & Hinshaw, 2011) and working memory (Rosenthal, Riccio, Gsanger, & Jarratt, 2006). Other studies do not indicate differences in performance between ADHD presentations on EF measures of planning, inhibition and flexibility, suggesting more similarities than differences in neurocognitive processes (Guerts et al., 2005; Martel, Nikolas, & Nigg, 2007; Riccio, Homack, Jarratt, & Wolfe, 2006). In individuals with ADHD-I, deficits have been reported in verbal and visuospatial working memory (Martinussen & Tannock, 2006). Martel et al. (2007) also found in adolescents that weakness in a composite EF measure (i.e., flexibility and inhibition) was uniquely related to inattentive symptoms. Nigg et al. (2002) argued that cognitive EF performance differed little in the various ADHD presentations.

Another important point is that not all individuals with ADHD present deficits on performance-based tests of EF. This may be due to the highly standardized and structured assessment condition of clinical settings, which reduce the executive demands associated with everyday problems. That is, ADHD individuals may perform adequately because the examiner provides the guidance and control necessary to obtain optimal performance (i.e., in the form of rules specifying or constraining a task). In addition, these tasks are too brief to capture the temporal organization of the EF over longer periods of time or to tap several cognitive processes, including executive and non-executive skills, which makes interpretation of the EF difficult (Barkley and Murphy, 2011; Snyder, Miyake, & Hankin, 2015). Therefore, EF evaluation should not only involve performance-based measures but should also use behavioral measures or rating scales to assess an individual's functioning in everyday activities (Barkley, 2012; Gioia et al., 2000). It may be that rating scales of EF can better characterize deficits or competencies in goal-directed behaviors and everyday problem-solving in different life contexts (Barkley & Murphy, 2011; Toplak et al., 2017). In addition, self and/or informant ratings of EF provide valuable information on performance on executive functioning based on observable behaviors (Isquith, Roth, & Gioia, 2013; Toplak et al., 2017). This is important, considering the limitations of performance-based tests as objective measures of EF (Barkley, 2012).

Currently, a wide range of EF rating scales are available for the evaluation of everyday skills in children and adolescents in both home and school environments. Among the EF rating scales used in ADHD children and adolescents' samples are the Behavior Rating Inventory of Executive Functions (BRIEF; Gioia et al., 2000), the Barkley Deficits in Executive Functioning Scales (BDEFS-CA; Barkley, 2012), the Delis Rating of Executive Function (D-REF; Delis, 2012) and the Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI; Naglieri & Goldstein, 2013). The CEFI rating scales include self and informant rating forms that assess everyday EF skills in children and adolescents but, to our knowledge, no previous studies evaluating behavioral EF have used the CEFI in adolescents with ADHD.

Significant differences between groups with and without ADHD have been found on behavior EF rating scales (Long, Hill, Luna, Verhulst & Clark, 2015; Weyandt, Oster, Gudmundsdottir, DuPaul, & Anastopoulos, 2017). Thus, in groups of ADHD children and adolescents, deficits in EF have consistently been found compared with controls on the Metacognition Index (inhibition, working memory and plan/organize scales) and the shift scale scores of the BRIEF parents' and teachers' reports (Davidson, Cherry, & Corkum, 2016;

Toplak, Bucciarelli, Jain, & Tannock, 2009 et al., 2009). The ADHD-C presentation has been associated with difficulties on the emotional control, inhibit and monitor scales of the BRIEF reported by parents and teachers (McCandless & Laughlin, 2007; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson, & Butcher, 2010; Skogli, Egeland, Andersen, Hovik, & Øie, 2014). The ADHD-I presentation has been associated with problems on the attention, initiation and planning EF scales of the Attention and Executive Function Rating Inventory teacher ratings (ATTEX; Klenberg, Jämsä, Häyrynen, Lahti-Nuuttila, & Korkman, 2010). In sum, few significant differences between ADHD presentations are found in behavioral EF rating scales, with the exception of some of the scales (inhibition and emotion control) on the BRIEF parent and teacher forms (McCandless & Laughlin, 2007; Semrud et al., 2010; Skogli et al., 2014).

Overall, the performance of individuals with different ADHD presentations does not vary significantly over a wide range of neuropsychological measures and behavioral rating scales. In addition, behavioral rating scales of executive functioning are more sensitive to the executive deficits associated with ADHD symptoms than performance-based EF measures. Furthermore, the diversity in the profiles of EF deficits in ADHD indicates that the results of performance-based tests do not always correspond to executive functioning in activities of daily living (Seidman, 2006).

Some studies have shown very low or almost nonexistent correlations between performance-based tests and EF rating scales in child and adolescent samples, suggesting that these measures probably evaluate different constructs. For example, Bodnar, Prahme, Cutting, Denckla, and Mahone (2007) found poor correlations between the inhibition scale of BRIEF (parent report) and omission and commission errors, response time, variability and detectability on the Conners Continuous Performance Test -II (CPT-II; Conners, 2000) and the Test of Variables of Attention (TOVA; Greenberg, 1991). Vriezen and Pigott (2002) reported non-significant correlations between measures of cognitive flexibility (Wisconsin Card Sorting Test and Trail Making test) and EF ratings (BRIEF parent form).

Studies in ADHD children and adolescent samples have reported mixed results. For instance, Davidson et al. (2016) found a significant correlation between scores on the working memory BRIEF subscale (parent report) and working memory composite (Letter/Number and Finger/Windows subtest) of the Wide Range Assessment of Memory and Learning (WRAML2; Sheslow & Adams, 2003). Shimoni, Engel-Yeger, and Tirosh (2012) reported low to moderate correlations between some scales of the BRIEF parent report (emotion



control, working memory, plan, monitor and inhibit) and the Behavior Assessment of Dysexecutive Syndrome for Children total score (BADS-C; Emslie, Wilson, Burden, Nimmo-Smith, & Wilson, 2003). Toplak et al. (2009) found that some performance-based tests of inhibition, shifting, working memory and planning EF were significantly but modestly correlated with the BRIEF parent and teacher reports of ADHD adolescents. A review of studies linking the BRIEF (parents and teacher reports) and the Dysexecutive Questionnaire (DEX self and other rating forms; Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996) with neuropsychological measures of inhibition, planning, flexibility and working memory found very weak associations between these two types of EF measure (Toplak, West, & Stanovich, 2013).

Thus, performance-based tests and EF rating scales have provided important but different types of information. Performance-based tests evaluate the efficiency and maximum performance of cognitive processes and provide valuable information on performance in structured contexts (Toplak et al., 2017). EF ratings provide information about goal-directed behavior in everyday settings (Toplak et al., 2013; Toplak et al., 2017), and are useful for predicting occupational performance (Barkley & Murphy, 2011), academic performance (Waber, Gerber, Turcios, Wagner, & Forbes, 2006) and treatment improvement in ADHD groups (Turgay et al., 2010). For this reason, both types of information are necessary and complementary in ADHD assessment (Toplak et al., 2013).

In summary, working memory, flexibility, planning and inhibition are among the most frequently studied EF in children and adolescents with ADHD. Given the controversial relationship between measures of cognitive and behavioral EF, we hypothesized that: 1) the ADHD group would score lower than controls on performance-based measures of working memory, flexibility, planning and inhibition and on all scales of behavioral EF, but that there would be no differences between ADHD-I and ADHD-C groups, and 2) the scores of performance-based tests of EF would not be significant predictors of behavioral EF scores.

### **4.1.3. Method**

#### **Participants**

The sample consisted of 118 adolescents, 75 diagnosed with ADHD and 43 controls, aged between 12 and 16 years. In the ADHD group 48 had diagnoses of ADHD-I (70% male; age:  $M = 13.83$ ,  $SD = 1.36$ ), and 27 ADHD-C (63% male; age:  $M = 13.19$ ,  $SD = 1.14$ ); in the control group 55% were males (age:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ ). Participants with ADHD were

recruited from two child and adolescent mental health centers and a university psychological care clinic. The control group was recruited from a secondary school. The families were representative of the area where the care centers and the school are located. The majority of adolescents lived in two-parent families (90.5%). Parents' educational level was distributed as follows: high school diploma (ADHD-I: 31.2%; ADHD-C: 38.1%; controls: 25.6%), four years of college (ADHD-I: 36.2%; ADHD-C: 16.6%; controls: 38.4%), education beyond college in professional training (ADHD-I: 9.2%; ADHD-C: 32.8%; controls: 11.6%) and junior high and primary school (ADHD-I: 23.3%; ADHD-C: 12.4%; controls: 24.4%). ADHD groups and controls did not differ significantly in terms of parents' educational level  $\chi^2(12, N = 118) = 12.01, p = .44$ . All participants were born in Spain, except for seven who were adopted (5.9%). The participants were recruited from January 2015 to November 2016 in a major urban area. Children with ADHD had at least one comorbid disorder besides ADHD (ADHD-I: 18.9%; ADHD-C: 11.1%) and had at least two or more other disorders (ADHD-I: 59.5%; ADHD-C: 66.7%). ADHD-I and ADHD-C did not show significant differences in comorbid disorders  $\chi^2(10, N = 75) = 12.36, p = .26$ .

Participants in the ADHD group were required to meet DSM-5 criteria (APA, 2013). Diagnoses were made by a trained master's level clinical psychologist, on the basis of age of onset, duration, impairment and cross-situational manifestation of symptoms, through the Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006), the results of the ADHD questionnaire (Amador Campos, Forns Santacana, Guàrdia-Olmos, & Però Cebollero, 2006) and the revised Conners-3 scales (Conners, 2008). Participants were classified as ADHD-I if they met all the criteria for inattention but not those for hyperactivity-impulsivity in both the Clinical Interview and the ADHD questionnaire, and had T-scores  $\geq 65$  on the DSM inattentive scale and on the ADHD Index and  $\leq 65$  on the DSM hyperactive-impulsive scale of the Conners-3 scales. Participants were classified as ADHD-C if they met the criteria for inattention and hyperactivity-impulsivity in the clinical Interview and the ADHD questionnaire, and had T-scores  $\geq 65$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and on the ADHD Index of the Conners-3, reported by parents and teachers. The control group participants had fewer than six symptoms of inattention and hyperactivity-impulsivity on the ADHD questionnaire, and T-scores  $\leq 60$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and on the ADHD Index on the Conners-3, rated by parents and teachers. All potentially eligible cases were reviewed by a panel of three ADHD experts (i.e., two psychologists and one psychiatrist certified in clinical child and adolescent psychology).

The unanimous agreement of the panel was required for the assignment of the participants to the ADHD or control groups.

Exclusion criteria were: full-scale intelligence quotient (FSIQ) < 85 on the Wechsler Intelligence scale for Children Fourth Edition (WISC-IV; Wechsler, 2005), history of tics, neurological disorders or sensory impairments (seizures or brain injury), colorblindness, psychiatric disorders (autism spectrum disorder, motor or communication disorders, Tourette's syndrome, psychosis or bipolar disorder). Participants taking stimulant and non-stimulant medication for ADHD symptoms (eight ADHD-C and two ADHD-I) received prior approval from their referring physician to temporarily discontinue the medication for 24 hours prior to each assessment session. Before the beginning of each testing session, the parents or carers confirmed the suspension of ADHD medication for the required time.

Participation was voluntary in all cases. Participants and their parents or legal guardians were informed of the study objectives and provided signed informed consent before enrolling. Participants did not receive financial compensation for their participation. The study complied with the principles of the 1975 Declaration of Helsinki (revised in Tokyo in 2014).

## Measures

### Clinical Interview-Parent Report Form

The Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006), which records information from children's or adolescents' parents, was used. This paper and pencil interview contains sections covering relevant developmental, medical, social and educational history. In addition, the interview provides DSM-IV diagnostic criteria (symptom counts, symptom onset and impairment settings) for childhood mental disorders (oppositional defiant, attention-deficit/hyperactivity disorder, conduct disorder, disruptive behavior disorder, anxiety and mood disorders).

### ADHD questionnaire

The ADHD questionnaire (Amador Campos et al., 2006) consists of 18 items that record DSM-IV symptoms for ADHD. The frequency and occurrence for each symptom are scored on a four-point Likert scale ranging from 0 (not true at all, never, seldom) to 3 (Very true, often, very frequently). Self-report (ADHD-SR), parent (ADHD-P) and teacher (ADHD-

T) forms were administered. Items rated 2 or 3 were taken to indicate the presence of ADHD symptoms.

### Conners-3 Rating Scales

The Conners scales, 3rd edition (Conners-3; Conners, 2008) assess core symptoms of ADHD (inattentive and hyperactive/ impulsive), executive functioning, learning problems, peer and family relations as well as the most common comorbid complications in children and adolescents. Self-report (Conners-3 SR), parent (Conners-3 P) and teacher (Conners-3 T) long forms were used. Each item on the Conner-3 is rated on a 4-point scale ranging from 0 = not true at all (never, seldom) to 3 = very true (often, very frequently). In this study, the ADHD-Inattentive and Hyperactive-Impulsive DSM scales and the ADHD index T-scores were used as indicators of ADHD symptom severity.

### Neuropsychological testing battery

#### Intelligence

*The Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV; Wechsler, 2005).* This is an individually administered intelligence test for people between the ages of 6-16;11. The FSIQ and the composite scores of verbal comprehension (VC), perceptual reasoning (PR), working memory (WM), and processing speed (PS) were recorded.

#### Cognitive EF

*The spatial memory subtest (SSp) of the Wechsler nonverbal scale of ability (WNV; Wechsler & Naglieri, 2011)* assesses spatial working memory. The task consists of nine blocks positioned on a board. The examiner taps the blocks in a particular sequence. The subject has to reproduce a given sequence by tapping the blocks in the sequence that she/he has just seen (Span Forward; SpF index), or in backward order (Span Backward; SpB index). The raw scores of the SpF and SpB index were used.

*Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF; Rey, 1941; Osterrieth, 1944).* This test evaluates visuospatial constructional processes, planning strategy and visual memory with a task involving the copy of a complex figure (ROCF-C) and its immediate recall after a delay period (RCFT-M). The percentile scores of copy accuracy, time copy and immediate recall accuracy were recorded.

*Porteus Maze Test (PMT; Porteus, 1973).* This test evaluates the ability to anticipate, plan and inhibit behaviors. The subject is prompted to find his/her way through a series of 12 mazes of increasing difficulty, without lifting the pen or entering a dead end. The raw score of planning time (seconds) before starting to draw each maze, the qualitative *Q* score and the total score (mental age score) were recorded.

*Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993).* This test assesses reasoning, concept formation, problem solving and cognitive flexibility. The participant is required to find the correct sorting principle (color, shape, and number) without any prior instructions. The examiner's feedback on the sorting principle changes periodically and the subject must follow it in order to arrange the cards. The percentage of perseverative errors and conceptual level responses and the raw score of number of correct categories completed were recorded.

*The Trail Making Test (tasks A and B: TMT A-B; Reitan, 1992).* This test evaluates visual scanning, attention, and cognitive flexibility. It contains two tasks, A and B, with 25 circles distributed on a sheet of paper. Task A requires subjects to join up the circles numbered consecutively in ascending order, as quickly as possible. In task B they must join up numbers and letters, alternately, in ascending order (e.g., A-2, 2-B, until L-13). The total time (seconds) to complete trail B was recorded.

*The d2 Test of Attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998).* This test evaluates selective and sustained attention. It consists of a set of letters "p" or "d" which have some small dashes arranged individually or in pairs either above or below each letter. The subject must cross out only the "d"s with two dashes, regardless of whether the dashes appear above or below the letter, or one above and one below. Percentile scores of commission errors and total test effectiveness (TOT) were used. Table 5 lists the performance-based tests grouped by the cognitive EF they measure.

Table 5

*Summary of cognitive EF measures*

Cognitive EF	Performance-based task	Score type
Working memory	Spatial span (SSp) of Wechsler Nonverbal scale of ability (WNV)	SSp: Forward and Backward
	Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF)	Immediate recall accuracy
Planning	ROCF	Copy accuracy Copy time
	Porteus Maze Test (PMT)	Planning time (seconds) before beginning to draw (mazes V to XIV) Total Q score (Age quotient)
Flexibility	Wisconsin Card Sorting Test (WCST)	Perseverative errors Conceptual level responses Number of categories completed
	Trail Making Test (TMT)	Total time in seconds' part B
Inhibition	PMT	Qualitative Q score
	d2 Test of Attention	Commission errors Total test effectiveness

*Note.* Neuropsychological measures were grouped according to the hypothetical underlying cognitive process that they engage (Mitrushina, Boone, Razani, & D'Elia, 2005; Strauss, Sherman, & Spreen, 2006).

## Behavioral EF

*The Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI; Naglieri & Goldstein, 2013).* This self-report rating scale assesses behaviors associated with executive functioning. Each item of the CEFI is rated on a 6-point scale ranging from 0 = Never to 5 = Always). The CEFI score has a mean of 100 and a standard deviation of 15. Higher standard scores indicate good executive functioning. Standard scores of the nine scales – attention, emotion regulation, flexibility, inhibitory control, initiation, organization, planning, self-monitoring and working memory were recorded.

## Procedure

The study was approved by the directors of the child and adolescent mental health centers, the university psychological care clinic, and the secondary school. The instruments were administered in three sessions lasting between 60 and 90 minutes each. They were administered in a fixed order as follows: First session (WISC-IV, ROCF), second session (WNV, PMT, TMT) and third session (WCST, d2, CEFI-SR).

Once the evaluation process was completed, all participants received a written report with the results of the assessment. Participants in the ADHD group also attended a feedback session in the presence of parents and the reference health professional.

## Data Analysis Plan

The chi-square test was used to examine differences between groups regarding sex, and ANOVAs were used to examine differences between groups in age, clinical symptoms and intelligence. Given that the four cognitive EF domains (working memory, planning, flexibility and inhibition, Table 5) grouped several indicators of performance with different score types (percentile, standard or raw scores, Table 5), these were transformed into Z-scores. In order to obtain a single score for each cognitive EF domain, a principal component analysis (PCA) was performed for each of these domains, forcing to extract one component. The factor scores for each cognitive EF factor were obtained using Bartlett's method of regression, and so they were considered as weighted Z-scores. Three separate MANOVAs were carried out to analyze differences between groups in cognitive abilities (WISC-IV, FSIQ and the four indexes), performance-based tests (working memory, planning, flexibility and inhibition factors) and the CEFI self-report rating scale. Univariate analyses were performed with Bonferroni or Games-Howell adjustment for multiple comparisons. Pearson correlations were conducted to explore the relationships between variables, taking into account the Cohen's correlation coefficients:  $r = .10$  to  $.29$ , low;  $r = .30$  to  $.49$ , moderate;  $r = .50$  to  $1.0$ , high (Cohen, 1988). In addition, Cohen's (1988) effect size criteria for eta squared ( $\eta^2$ ) were used:  $0.01 - 0.05$ , small;  $0.06 - 0.13$ , medium and  $\geq 0.14$  large. To determine which performance-based EF tests predicted scores of behavioral EF, hierarchical (blockwise entry) regression analysis were performed. Factor scores of performance-based EF tests (inhibition, working memory, planning and flexibility) were taken as independent variables and the nine CEFI scales as dependent variables. Working memory and inhibition FE are slightly more affected in children and adolescents with ADHD (e.g., Lambek et al., 2011). For this reason,

working memory and inhibition factor scores were entered in the first step of the model; in the second step factor scores of planning and flexibility EF were entered.

There is substantial evidence of a significant relationship between general intelligence and performance-based EF measures (Brydges, Reid, Fox, & Anderson, 2012; Dennis et al., 2009; Duggan & Garcia-Barrera, 2015; Engelhardt et al., 2016). This is of particular interest, since ADHD has been significantly associated with both EF and IQ deficits (Dennis et al., 2009; Duggan & Garcia-Barrera, 2015). For this reason, the FSIQ score was not included as a covariate in these analyses so as not to remove the significant variance in the performance on EF (e.g., Dennis et al., 2009; Miller & Chapman, 2001). Further, since 'pure' ADHD is rare, and comorbidity is the rule in ADHD clinical samples, with very few exceptions (Owens & Hinshaw, 2016; Yoshimasu et al., 2012), comorbidity was not considered as a covariate for further analysis.

#### **4.1.4. Results**

Table 6 shows demographic and descriptive statistics for ADHD and control groups and the ANOVA results with Bonferroni adjustment for multiple comparisons. The groups were equivalent in age  $F(1, 115) = 2.33$   $p = .10$  and gender  $\chi^2(2, N = 118) = 2.21$ ,  $p = .33$ . Therefore, age and gender were not taken into account for further analysis. There were significant differences between the three groups (ADHD-I, ADHD-C and controls) in the DSM-inattentive, DSM-hyperactive-impulsive and the Conners-3 ADHD index: DSM inattentive scale [parents:  $F(2, 115) = 97.56$ ,  $p = .001$ ; teachers:  $F(2, 115) = 118.33$ ,  $p = .001$ ; self-reports:  $F(2, 115) = 88.32$ ,  $p = .001$ ]; DSM-hyperactive-impulsive [parents:  $F(2, 115) = 46.46$ ,  $p = .001$ ; teachers:  $F(2, 115) = 56.78$ ,  $p = .001$ ; self-reports:  $F(2, 115) = 40.97$ ,  $p = .001$ ], and the Conners-3 ADHD index [parents:  $F(2, 115) = 63.45$ ,  $p = .001$ ; teachers,  $F(2, 115) = 82.15$ ,  $p = .001$ ]. After Bonferroni post hoc adjustment, no statistically significant differences were found between ADHD-I and ADHD-C groups in DSM inattentive scale according to parent, teacher and self-rating scores, but both these groups presented higher scores than controls.



Table 6

Demographic and Descriptive Statistic for ADHD and control groups on ADHD symptoms measures

	ADHD-I (1) ( <i>n</i> = 48) <i>Mean (SD)</i>	ADHD-C (2) ( <i>n</i> = 27) <i>Mean (SD)</i>	CG (3) ( <i>n</i> = 43) <i>Mean (SD)</i>	<i>F/χ<sup>2</sup></i>
Age	13.83 (1.36)	13.19 (1.14)	13.42 (1.38)	2.33
Gender/males (%)	34 (70.8%)	17 (63%)	24 (55.8%)	2.21
<i>Parent Conners-3</i>				
DSM Inattentive scale	73.69 (9.45) <sup>a</sup>	72.59 (8.11) <sup>a</sup>	46.33 (9.02) <sup>b</sup>	97.56 <sup>*</sup>
DSM Hyperactive-Impulsive scale	60.85 (14.56) <sup>b</sup>	81.22 (9.94) <sup>a</sup>	48.74 (9.02) <sup>c</sup>	46.46 <sup>*</sup>
Conners-3 ADHD Index	65.96 (12.74) <sup>b</sup>	78.93 (11.50) <sup>a</sup>	48.95 (8.85) <sup>c</sup>	63.45 <sup>*</sup>
<i>Teacher Conners-3</i>				
DSM Inattentive scale	76.94 (10.79) <sup>a</sup>	76.85 (8.25) <sup>a</sup>	47.35 (8.71) <sup>b</sup>	118.33 <sup>*</sup>
DSM Hyperactive-impulsive scale	57.44 (11.92) <sup>b</sup>	79.07 (12.21) <sup>a</sup>	49.33 (10.05) <sup>c</sup>	56.78 <sup>*</sup>
Conners-3 ADHD Index	66.71 (11.58) <sup>b</sup>	83.96 (8.71) <sup>a</sup>	50.30 (11.01) <sup>c</sup>	82.15 <sup>*</sup>
<i>Self-report Conners-3</i>				
DSM Inattentive scale	74.44 (9.36) <sup>a</sup>	76.44 (11.17) <sup>a</sup>	48.70 (10.02) <sup>b</sup>	88.32 <sup>*</sup>
DSM-IV Hyperactive-Impulsive scale	64.08 (12.66) <sup>b</sup>	80.67 (9.71) <sup>a</sup>	51.58 (10.55) <sup>c</sup>	40.97 <sup>*</sup>

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive; ADHD-C = combined; CG = control group. Superscripts (a, b, c) = denote subgroup differences after Bonferroni adjustment for multiple comparisons; different letters indicate statistically significant differences between groups (a > b > c) and the same letters indicate no significant differences between the groups.

\**p* < .001.

### *Cognitive and behavioral executive functioning*

Table 7 shows the descriptive statistics of the three groups in the four indices and the FSIQ of the WISC-IV and in performance-based and behavioral EF measures.

MANOVAs of the four indices and the FSIQ of the WISC-IV resulted in a significant group effect: Wilks'  $\lambda = .727$ ,  $F(10,222) = 3.840$ ,  $p = .001$ ;  $\eta^2 = .147$ . Univariate analysis revealed significant differences between the three groups on the FSIQ of the WISC-IV,  $F(2, 115) = 17.863$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .237$ ; working memory,  $F(2, 115) = 5.968$ ,  $p = .003$ ,  $\eta^2 = .094$ , and processing speed indices,  $F(2, 115) = 9.614$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .143$ . After Bonferroni post hoc adjustment, significant differences were found between controls, ADHD-I and ADHD-C in

FSIQ. In working memory and processing speed, there were significant differences between controls and ADHD groups: controls had higher scores on these two indices and there were no significant differences between ADHD-I and ADHD-C.

MANOVAs of the cognitive EF factors (working memory, planning, flexibility and inhibition) resulted in a significant group effect: Wilks'  $\lambda = .711$ ,  $F(8, 224) = 5.209$ ,  $p = .001$ ;  $\eta^2 = .157$ . Univariate analysis revealed significant differences between ADHD and control groups for working memory,  $F(2,115) = 8.372$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .127$ , planning,  $F(2,115) = 6.172$ ,  $p = .003$ ,  $\eta^2 = .097$  and inhibition,  $F(2,115) = 20.694$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .265$ . Bonferroni post hoc adjustment showed that ADHD groups scored significantly lower than controls, but there were no significant differences between ADHD-I and ADHD-C groups.

MANOVAs of CEFI resulted in a significant group effects: Wilks'  $\lambda = .421$ ,  $F(18, 214) = 6.432$ ,  $p = .001$ ;  $\eta^2 = .351$ . Univariate analysis revealed significant group differences for attention,  $F(2,115) = 44.608$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .437$ ; emotion regulation,  $F(2,115) = 17.193$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .230$ ; inhibitory control,  $F(2,115) = 26.734$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .317$ ; organization,  $F(2,115) = 52.185$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .476$ ; planning,  $F(2,115) = 37.388$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .394$ ; self-monitoring,  $F(2,115) = 31.431$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .353$  and working memory,  $F(2,115) = 26.944$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .319$ . After Bonferroni post hoc adjustment, there were significant differences between controls and ADHD groups on attention, inhibitory control, organization, planning, self-monitoring and working memory scales although there were no significant differences between ADHD-I and ADHD-C groups. For the emotion regulation scale, significant differences were found between controls, ADHD-I and ADHD-C groups, with the highest scores for controls, followed by ADHD-I and ADHD-C.

For flexibility and initiation CEFI scales, the Brown-Forsythe  $F$ -ratio is reported because the assumption of homogeneity of variance was violated for both. Significant group differences were found for flexibility ( $F(2,97.21) = 16.890$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .227$ ) and initiation, ( $F(2,89.05) = 32.920$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .362$ ). The Games-Howell post hoc test showed that ADHD groups scored significantly lower than controls, although there were no significant differences between ADHD-I and ADHD-C groups.

Table 7

*Descriptive statistics for ADHD-I, ADHD-C and Control groups on cognitive factors and behavior EF measures, MANOVAs and post-hoc comparisons*

	ADHD-I (1) (n = 48)	ADHD-C (2) (n = 27)	CG (3) (n = 43)			
<i>WISC-IV Indexes</i>						
	<i>Mean (SD)</i>	<i>Mean (SD)</i>	<i>Mean (SD)</i>	<i>F</i>	$\eta^2$	power
Verbal Comprehension	105.38 (7.21)	105.96 (6.61)	107.58 (6.36)	1.250	.021	.267
Perceptual Reasoning	105.08 (8.58)	107.33 (8.10)	110.21 (8.21)	4.281	.069	.737
Working Memory	97.29 (14.04) <sup>b</sup>	101.07 (11.83) <sup>b</sup>	105.79 (8.30) <sup>a</sup>	5.968 <sup>*</sup>	.094	.873
Processing Speed	90.65 (13.93) <sup>b</sup>	96.96 (17.31) <sup>b</sup>	105.33 (17.31) <sup>a</sup>	9.614 <sup>**</sup>	.143	.978
Full Scale IQ (FSIQ)	99.63 (7.45) <sup>c</sup>	103.41 (8.22) <sup>b</sup>	109.12 (7.32) <sup>a</sup>	17.863 <sup>**</sup>	.237	1.000
<i>Cognitive Factors</i>						
Working memory	-.187 (.136) <sup>b</sup>	-.395 (.181) <sup>b</sup>	.457 (.144) <sup>a</sup>	8.372 <sup>**</sup>	.127	.960
Planning	-.231 (.138) <sup>b</sup>	-.242 (.184) <sup>b</sup>	.409 (.146) <sup>a</sup>	6.172 <sup>*</sup>	.097	.884
Flexibility	-.171 (.144)	.120 (.192)	.116 (.152)	1.190	.020	.256
Inhibition	-.270 (.125) <sup>b</sup>	-.569 (.166) <sup>b</sup>	.659 (.132) <sup>a</sup>	20.694 <sup>**</sup>	.265	1.000
<i>Behavioral EF (CEFI Scales)</i>						
Attention	82.204 (14.838) <sup>b</sup>	78.667 (15.056) <sup>b</sup>	108.163 (15.551) <sup>a</sup>	44.608 <sup>**</sup>	.437	1.000
Emotion regulation	89.833 (14.213) <sup>b</sup>	80.111 (16.427) <sup>c</sup>	101.953 (16.367) <sup>a</sup>	17.193 <sup>**</sup>	.230	1.000
Flexibility <sup>+</sup>	89.958 (11.597) <sup>b</sup>	87.185 (13.208) <sup>b</sup>	104.186 (16.280) <sup>a</sup>	16.890 <sup>**</sup>	.227	1.000
Inhibitory Control	82.042 (13.160) <sup>b</sup>	76.037 (15.634) <sup>b</sup>	99.349 (14.740) <sup>a</sup>	26.734 <sup>**</sup>	.317	1.000
Initiation <sup>+</sup>	86.729 (9.694) <sup>b</sup>	86.296 (12.325) <sup>b</sup>	108.093 (18.246) <sup>a</sup>	32.920 <sup>**</sup>	.362	1.000
Organization	81.458 (11.667) <sup>b</sup>	82.259 (9.533) <sup>b</sup>	104.326 (12.538) <sup>a</sup>	52.185 <sup>**</sup>	.476	1.000
Planning	82.729 (11.161) <sup>b</sup>	81.778 (11.433) <sup>b</sup>	104.233 (16.057) <sup>a</sup>	37.388 <sup>**</sup>	.394	1.000
Self-monitoring	88.188 (13.187) <sup>b</sup>	81.815 (16.795) <sup>b</sup>	107.907 (15.434) <sup>a</sup>	31.431 <sup>**</sup>	.353	1.000
Working Memory	86.229 (14.847) <sup>b</sup>	86.185 (13.646) <sup>b</sup>	107.698 (16.704) <sup>a</sup>	26.944 <sup>**</sup>	.319	1.000

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; ADHD-I = predominantly inattentive; ADHD-C = combined; CG = control group;  $\eta^2$  = partial eta-squared; power = power observed. Superscripts (a, b, c) = denote subgroup differences after Bonferroni or Games-Howell (+) adjustment for multiple comparisons (<sup>\*</sup> $p < .01$ ; <sup>\*\*</sup> $p < .001$ ); different letters indicate statistically significant differences between groups (a > b > c) and the same letters indicate no significant differences between the groups.

Table 8 shows the Pearson correlations between scores of performance-based tests and self-rated scores of the CEFI and Conners-3 DSM scales for the ADHD and control groups. Since no significant differences were found between the ADHD-C and ADHD-I groups in performance-based tests and behavioral EF measures, except for the emotion regulation scale of the CEFI, the two groups are considered together. Considering the ADHD group, correlations between cognitive and behavioral EF were low and not significant. In particular, correlations ranged from [ $r(73) = -.23, p < .05$  between the flexibility factor and the attention scale of the CEFI to  $r(73) = .28, p < .05$  between working memory factor and the emotion regulation scale of the CEFI]. No statistically significant correlation was found between cognitive EF factors and Conners-3 ADHD-Inattentive and ADHD-Hyperactive-Impulsive scales. The correlations between the CEFI and Conners-3 ADHD scales were low or moderate [ $r(73) = -.23, p < .05$  between flexibility of the CEFI ADHD-Inattentive on the Conners-3; and  $r(73) = -.41, p < .01$  between emotion regulation of the CEFI and ADHD-Hyperactive-Impulsive on the Conners-3].

For the control group, correlations between measures of cognitive and behavioral EF were low or moderate and not significant: the flexibility factor with self-monitoring ( $r(41) = .31, p < .05$ ), and attention scales on the CEFI ( $r(41) = .44, p < .01$ ). No significant correlations were found between cognitive EF factors and ADHD-Inattentive and ADHD-Hyperactive-Impulsive scales on the Conners-3. All correlations between CEFI scales and ADHD-Inattentive and ADHD-Hyperactive-Impulsive scales on the Conners-3 were moderate or high. In particular, significant correlations ranged from [ $r(41) = -.32, p < .05$ , between organization on the CEFI and Conners-3 ADHD-Hyperactive-Impulsive to  $r(41) = -.79, p < .01$  between working memory of the CEFI and Conners-3 ADHD-Inattentive].

#### *Relations between cognitive and behavioral EF*

A sequential hierarchical multiple regression analysis was carried out to predict scores on the CEFI scales. In the first step, working memory and inhibition EF factor scores were entered into the model, and; in the second step factor scores of planning and flexibility EF. The diagnosis group was used as selection variable. Table 9 shows the B, SE B and  $\beta$  values of hierarchical regression analysis only for significant predictors of scores on the CEFI scales.

Table 8

*ADHD group correlations (below diagonal) and Control group correlations (above diagonal) between cognitive and behavioral EF measures and inattentive and hyperactive/impulsive symptoms of Conners-3 self-rating (DSM scales)*

Measures	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. WM-CF	-	.35*	.24	.50**	-.04	.02	-.12	.04	-.01	-.03	.03	.02	-.01	-.06	-.04
2. PL-CF	.51**	-	.20	.43**	.19	-.05	.25	.03	.16	.07	.13	.15	.07	-.03	.03
3. FL-CF	.01	.00	-	.14	<b>.44**</b>	.25	<b>.32*</b>	<b>.41*</b>	.25	.23	.25	<b>.31*</b>	.27	-.21	-.10
4. IN-CF	.45**	.39**	.12	-	.17	.06	-.08	.04	-.06	.15	.13	.07	.09	-.19	-.02
5. AT-CEFI	.14	-.02	<b>-.23*</b>	.00	-	.60**	.62**	.83**	.75**	.79**	.86**	.77**	.82**	<b>-.73**</b>	<b>-.34*</b>
6. ER-CEFI	<b>.28*</b>	.10	-.10	.07	.53**	-	.36*	.63**	.62**	.55**	.72**	.50**	.64**	<b>-.49**</b>	<b>-.39*</b>
7. FX-CEFI	-.07	-.19	<b>-.26*</b>	-.21	.60**	.32**	-	.55**	.65**	.49**	.58**	.51**	.60**	<b>-.40*</b>	-.14
8. IC-CEFI	.12	-.08	-.20	-.02	.67**	.61**	.51**	-	.76**	.71**	.84**	.82**	.86**	<b>-.78**</b>	<b>-.46**</b>
9. IN-CEFI	.11	.05	<b>-.26*</b>	-.01	.45**	.44**	.42**	.38**	-	.70**	.86**	.67**	.81**	<b>-.67**</b>	<b>-.33*</b>
10. OG-CEFI	.03	.07	-.01	.09	.60**	.32**	.39**	.45**	.42**	-	.78**	.61**	.70**	<b>-.66**</b>	<b>-.32*</b>
11. PL-CEFI	.12	.01	-.20	-.07	.60**	.34**	.57**	.47**	.48**	.55**	-	.77**	.85**	<b>-.72**</b>	<b>-.38*</b>
12. SM-CEFI	.16	-.19	-.13	-.09	.58**	.46**	.53**	.56**	.43**	.38**	.53**	-	.79**	<b>-.70**</b>	<b>-.44**</b>
13. WM-CEFI	<b>.24*</b>	.08	-.20	.07	.63**	.41**	.52**	.49**	.46**	.52**	.53**	.55**	-	<b>-.79**</b>	<b>-.49**</b>
14. I	-.14	-.21	.22	-.05	-.21	-.08	<b>-.23*</b>	-.02	-.18	-.11	<b>-.25*</b>	-.16	<b>-.24*</b>	-	<b>.56**</b>
15. HY	-.10	.08	.08	-.13	-.19	<b>-.41**</b>	-.22	<b>-.40**</b>	-.17	.04	-.13	<b>-.35**</b>	-.09	.35**	-

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; CF = Cognitive Factors: WM = Memory Working, PL = Planning, FX = Flexibility, IN = Inhibition; CEFI: AT = Attention, ER = Emotion regulation, FX = Flexibility, IC = Inhibitory Control, IN = Initiation, OG = Organization, PL = Planning, SM = Self-monitoring, WM = Working Memory; I = Conners-3 DSM ADHD Inattentive Scale, HY = Conners-3 DSM ADHD Hyperactive/Impulsive Scale. In bold type the significant correlations between ADHD symptoms, cognitive and behavioral EF.

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ .

In the ADHD group, scores on the emotion regulation scale were predicted by the working memory factor with  $R^2$  of .090 [ $F(2, 71) = 3.148, p < .05; \beta = .310, t(71) = 2.430, p = .018$ ]; scores on the flexibility scale by the flexibility factor [ $F(4, 69) = 2.503, p < .05; \beta = -.246, t(69) = 2.162, p = .034$ ] with an  $R^2$  of .127; scores on the self-monitoring scale by the working memory factor [ $\beta = .397, t(69) = 2.909, p = .005$ ] and by the planning factor [ $\beta = -.348, t(69) = 2.643, p = .010$ ] with an  $R^2$  of .156 [ $F(4, 69) = 3.198, p < .05$ ].

In the control group, scores on the attention scale were predicted by the flexibility factor with an  $R^2$  of .266 [ $F(4, 38) = 3.440, p < .05; \beta = .454, t(38) = 3.143, p = .003$ ] and scores on the flexibility scale by the planning factor [ $\beta = .338, t(38) = 2.088, p = .044$ ] and the flexibility factor [ $\beta = .218, t(38) = 2.140, p = .039$ ] with an  $R^2$  of .225 [ $F(4, 38) = 2.752, p < .05$ ].

Table 9

*Summary of significant hierarchical regression analysis for cognitive EF factors predicting CEFI scales*

	ADHD Group ( <i>n</i> = 75)			Control Group ( <i>n</i> = 43)		
	B	SE B	$\beta$	B	SE B	$\beta$
<i>CEFI Attention scale</i>						
Step 1						
Constant	81.189	1.914		105.877	3.258	
Working memory	2.771	2.013	.181	-3.005	3.304	-.162
Inhibition	-1.334	2.121	-.083	5.549	3.894	.254
Step 2						
Constant	80.003	1.885		105.919	2.944	
Working memory	3.282	2.172	.214	-5.323	3.073	-.287
Inhibition	-.346	2.153	-.021	4.409	3.703	.201
Planning	-1.881	2.093	-.123	2.169	2.938	.117
Flexibility	-3.305	1.672	-.230	7.600	2.418	.454**
<i>CEFI Emotion regulation scale</i>						
Step 1						
Constant	87.247	1.951		101.070	3.511	
Working memory	4.987	2.052	.310*	-.116	3.560	-.006
Inhibition	-1.185	2.163	-.070	1.420	4.197	.062
Step 2						
Constant	87.175	1.975		101.336	3.468	
Working memory	5.175	2.275	.322	-.897	3.620	-.046
Inhibition	-.797	2.256	-.047	2.262	4.362	.098

Table 9

Summary of significant hierarchical regression analysis for cognitive EF factors predicting CEFI scales  
(continued)

Planning	-.715	2.193	-.045	-2.511	3.460	-.128
Flexibility	-1.323	1.751	-.088	4.873	2.847	.277
<i>CEFI Flexibility scale</i>						
Step 1						
Constant	88.070	1.536		105.494	3.471	
Working memory	.472	1.613	.038	-2.243	3.519	-.115
Inhibition	-2.985	1.703	-.228	-.429	4.149	-.019
Step 2						
Constant	87.865	1.495		105.218	3.168	
Working memory	1.221	1.722	.098	-4.843	3.307	-.249
Inhibition	-1.979	1.707	-.151	-3.279	3.984	-.143
Planning	-2.348	1.660	-.190	6.590	3.161	.338*
Flexibility	-2.865	1.325	-.246*	5.567	2.601	.218*
<i>CEFI Self-monitoring scale</i>						
Step 1						
Constant	85.623	1.864		106.931	3.511	
Working memory	3.916	1.960	.258	-.282	3.355	-.015
Inhibition	-3.354	2.066	-.210	1.675	3.955	.077
Step 2						
Constant	85.265	1.797		106.926	3.219	
Working memory	6.023	2.070	.397*	-1.926	3.360	-.105
Inhibition	-1.969	2.053	-.123	.699	4.049	.032
Planning	-5.274	1.996	-.348**	1.983	3.212	.107
Flexibility	-1.611	1.594	-.113	5.077	2.643	.306

Note. ADHD = attention deficit hyperactivity disorder ; B = un-standardized beta coefficient ; ES B = standard error;  $\beta$  = standardized beta coefficient.

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

#### 4.1.5. Discussion

This study analyzes the performance of two groups of adolescents with ADHD and a control group on different performance-based and behavioral EF measures.

With regard to cognitive ability, there were significant differences between ADHD-I, ADHD-C and control groups in full-scale IQ (FSIQ). The ADHD groups had lower FSIQ scores than the control group, as reported in other studies (e.g., Frazier, Demaree, &

Youngstrom, 2004). Taking into account the four main indexes of the WISC-IV, the ADHD groups exhibited significantly lower Working memory and Processing speed index scores than the control group, in agreement with the study by Mayes and Calhoun (2006). No significant differences were found between ADHD groups on any of the WISC-IV indexes, as reported in other studies (McConaughy, Ivanova, Antshel, & Eiraldi, 2009). Interestingly, the ADHD-I group performed worse than the control group on working memory and processing speed, again in agreement with previous studies (McConaughy et al., 2009; Thaler, Bello, & Etcoff, 2013).

Our first hypothesis was that ADHD groups would perform worse than controls on neuropsychological tests and on behavioral EF measures, and that there would be no differences between ADHD groups. In support of this hypothesis we found that the controls performed better than the ADHD participants on working memory, planning and inhibition cognitive EF factors. In particular, in the ADHD group the low scores in both visuospatial (spatial span of WNV and immediate recall of ROCF) and verbal working memory (Working memory index WISC-IV) were consistent with previous reports of impaired working memory processes in ADHD children (Martinussen et al., 2005; Martinussen, & Tannock, 2006; Sowerby et al., 2011). In this sample, these findings are probably related to the high presence of inattention symptoms shared by the ADHD groups (ADHD-I and ADHD-C), as reported previously (Martinussen, & Tannock, 2006).

Although not all children with ADHD present problems in planning (Corbett, Constantine, Hendren, Roche, & Ozonoff, 2009), our results indicate that our ADHD groups had significantly more difficulties than their non-diagnosed peers on planning cognitive performance-based tests. A meta-analysis of 83 studies showed similar results on cognitive performance-based tests (i.e., Tower of Hanoi and Porteus mazes) in ADHD children and adolescents (Willcutt et al., 2005). Dolan and Lennox (2013) also found that adolescents with ADHD showed significant problems in planning EF, as assessed by the Stockings of Cambridge task (SOC; Owen, Downes, Sahakian, Polkey, & Robbins, 1990).

The ADHD groups also performed significantly worse than the control group on the inhibition EF cognitive factor. These results were similar to those found in a meta-analysis including performance-based tests of inhibition such as Stroop, flanker and go/no-go tasks in ADHD groups and controls (Hart et al., 2013). In addition, examining inhibition EF with performance-based tests (i.e., local-global and go/no-go tasks) in a sample of children with



and without ADHD, Rauch et al. (2012) reported significant inhibition difficulties in ADHD children compared with controls.

No significant differences were found between ADHD and control groups in measures of cognitive flexibility. Few studies have examined the relationship between ADHD and flexibility, and the results reported vary widely. In a meta-analysis, Frazier and colleagues reported that differences between ADHD and community samples on flexibility performance-based measures had smaller effect sizes (Frazier et al., 2004). In our study, we found no significant differences between ADHD and control groups on measures of flexibility derived from the WCST and from the TMT. In particular, performance on the WCST involves other EF such as working memory and inhibition (Mullane & Corkum, 2007). This is especially relevant in the consideration of non-perseverative errors on the WCST; they involve both efficient and distraction errors, which are associated not just with flexibility but also with working memory and inhibition, and elicit different patterns of brain activation (Nyhus & Barceló, 2009). Therefore, given the complexity of the mechanisms involved in the WCST, we should exercise caution with regard to the results obtained by the ADHD and control groups. As Barkley (2006) suggests, it is possible that the poor performance of children with ADHD on the WCST is related to difficulty incorporating the classification rule when responding rather than to difficulty discovering the classification rule itself.

As for the ADHD-I and ADHD-C groups, no differences were found in working memory, planning, flexibility and inhibition cognitive EF factors. These findings are in line with those of Guerts et al. (2005) who found no significant differences between ADHD-I and ADHD-C groups in EF measures of working memory (i.e., self-ordered pointing task; Petrides & Milner, 1982), planning (Tower of London; Krikorian, Bartok, & Gay, 1994), flexibility (Wisconsin card sorting test; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993) or inhibition (i.e., the change task; Oosterlaan & Sergeant, 1998). Willcutt et al. (2005) found no significant differences between ADHD groups in memory working, inhibition and planning EF tasks. Our study did not report any differences between ADHD groups, in agreement with Skogli et al. (2014) who found no significant differences between ADHD-C and ADHD-I in inhibition EF using the Color-Word Interference Test.

Furthermore, our findings are at odds with those of Rosenthal et al. (2006) who found that children and adolescents with ADHD-C performed worse on the working memory EF task of WISC-III (i.e., longest Digit Span backward) than children and adolescents with ADHD-I. Nor do our results agree with those of Chiang et al. (2013), who in a sample of

ADHD children and adolescents found that the ADHD-I group had more visuospatial planning deficits on the Stockings of Cambridge task (CANTAB; Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery) than the ADHD-C group. This is probably because our sample was smaller than Chiang et al.'s, and this small sample size may have prevented us from detecting subtle differences between ADHD groups. Also, Nigg et al. (2002) indicated that the ADHD-I group had more problems in EF tasks of flexibility than the ADHD-C group and that boys with ADHD-C had more difficulties with the motor inhibition EF task than boys with ADHD-I.

Overall, our findings are in line with previous studies indicating EF deficits among adolescents with ADHD, especially in performance-based tests of inhibition, working memory and planning (Loo et al., 2007). Furthermore, ADHD-C and ADHD-I groups did not differ from each other across these cognitive EF domains, as other studies have reported (Geurts et al., 2005; Skogli et al., 2014). These results are in agreement with Nigg et al. (2002)'s suggestion that ADHD subtypes present few differences in cognitive EF, depending on the domain assessed.

As regards the behavior rating scales of EF, the results indicate that participants with ADHD had more difficulty than controls. This finding is consistent with previous research using information from parents and teachers on the BRIEF (Davidson et al., 2016; Skogli et al., 2014; Toplak et al., 2009), in which children and adolescents with ADHD were considered to be more impaired than controls. Interestingly, some studies using the BRIEF self-report have shown that ADHD groups report significantly more difficulties than non-ADHD groups in several areas of executive functioning (Long et al., 2015; Weyandt et al., 2017) as observed in the present study. Additionally, we found significant differences between the two ADHD groups only on the emotion regulation scale of the CEFI, in which the ADHD-C group presented greater difficulty. These results are consistent with previous reports that children with ADHD-C have more problems than those with ADHD-I and controls in emotional self-regulation (Maedgen & Carlson, 2000). Difficulties in emotion regulation have been linked to ADHD, delayed maturation peaks, and reduced amygdala volume (Hoogman et al., 2017).

In summary, with regard to our first hypothesis, the results showed that ADHD groups had lower scores than controls on performance-based measures of cognitive (working memory, planning and inhibition) and behavioral EF (CEFI scales). In particular, the large effect size (partial eta squared, Cohen, 1988) in almost all CEFI scales suggests that these

rating scales may be useful for identifying behavioral EF deficits in adolescents with ADHD, but less useful for differentiating between presentations of ADHD, except for the emotion regulation scale. Thus, measures of cognitive and behavioral EF provide relevant information on different aspects of executive functioning (Shimoni et al., 2012; Toplak et al., 2009) which may be useful in the neuropsychological and behavioral characterization of children and adolescents with ADHD. Our findings corroborate the view of Willcutt et al. (2005) that 'EF weaknesses are neither necessary nor sufficient to cause all cases of ADHD' (p. 1343).

Regarding the low range of correlations between cognitive EF measures and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms (Conners-3 self-rating DSM-scales), our findings are consistent with those of Toplak et al. (2009), who found no significant associations between performance-based EF tests and K-SDADS-PL inattention and hyperactivity/impulsivity scales. As for the strength and direction of the correlations between self-rating on the CEFI and the Conners-3 in the ADHD and control groups, the results suggested significant associations between the CEFI scales and both inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. These results corroborate those reported for the BRIEF and BASC inattention-hyperactivity scales (McCandless & O'Laughlin, 2007). In particular, the pattern of fairly high and negative correlations between the CEFI and Conners-3 rating scales observed in the control group suggests that adolescents respond consistently to both questionnaires and that there is also some overlap in the item content. Compared to the control group, the ADHD group had a different correlation pattern, with few significant correlations between the two rating scales, which may indicate the tendency of ADHD adolescents to respond less consistently. The pattern of few and low or moderate correlations between cognitive and behavioral EF measures was quite modest but significant. These results are consistent with those presented by Toplak et al. (2013), who suggested that the relationships between performance-based tests and rating scales (BRIEF) are extremely weak. Overall, in the ADHD group, the correlation analysis indicated a slightly inconsistent response pattern between EF measures (performance-based and rating scale) and ADHD symptoms. In addition, the few significant correlations between performance-based and behavioral EF measures indicated that they probably measure different aspects of executive functioning. These findings indicate that the joint use of performance-based measures and rating scales of behavioral EF and ADHD symptoms is probably necessary for a more comprehensive assessment of ADHD in adolescents.

Our second hypothesis was that scores on performance EF measures would not be significant predictors of behavioral EF measures. The findings partially confirm our hypothesis, since the regression analysis showed that working memory, flexibility and planning EF factors predicted scores of only a few CEFI scales. Specifically, in the ADHD group, the working memory EF factor significantly predicted emotion regulation and self-monitoring behavioral EF, and flexibility and planning EF factors significantly predicted flexibility and self-monitoring behavioral EF. In the control group, flexibility and planning EF factors predicted scores on attention and flexibility scales respectively. Overall, a heterogeneous and reduced pattern of predictions emerged between cognitive and behavioral measures.

Together, these results suggest that in ADHD and control groups, the EF factors of flexibility, planning and working memory predict a significant but small amount of the variance in behavioral EF measures. These results are in line with Toplak et al. (2009)'s findings of modest relationships between cognitive tasks and BRIEF rating scales (parent and teacher reports). Overall, with respect to our second hypothesis, the results suggest that performance-based EF tests are not likely to be significant predictors of behavioral EF measures in adolescents with ADHD. These results may be associated with the heterogeneity of executive functioning in ADHD and with the conclusion of Miyake and colleagues (2000) that EF can show unity and diversity.

Taken together, these findings appear to reflect the complex interplay between cognitive and behavioral executive processes and ADHD symptoms in everyday life settings (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006). Thus, the two types of measures tap different executive processes which can be accomplished more or less effectively depending on the demands of the settings. A performance-based test, applied in a structured setting, can provide valuable information about optimal performance and can therefore predict performance in similar settings, such as school tasks in the classroom. However, tests of this kind cannot accurately predict performance in goal-directed behavior in real-world settings, for instance in complex social situations. Everyday settings are less structured; the level of demand varies and there is no instruction from the evaluator. What is more, performance is estimated by the self or by other informants, a circumstance that does not guarantee maximum accuracy (Toplak et al., 2017). In addition, variables such as environmental cognitive demand and use of compensatory skills can mediate the relationships between cognitive and behavioral EF (Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006). Thus, executive difficulties

coupled with low environmental demands may not be reflected in executive problems in everyday life, and vice versa. In addition, in situations of neuropsychological assessment, the compensation skills that are used in everyday life cannot be applied (Chaytor et al., 2006).

From a clinical perspective, it is difficult to map a unique, generalizable executive profile for individuals with ADHD, due to the marked heterogeneity that characterizes the neuropsychological and behavioral profiles associated with the deficit. Thus, clinical assessment of people with ADHD should combine the use of cognitive and behavioral EF measures. These measures provide complementary information in order to capture the nature of executive deficits across several settings (i.e., family, social and school), reduce the risk of clinical bias, and improve the individual characterization of deficits at the level of executive functioning. This information may be useful for developing intervention strategies that are ecologically more valid and facilitate the transfer of specific EF improvements to different areas of everyday functional difficulties in ADHD (e.g., Cortese et al., 2015). In summary, in the current study the ADHD group presented greater difficulty than the control group on performance-based tests and behavioral EF measures. There were no significant differences between the ADHD-I and ADHD-C groups. In addition, cognitive EF predicted little variance associated with behavioral EF, which may suggest that both measures tap different components of executive functioning.

This study has some limitations. For example, the ADHD group did not include participants with the hyperactive-impulsive presentation. Furthermore, the ADHD-C group was smaller than the ADHD-I group, a circumstance which may have prevented us from detecting small differences between ADHD groups.

Among the study's strengths are the rigorous combination of information gathered from different informants (parents and teachers), through clinical interviews and rating scales in order to issue an accurate ADHD diagnosis. Significant deficits in several executive domains were also identified in ADHD participants with EF performance-based tests and rating scales. In addition, the CEFI scales are sensitive to ADHD symptoms and are useful to characterize the performance profile of executive behavioral functioning. Future research could explore the relationships between CEFI and other EF rating scales.

This study provides additional evidence of the relevance of using both types of measure in the assessment of ADHD since they can improve the understanding of the heterogeneity of neuropsychological impairments in ADHD adolescents.

In sum, the data provided here support the hypothesis of cognitive and behavioral EF difficulties in ADHD groups. The results extend previous findings by showing that cognitive performance-based tests and behavioral EF rating measures provide valuable, different and complementary information about behaviors related to ADHD. More widely, the data have implications for the combined use of performance-based tests and rating scales in the comprehensive assessment of executive functioning and behavioral characterization of adolescents with ADHD.

## **4.2. ÉTUDE II**

### **Parent, teacher and self-report agreement on executive function rating scales in ADHD adolescents**

Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Peró-Cebollero, M.

#### **4.2.1. Abstract**

**Objective:** This study analyzes the agreement between parent, teacher and self-report of behavioral executive functions (EF) in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and controls. **Method:** A sample of 118 adolescents (75 ADHD and 43 controls) was rated by parents, teachers and the adolescents themselves using the Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI). The intraclass correlation coefficient (ICC) and Bland and Altman methods were used to evaluate agreement. **Results:** The ICC between parents, teachers and self-report was poor or moderate in the ADHD group; in the control group the agreement was fair to good. Bland and Altman plots showed that raters agreed about the presence of behavioral EF impairments but disagreed about their frequency or intensity. **Conclusions:** Agreement between all raters was low. Bland and Altman plots facilitate visualization of the agreement and discrepancies between raters.

*Keywords:* ADHD, behavioral executive functions, rater's agreement, adolescence, Bland and Altman approach

#### **4.2.2. Introduction**

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) has been characterized as a neurodevelopmental disorder involving a persistent pattern of inattention and/or hyperactivity-impulsivity behavior that interferes with daily functioning and development (APA, 2013).

ADHD is characterized by a striking etiological heterogeneity (Nigg, 2006) that encompasses many domains such as behavioral symptoms and associated behaviors (Ahmad & Hinshaw, 2016), comorbid disorders and neuropsychological profiles (Roberts, Martel & Nigg, 2017; Wåhlstedt et al., 2009). One source of impairment associated with ADHD is deficits in Executive Functions (EF). EF have been defined as “an integrated directive system exerting regulatory control over the basic, domain-specific neuropsychological functions (e.g., language, visuospatial functions, memory, emotional experience, motor skills) in the service of reaching an intended goal” (Gioia & Isquith, 2004, p. 139). Recently, Naglieri and Goldstein (2013) suggested that EF is a unidimensional construct associated with the efficiency with which individuals acquire knowledge and solve problems through nine areas (attention, emotional regulation, flexibility, inhibitory control, initiation, organization, planning, self-control and working memory) that are closely related to a child's cognitive, social, behavioral, and emotional outcomes (Denckla & Mahone, 2018).



A large number of studies have shown that children and adolescents with ADHD have poor performance in cognitive (e.g., Roberts et al., 2017; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005) and behavioral EF (Krieger & Amador-Campos, 2017; Toplak, Bucciarelli, Jain, & Tannock, 2009) compared with controls. However, the EF deficits are not present in the same domains or in all individuals with ADHD (Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005). Fair, Bathula, Nikolas, and Nigg (2012) suggested that the heterogeneity of executive deficits varies in ADHD individuals in much the same way as in people without the disorder.

Two main types of measures have been used to assess EF: performance-based tests and rating scales (Toplak, West, & Stanovich, 2017). Traditionally, EF have been evaluated using performance-based tests. These measures have been criticized for their limited ecological validity since they are administered in highly standardized conditions (Silver, 2014; Toplak et al., 2017). The rating scales provide information on behaviors related to EF in complex and novel situations of everyday life (Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000; Naglieri & Goldstein, 2013) and therefore are predictive of adaptive functioning and deficits in different individual's daily environments (Barkley & Murphy, 2011). In addition, Toplak et al. (2017) suggested that rating scales of EF assess behaviors associated with cognitive processes evaluated using neuropsychological tests. Thus, for an accurate diagnosis of EF deficits, the use of performance-based measures in combination with EF rating scales provides a more ecologically sound assessment of domains of EF (Silver, 2014).

No single assessment measure or informant provides a "gold standard" for assessing behavioral or emotional problems in children and adolescents (De Los Reyes & Kazdin, 2005). The rating scales are important in the multimethod assessment process in ADHD (Weyandt & DuPaul, 2013; Wilmshurst, 2017), and both practitioners and clinical practice guidelines (e.g., American Academy of Pediatrics, 2011) recommend their use to collect comprehensive information across several settings and respondents (e.g., parents, teachers and self-report). In particular, during adolescence, the combined use of parent, teacher and self-reports can improve the clinical diagnosis (Rubio-Stipec, Fitzmaurice, Murphy, & Walker, 2003).

EF rating scales such as the BRIEF (Behavioral Rating Inventory of Executive Function, Gioia et al., 2000) and CEFI (Comprehensive Executive Function Inventory, Naglieri & Goldstein, 2013) collect information from parents, teachers and self-report, and are commonly used to assess behavioral EF in samples of ADHD children and adolescents. Parent and teacher ratings of EF reflect valuable information about observable behaviors in

several settings that are relevant to understanding the child's executive functioning (Toplak et al., 2017). In addition, the use of collateral reports (i.e., parent and teacher ratings) can provide more accurate information than for example the self-report, given that ADHD children show little reflection to answer the questions under-report levels of impairment and symptoms (Smith, Barkley, & Shapiro, 2007). However, the use of information from various informants is not without problems, such as different expectations for child's behavior, different frames of reference, and their possibly subjective responses when answering the questions (Barkley, 2014). Furthermore, during adolescence, parent and teacher agreement may be challenging since adolescents spend less time at home, are more independent and, when in school, have multiple teachers who cannot report on global school performance (Wolraich et al., 2005). This may be one of the reasons for the modest agreement among parents and teachers that was observed in some studies (Murray et al., 2007; Sibley et al., 2012), and may reflect the complex relationships between the adolescent's behavioral outcomes and the specific everyday settings. A few studies have examined the agreement between parents, teachers and self for EF ratings in adolescent ADHD samples (e.g., McCandless & O'Laughlin, 2007) and have reported mixed results. For instance, Gioia et al. (2000) reported moderate agreement between parents and teachers using BRIEF scales ( $r$  between .15 and .50), and McCandless and O'Laughlin (2007) found low agreement between parent and teachers in the global composite of the BRIEF ( $r = .13$ ). Naglieri and Goldstein (2013) reported good agreement on Full-scale scores of the CEFI between parent and teacher ( $r = .79$ ), parent and self-report ( $r = .71$ ), and teacher and self-report ( $r = .68$ ).

The agreement between raters is an important issue related to the reliability of the information obtained in the assessment and diagnosis of children and adolescents. Inter-rater reliability is defined as the extent to which several raters (e.g., parents, teachers and examiners) coincide in their ratings (Gwet, 2014). When inter-rater reliability is high, the score of either rater can be used without having to worry about the categorization being affected by a significant factor related to the rater (Gwet, 2014).

Inter-rater agreement in psychopathological conditions has been evaluated using several statistical methods: Pearson correlations (Murray et al., 2007), intraclass correlations (Sollie, Larsson, & Mørch, 2013), Cohen's kappa (Murray et al., 2007), network analysis (Martel, Levinson, Langer, & Nigg, 2016), and invariance of factor structures (e.g., DuPaul et al., 2015; Narad et al., 2015). Bland and Altman (1995) proposed a method to quantify the agreement between two quantitative measurements estimated by the mean difference, the

standard deviation of the differences and the limits of agreement (95% CI). To our knowledge, there are no studies that have studied the degree of agreement between informants using the Bland and Altman approach, also known as the Tukey mean-differences plot (Kozak & Wnuk, 2014).

With this in mind, the aims of current study were to investigate the extent of agreement between parents', teachers' and adolescents' reports of behavioral EF in ADHD and control groups, and to estimate the limits of agreement using the Bland and Altman method.

#### **4.2.3. Method**

##### **Participants**

The sample included 118 adolescents with ages ranging between 12 and 16 years. The ADHD group consisted of 75 participants (48 predominantly inattentive, ADHD-I and 27 combined ADHD-C, 68% males, age:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.31$ ), and the control group consisted of 43 participants (55.8% males, age:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ ). A total of 16% of adolescents with ADHD had one comorbid disorder besides ADHD (internalizing disorders: depressive or anxiety) and 52% had two or more comorbid diagnoses (depressive, anxiety disorders, oppositional defiant disorder or conduct disorder). All participants were recruited from a major urban area in northeastern Spain, were native Spanish speakers and had all been born in Spain with the exception of seven participants (5.9%), who were adopted. Almost all the adolescents (90.5%) lived in two-parent families. Participants with ADHD were recruited from two child and adolescent mental health centers (85.3%) and a university psychological care clinic (14.7%). Most families were individually referred by pediatricians, psychiatrists and psychologists. Non-clinical adolescents were recruited from a secondary school. All families of the participants recruited in this study were representative of the area in which the clinical care medical centers and the school are located.

In terms of clinical diagnoses, the participants in the ADHD group were required to meet DSM-5 cut-off criteria for core symptoms of ADHD, age of onset, chronicity, impairment and cross-situational manifestations (APA, 2013). Diagnostic assignment was determined using data from the Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006) and the revised Conners-3 parent and teacher rating scales (Conners, 2008). Participants were classified as ADHD-I if they met all the criteria for inattention but not those for hyperactivity-impulsivity in the Clinical Interview and had a T-score  $\geq 65$  on the DSM

inattentive scale and on the ADHD Index and a T-score  $\leq 65$  on the DSM hyperactive-impulsive scale of the Conners-3 scales. Participants were classified as ADHD-C if they met the criteria for inattention and hyperactivity-impulsivity in the clinical interview and had T-scores  $\geq 65$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and on the ADHD Index of the Conners-3 reported by parents and teachers. The control group participants had fewer than six symptoms of inattention and hyperactivity-impulsivity in the Clinical Interview, and T-scores  $\leq 60$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and on the ADHD Index on the Conners-3 rated by parents and teachers.

Exclusion criteria were: Full-scale intelligence quotient (FSIQ)  $< 85$  on the Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition (WISC-IV; Wechsler, 2005); history of tics, neurological disorders, or sensory impairment (seizures or brain injury); or the presence of psychiatric disorders (autism spectrum disorder, motor or communication disorders, Tourette's syndrome, psychosis or bipolar disorder).

Unanimous agreement by an ADHD expert panel (two psychologists and one psychiatrist certified in clinical child and adolescent psychology) was required for the assignment of participants to ADHD or control groups and differential diagnosis.

Participation of all families was voluntary and no financial compensation was offered. After receiving information about the aims of the study, the parents of the participants gave written consent for their children to join the study, and all children gave oral consent. The study complied with the principles of the 1975 Declaration of Helsinki (revised in Tokyo in 2014).

## Instruments

Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006). This instrument records information from parents about parental concerns, family environment and history, child's health and temperament during the first year of life, his/her school and social history, and family history of DSM disorders. Additionally, the interview provides DSM diagnostic criteria for childhood mental disorders (oppositional defiant, attention-deficit/hyperactivity disorder, conduct disorder, disruptive behavior disorder, anxiety and mood disorders).

Conners scales, 3rd edition (Conners 3; Conners, 2008). The long forms of the parent (Conners 3-P; 6-18) and teacher versions (Conners 3-T; 6-18) were used. The DSM scales for inattention and hyperactivity-impulsivity were used in addition to the Conners 3 ADHD

index. The internal consistency for the two forms is high: Conners 3-P (content scales, .85 - .94; DSM symptom scales, .83 - .93), and Conners 3-T (content scales, .92 - .97; DSM symptom scales, .77 - .95) (Conners, 2008).

Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI; Naglieri & Goldstein, 2013). This inventory evaluates behaviors related to executive functioning and consists of three forms, parent (5–18 years), teacher (5–18 years) and self-rating (12–18 years). The CEFI includes 100 items on a Likert-type scale, 90 of which provide a Full-Scale Score and are distributed in nine scales: Attention (12 items), Emotional Regulation (9 items), Flexibility (7 items), Inhibitory Control (10 items), Initiation (10 items), Organization (10 items), Planning (11 items), Self-Monitoring (10 items), and Working Memory (11 items). The remaining 10 items correspond to the Positive and Negative Impression Scale. The CEFI provides standard scores ( $M = 100$ ;  $SD = 15$ ), and high scores are associated with good executive functioning. The clinical cut-off is a standard score below 90. The reliability (Cronbach's alpha) of the full-scale score in parent, teacher and self-report is very good:  $\alpha = .99$  (parent and teacher reports) and  $\alpha = .97$  (self-report). The Cronbach's alphas of the nine scales are: parents [between  $\alpha = .85$  (Flexibility) and  $\alpha = .93$  (Attention)], teachers [between  $\alpha = .90$  (Flexibility) and  $\alpha = .96$  (Planning)] and self-report [between  $\alpha = .78$  (Self-Monitoring) and  $\alpha = .86$  (Attention)] (Naglieri & Goldstein, 2013). Standard scores of the nine scales and the Full-Scale score were used.

## Procedure

The study was approved by the director and coordinators of the child and adolescent mental health centers, university psychological clinic, and the secondary school. After recruitment, in session 1, a clinical interview with parents and caregivers covered the developmental and medical information about the children, chronicity and pervasiveness of ADHD symptoms, and associated functional impairment. Parents and teachers in the ADHD and control groups also completed the Conners 3-P/3-T and CEFI-P/T questionnaires. A trained master's level clinical psychologist collected all data under the supervision of a doctoral level clinical psychologist. The administration of tests was performed following the standard procedures proposed by Hebben and Milberg (2009) and, the items of rating scales were read out to all participants.

## Data Analysis

Differences between groups in terms of age and gender were examined using the t-test and the chi-square test, respectively. Standard scores on the CEFI scale for parents, teachers and self-report were used for the analysis. The interclass correlation coefficient [ICC (3, k) for each CEFI scale, Shrout and Fleiss (1979)] was calculated to explore the overall agreement between parents, teachers and adolescents in behavioral EF, applying Fleiss, Levin, and Paik's criteria for the interpretation of ICC values: < .40 poor, .04–.75 fair to good, and > .75 excellent agreement (Fleiss, Levin, & Paik, 2003). The ICC and their 95% confidence intervals were calculated for the Full- Scale score and the nine scales of CEFI.

The graphical approach of Bland and Altman (1985) was used to plot the differences in CEFI Full-Scale scores of two raters (parents vs teachers, parents vs self-report and teachers vs self-report). We chose the Full-Scale score based on the findings of Naglieri and Goldstein (2013), who suggested that the CEFI Full-Scale score is the most reliable and valid measure of adolescents' executive functioning. The resulting graph (see Figure 3) is a scatter plot, in which the Y axis shows the difference between the two paired measurements (e.g., parent ratings – teacher ratings) and the X axis represents the average of these rating [(e.g., parent rating + teachers rating)/2]. The statistical limits of agreement between CEFI raters were assessed by calculating the bias, estimated by the mean difference ( $\bar{d}$ ) and the standard deviation of the differences ( $s$ ). Most of the differences were expected to lie between  $\pm 2s$  ( $\bar{d} - 2s$  and  $\bar{d} + 2s$ ), more specifically, 95% of differences will lie  $\bar{d} - 1.96s$  and  $\bar{d} + 1.96s$  if the differences are normally distributed. The 95% limits of agreement permit a visual judgment of the tendency for bias, with total agreement only being observed when the mean difference is zero. Analysis was performed using the Statistical Package version 24 (SPSS).

### 4.2.4. Results

The groups were equivalent in age [control:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ ; ADHD:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.32$ ;  $t(116) = .71$ ,  $p = .49$ ] and gender,  $\chi^2(1, N = 118) = 1.75$ ,  $p = .18$ . Table 10 summarizes the descriptive statistics for the ADHD and control groups on the CEFI scales.

Table 10

*Means and Standard Deviation of ADHD and Control groups on measures of behavioral EF rating scales reported by parents, teachers and self-report*

	ADHD											CONTROLS												
	Parents				Teachers				Self-report			Parents				Teachers				Self-report				
	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max	<i>X</i>	<i>SD</i>	Min	Max
CEFI Scales																								
Attention	80.09	(8.80)	64	105	77.19	(9.10)	57	104	80.93	(14.91)	50	130	104.6	(11.95)	77	126	110.5	(12.74)	84	128	108.2	(15.55)	65	138
Emotion regulation	87.08	(13.83)	62	117	86.07	(13.10)	53	116	86.33	(15.66)	50	128	102.2	(12.58)	58	123	106.8	(14.76)	71	126	102.0	(16.37)	74	135
Flexibility	81.64	(10.23)	59	118	80.68	(9.06)	60	117	88.96	(12.19)	61	117	100.2	(12.06)	75	127	107.3	(12.44)	86	136	104.1	(16.15)	76	132
Inhibitory Control	78.84	(10.95)	57	107	77.81	(8.95)	57	98	79.88	(14.29)	50	115	99.16	(9.50)	80	115	103.9	(11.73)	80	117	99.35	(14.74)	63	124
Initiation	83.39	(12.52)	62	132	77.63	(10.66)	55	113	86.57	(10.64)	62	115	104.7	(11.87)	75	126	106.1	(12.11)	80	128	107.8	(17.82)	62	139
Organization	81.16	(10.87)	61	114	75.15	(9.25)	54	108	81.75	(10.89)	56	113	105.3	(10.44)	85	124	104.5	(12.15)	82	123	104.3	(12.54)	77	127
Planning	81.99	(9.59)	64	103	77.12	(8.36)	58	110	82.39	(11.19)	58	108	104.2	(11.92)	77	127	108.4	(12.69)	84	127	104.2	(16.06)	75	138
Self-monitoring	84.20	(11.54)	63	106	79.01	(8.72)	60	113	85.89	(14.80)	52	122	106.9	(11.73)	78	132	109.5	(12.08)	77	129	107.7	(15.08)	65	134
Working Memory	80.57	(12.62)	50	114	77.09	(10.26)	52	106	86.21	(14.33)	50	120	106.7	(10.54)	88	130	111.6	(14.53)	78	128	107.7	(16.70)	66	138
Full-Scale score	82.15	(8.24)	66	100	78.73	(7.56)	59	109	84.47	(9.93)	56	108	103.9	(9.39)	83	121	107.7	(11.57)	82	125	105.2	(13.48)	75	132

Table 11 shows the ICC statistics for the ADHD and control groups. For the ADHD group, the ICC between parents and teachers showed poor agreement for Initiation, Flexibility, Attention and Full-Scale; fair to good agreement for Inhibitory Control and Emotion Regulation, and no significant agreement for Organization, Planning, Self-Monitoring and Working Memory CEFI scales. The ICC between parents and adolescents showed few significant agreements on the CEFI scales, with poor agreement for Initiation; fair to good agreement for Emotion Regulation and Working Memory and no significant agreement for Attention, Flexibility, Inhibitory Control, Organization, Planning, Self-Monitoring and Full-Scale. The ICC between teachers and adolescents showed no significant agreement on any of the CEFI scales.

In the control group, the ICC between parents and teachers showed fair to good agreement for Inhibitory Control, Flexibility, Self-Monitoring, Attention, Initiation, Planning and Full-Scale; and excellent agreement for Working Memory and Organization. No significant agreement was found between parents and teachers on the Emotion Regulation CEFI scale. The ICC between parents and adolescents showed fair to good agreement for Working Memory, Self-Monitoring, Attention, Flexibility, Inhibitory Control, Organization, Planning, Initiation and Full-Scale. No significant agreement was found between parents and adolescents on the Emotion Regulation CEFI scale. The ICC between teachers and adolescents showed fair to good agreement for Flexibility, Organization, Planning, Self-Monitoring, Attention, Initiation and Full-Scale. No significant agreement was found between teachers and adolescents for Emotion Regulation, Inhibitory Control and Working Memory CEFI scales.

For the ADHD group, the Bland and Altman plots (Figure 3) showed that the mean differences for all pairwise agreements of the CEFI Full-Scale scores differed from zero, and most data points were grouped on the positive side of the Y-axis, suggesting a fixed bias. Although there was low agreement between raters, the 95% limits of agreement were not very wide, with mean differences as follows: between parents and teachers 1.05 (95% CI = .80–1.31, Figure 3 A1); between parents and self-report .98 (95% CI = .70–1.26, Figure 3 A2); and between teachers and self-report .94 (95% CI = .65–1.22, Figure 3 A3). In addition, the Bland-Altman plots showed that most of the parent, teacher and adolescent ratings were located below the cut-off point ( $T = 90$ ) that indicates behavioral EF difficulties.



Table 11

ICC estimates based on a Mean-Rating ( $k = 2$ ), Absolute-Agreement, 2-Way Random-Effects Model of ADHD and control groups

CEFI	RATER	ADHD $n = 75$				Controls $n = 43$			
		ICC	95% CI	$F$	$p$ -value	ICC	95% CI	$F$	$p$ -value
Attention	P-T	.365	(.014 - .594)	1.606	.022	.738	(.438 - .869)	4.648	.001
	P-SR	.255	(-.184 - .531)	1.339	.106	.576	(.229 - .768)	2.042	.003
	T-SR	-.213	(-.888 - .226)	.820	.803	.576	(.220 - .770)	2.356	.003
Emotion Regulation	P-T	.630	(.414 - .767)	2.691	.001	.323	(-.211 - .627)	1.502	.096
	P-SR	.443	(.115 - .649)	1.786	.007	.345	(-.225 - .648)	1.515	.091
	T-SR	.226	(-.232 - .513)	1.289	.139	.300	(-.259 - .616)	1.445	.118
Flexibility	P-T	.313	(-.090 - .567)	1.452	.050	.556	(.161 - .763)	2.604	.001
	P-SR	.092	(-.314 - .390)	1.123	.309	.587	(.251 - .774)	2.486	.002
	T-SR	.045	(-.341 - .344)	1.061	.400	.441	(-.023 - .696)	1.797	.030
Inhibitory control	P-T	.485	(.184 - .675)	1.937	.002	.412	(-.036 - .673)	1.781	.032
	P-SR	.047	(-.517 - .400)	1.049	.309	.606	(.268 - .788)	2.505	.002
	T-SR	.196	(-.269 - .491)	1.245	.174	.321	(-.213 - .626)	1.498	.097
Initiation	P-T	.291	(-.076 - .539)	1.466	.050	.743	(.526 - .861)	3.869	.001
	P-SR	.321	(-.059 - .567)	1.489	.044	.709	(.468 - .841)	3.512	.001
	T-SR	.158	(-.189 - .424)	1.260	.161	.601	(.263 - .784)	2.491	.002
Organization	P-T	.209	(-.171 - .478)	1.315	.120	.798	(.627 - .891)	4.891	.001
	P-SR	.284	(-.139 - .549)	1.392	.078	.604	(.266 - .786)	2.500	.002
	T-SR	-.002	(-.445 - .326)	.998	.503	.446	(-.034 - .702)	1.787	.032
Planning	P-T	.186	(-.214 - .465)	1.263	.159	.743	(.513 - .863)	4.277	.001
	P-SR	.050	(-.514 - .402)	1.052	.414	.671	(.389 - .823)	2.995	.001
	T-SR	-.314	(-.997 - .142)	.735	.906	.520	(.132 - .737)	2.132	.008
Self-Monitoring	P-T	.148	(-.276 - .441)	1.195	.222	.712	(.473 - .843)	3.555	.001
	P-SR	.268	(-.159 - .538)	1.365	.091	.577	(.215 - .772)	2.339	.003
	T-SR	-.199	(-.779 - .210)	.812	.813	.525	(.120 - .743)	2.090	.009
Working Memory	P-T	.152	(-.317 - .458)	1.186	.232	.751	(.511 - .870)	4.568	.001
	P-SR	.482	(.190 - .670)	2.043	.001	.448	(-.028 - .703)	1.797	.030
	T-SR	-.253	(-.821 - .162)	.754	.887	.377	(-.135 - .660)	1.616	.062
Full-Scale score	P-T	.302	(-.068 - .549)	1.476	.048	.748	(.518 - .866)	4.397	.001
	P-SR	.200	(-.251 - .491)	1.256	.165	.662	(.375 - .817)	2.931	.001
	T-SR	-.226	(-.797 - .185)	.784	.852	.534	(.146 - .747)	2.156	.007

Note. ADHD = Attention deficit hyperactivity disorder; P = parent report; T = teacher report; SR = self-report; ICC = interclass correlation coefficients; CI = confidence interval.

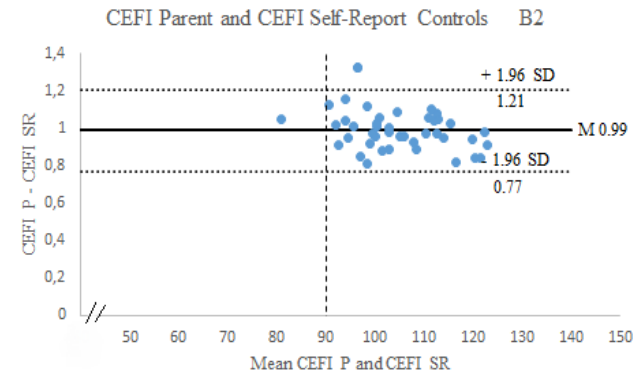
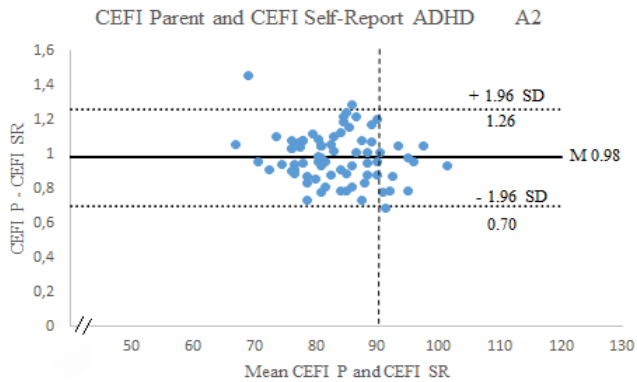
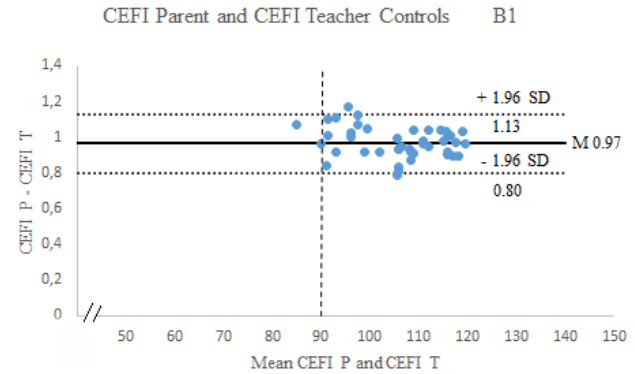
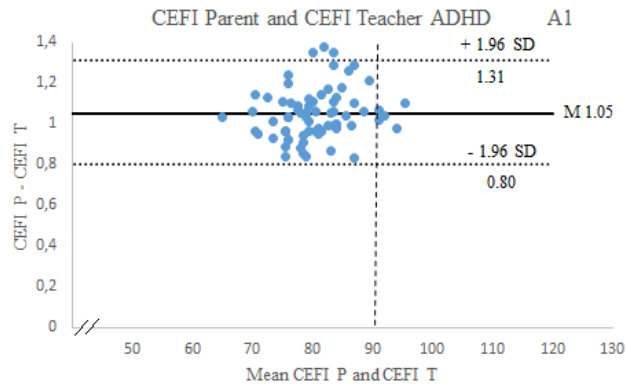


Figure 3. ADHD and Control groups. Scatter plots of pairwise agreements between the three CEFI raters (Parents vs Teachers, Parents vs Self-report, Teachers vs Self-report). Differences between pairwise agreement vs. the mean of the two rating scales. The bias units are represented by the gap between the X-axis corresponding to zero differences, and the parallel line to the X-axis at units.

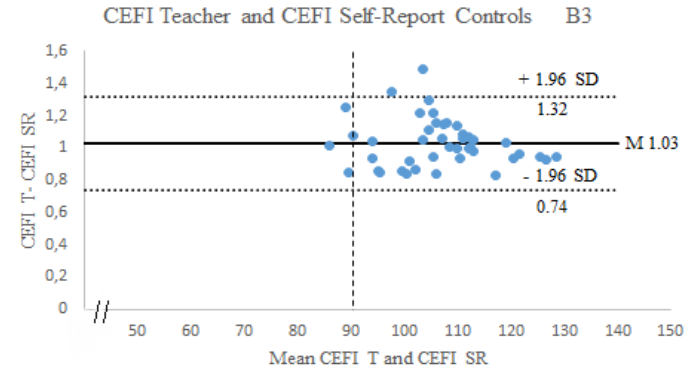
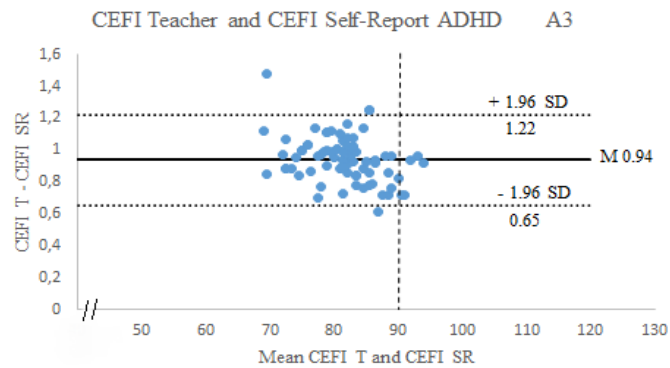


Figure 3. ADHD and Control groups. Scatter plots of pairwise agreements between the three CEFI raters (Parents vs Teachers, Parents vs Self-report, Teachers vs Self-report). Differences between pairwise agreement vs. the mean of the two rating scales. The bias units are represented by the gap between the X-axis corresponding to zero differences, and the parallel line to the X-axis at units (Continued).

For the control group, the Bland and Altman plots (Figure 3) showed that the mean differences for all pairwise agreements of the CEFI Full-Scale scores differed from zero, and most data points were grouped on the positive side of the Y-axis, suggesting a fixed bias. Although there was low agreement, the 95% limits of agreement were not very wide, with mean differences as follows: between parents and teachers .97 (95% CI= .80–1.13, Figure 3 B1); between parents and self-report .99 (95% CI = .77–1.21, Figure 3 B2); and between teachers and self-report 1.03 (95% CI = .74–1.32, Figure 3 B3). Additionally, the Bland-Altman plots showed that most of the parent, teacher and adolescent ratings were located above the cut-off point ( $T = 90$ ) that indicates absence of deficits in behavioral EF.

#### **4.2.5. Discussion**

The aim of this work was to examine the degree of agreement between parents', teachers' and adolescents' reports of behavioral EF in ADHD and control groups. Our findings show that, overall, agreement was poor or moderate in the ADHD group, while in the control group, agreement was moderate or excellent as shown by the ICC. In the ADHD group, the agreement between parents and teachers on the CEFI scales ranged from poor to good. Specifically, poor agreement was observed in Initiation, Flexibility, Attention, and Full-Scale score of CEFI. These results are consistent with other studies analyzing behavioral EF deficits in ADHD adolescents (e.g., Krieger & Amador-Campos, 2017; Toplak et al., 2009). In the control group, high rates of agreement were observed between parents and teachers, fluctuating between good and excellent.

It is noteworthy that, in the ADHD group, we found good agreement between parents and teachers on the Emotion Regulation scale; in the control group, the agreement on this scale was very low and not significant. It is possible that the difficulties in emotional regulation encountered by children and adolescents with ADHD appear both at home and at school, and will be more easily observable by parents and teachers, which may have helped increase the degree of agreement between raters.

In general, our findings are consistent with data indicating a low or moderate agreement between parents and teachers on rating scales of EF such as the BRIEF, in ADHD children and adolescents (Mares, McLuckie, Schwartz, & Saini, 2007; McCandless & O'Laughlin, 2007). In particular, in the ADHD group parent and teacher agreement was only found on five scales (i.e., Attention, Emotion Regulation, Flexibility, Inhibitory Control and Initiation). These results are consistent with those of Mares et al. (2007), who found low but

statistically significant agreement between parents and teachers on some scales and indices of BRIEF (Inhibit, Shift, Emotional Control, Plan–Organize and the Behavioral Regulation Index) in ADHD children and adolescents. In addition, our results show that parent and teacher agreement was low for the CEFI Full-Scale score. These findings are similar to those of McCandless and O’Laughlin (2007), who found minimal agreement between parents and teachers for the Global Executive Composite of BRIEF in an ADHD sample of children and adolescents.

Naglieri and Goldstein (2013) reported good agreement between parents and teachers on CEFI scales in a community sample. This finding was similar to that observed in our control group but differed from that in our ADHD group. These differences in rater agreement depend for instance on setting and sample type and do not imply that the informants' reports are invalid or unreliable but rather that the target behavior can differ from one context to another (Achenbach, McConaughy, & Howell, 1987). In addition, for parents or teachers of ADHD children, it is hard to differentiate some behaviors related to executive deficits (i.e., sustained attention and inhibition) from the central symptoms of ADHD in daily life, due to the considerable overlap that exists between these two constructs (Barkley, 2014). Furthermore, parents and teachers observe different behaviors and emotions related to the specific demands of each setting, and they can be untruthful when responding, or have response biases (e.g., acquiescence and severity) in their evaluations of daily behaviors (Whitcomb, 2018). For example, some studies suggest that in ADHD samples, the teachers' reports are more reliable than those of parents, who sometimes overstate behaviors related to ADHD symptoms (e.g., Hartman, Rhee, Willcutt, & Pennington, 2007). This may be the case for EF rating scales in adolescence since teachers can provide more reliable information than parents about behavioral aspects of EF related to the school context.

We also found weak and almost non-existent agreement between parents', teachers' and adolescents' reports in the ADHD group. Nevertheless, relatively high agreement was observed in the control group for almost all scales of the CEFI, with the exception of Emotion Regulation, Inhibitory Control, and Working Memory. In particular, our results suggest that parents, but not teachers, showed moderate agreement with ADHD adolescents on the Emotion Regulation, Initiation and Working Memory scales. This agreement, although modest, is important because it highlights the significant difficulties observed in some adolescent ADHD samples, especially those related to Emotional Regulation and Working Memory (Krieger & Amador-Campos, 2017; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson, &

Butcher, 2010). Indeed, emotion dysregulation is common in people with ADHD, has been found in 25–45% of samples of ADHD children and may arise from impairments closely related to deficits in several cognitive processes, including working memory (Shaw, Stringaris, Nigg, & Leibenluft, 2014). Together, these results are partially consistent with those of Steward, Tan, Delgaty, Gonzales, and Bunner (2014) who found a large discrepancy between parents' and adolescents' reports of behavioral EF measured by the BRIEF scales (e.g., Working Memory, Emotional Control and Shifting) in an ADHD sample. Several studies including parent, teacher, and self-reports of ADHD symptom scales found that ADHD adolescents tend to underestimate their difficulties, in relation to the parents' and teachers' reports (e.g., Sibley et al., 2012). These results are probably related to response bias in the adolescent with ADHD, which can lead to subjectivity in answering questions or to a desire to fit in with social norms (Whitcomb, 2018). Indeed, compared with controls, ADHD children and adolescents appear to have a higher positive bias or a tendency to rate themselves as having higher functioning in multiple settings and situations than other informants (e.g., teachers, parents and peers) (Hoza et al., 2010). Owens and colleagues suggested that children with ADHD may have difficulty objectively evaluating their own competence due to deficits at the level of executive functioning, with such evaluation being more difficult in cases where executive deficits are very high (Owens, Goldfine, Evangelista, Hoza, & Kaiser, 2007). The response bias of parents' and teachers' reports (e.g., halo bias) combined with over-estimation of the adolescents of their own competences in behavioral EF may be related to the wide disagreement between raters observed in our results. In addition, based on a variety of data Achenbach et al. (1987) found that parent and teacher agreement was relatively better in samples of children than in adolescent samples.

Bland and Altman plots of all pairwise inter-rater agreements for the CEFI Full-Scale score showed very low agreement between raters (parents, teachers, and self-report) for both ADHD and control groups, which indicates that the information provided by these three informants is not equivalent or interchangeable in the assessment of behavioral EF. The lack of agreement between raters in both ADHD and control groups may be related to the fact that each setting (i.e., school and home) in children's everyday lives has specific and different situational requirements in behavioral terms (e.g., Mares et al., 2007). Indeed, teachers would know more about EF impairments at school (Mares et al., 2007), parents would know more about behaviors related to EF in home-specific situations (Toplak et al., 2009) and adolescents would more accurately report EF problems related to cognitive resources (Lantrip, Isquith,

Koven, Welsh, & Roth, 2016). It is noteworthy that in the ADHD group, parents, teachers and self-report of CEFI Full-Scale ratings showed a clear trend towards behavioral EF deficits, with scores below the clinical risk cut-off point (T scores < 90). These results suggest that even if all raters agree about the presence of behavioral EF impairments, they disagree about their frequency or intensity. In contrast, in the control group, all raters showed a clear trend towards the absence of behavioral EF deficits, with scores above the clinical risk cut-off point (T scores > 90). Overall, even though the Bland and Altman plots showed low agreement between all raters (i.e., parents, teachers and self-report), the different raters did detect the difficulties in behavioral EF in the ADHD group and the absence of behavioral EF deficits in the control group.

From a clinical perspective, EF rating scales are important tools in the multi-method assessment process of ADHD, as they provide relevant information on the child's competencies to perform everyday life tasks in multiple settings involving EF. In addition, more children with ADHD show more difficulties in behavioral EF than in cognitive EF (Toplak et al., 2017). Thus, the use of rating scales involving multiple sources of information may be relevant during adolescence, given the difficulties, at this age, of accessing valid information that allows the differentiation of ADHD symptoms from other behaviors associated with EF deficits. The clinician should habitually use several informants (parents, teachers, self) in the assessment of executive functioning, since each one provides valid, complementary and non-interchangeable information regarding the behavioral competencies of adolescents in multiple settings of everyday life. This is very important for the improvement of evidence-based practice (Stein, Hans, & Nanayakkara, 2015). In addition, this information may be useful for improving intervention strategies that are ecologically valid and transferable to other settings of ADHD adolescents' everyday life.

In summary, in the current study, all three raters offered complementary information about behavioral EF in ADHD and control adolescents. The ratings of behavioral EF provided by parents, teachers and self are useful to characterize the behavioral EF profiles of adolescents. For this reason, it is necessary to collect information from different raters to guarantee an accurate assessment of executive functioning in ADHD adolescents.

This study has some limitations: the relatively small sample size of the control group regarding the ADHD group, which may have made it difficult to detect subtle differences between raters' agreements; the use of self-report because adolescents may be hesitant to

accurately report their performance or behavior, especially if others recognize these as problematic.

Among the study's strengths is the careful process of clinical ADHD diagnosis carried out through the rigorous combination of information gathered from different informants (parents and teachers), through clinical interviews and rating scales. The low agreement among informants highlights the importance of taking into account all sources of information in order to obtain a complete view of the nature of executive deficits in their respective contexts. This is especially important for clinicians and other mental health workers who provide EF treatment to ADHD adolescents. Additionally, rating scales can be valuable in the assessment context because they can be used to record and monitor low-frequency but important behavior over the long term, or identify specific events in multiple settings that might not be captured by other assessment methods (Whitcomb, 2018). Another strength is that to our knowledge no one has previously conducted research examining the agreement between all three forms of CEFI. Finally, the Bland and Altman plots allowed us to easily visualize the agreement between two measures or raters evaluating the same variable. This could be useful in clinical assessment since they provide a means to contrast quickly and reliably the accuracy of information obtained from multiples sources and improve the clinical decision-making process.



### **4.3. ÉTUDE III**

#### **Temperament, Executive function and ADHD in adolescents: the mediating role of effortful control**

Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Gallardo-Pujol. D.

### **4.3.1. Abstract**

Effortful control may be related to executive functions and may be involved in the expression and maintenance of symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). The current study aimed to assess whether effortful control (EC) mediates the relationship between executive function (EF) and inattentive and hyperactive-impulsive ADHD symptoms in adolescents. Participants aged between 12 and 16 years ( $N = 118$ ; 75 with ADHD) individually performed tests of cognitive EF (working memory, planning, flexibility, and inhibition), and parents and teachers completed a multi-informant assessment focusing on measures of ADHD symptoms and temperament dimensions (Effortful control, Surgency and Negative affectivity). There were significant differences between ADHD and controls in EF and temperament dimensions. ADHD subjects had lower scores than controls in working memory, planning and inhibition EF; they also had lower scores in EC and higher scores in Surgency and Negative affectivity. Structural equation modeling (SEM) indicated differential associations between EC and working memory, planning and inhibition EF with ADHD symptoms. Mediation analysis suggested that EF exerted indirect effects on the inattentive ADHD symptom dimension, via EC; higher EF abilities were related with higher levels of EC, which in turn were related with lower scores of inattentive ADHD symptoms. The findings expand on those of previous studies of the complex relationship between EC and EF and confirm the differential association between impairments in some EF, low EC, and expression of inattentive symptoms in adolescents, which could account for the heterogeneity of ADHD.

*Keywords:* ADHD symptoms, effortful control, executive functions, mediation, adolescence

### **4.3.2. Introduction**

Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder of childhood onset characterized by a set of persistent behaviors involving inattention, excessive motor restlessness, and impulse control deficits. These three symptom dimensions are severe and inappropriate for developmental level, interfere with daily life activities, cause adverse outcomes for affected individuals (e.g., Agnew-Blais et al., 2016), and can give rise to three types of presentation: predominantly inattentive (ADHD-I), predominantly hyperactive/impulsive (ADHD-HI), and combined (ADHD-C) (APA, 2013).

The expression of ADHD symptoms is quite heterogeneous among affected individuals and the mechanisms that underlie them remain elusive. Key possible causal pathways are temperamental features and/or deficits in executive functions (EF) (e.g., Nigg, 2006; Nigg, Goldsmith, & Sachek, 2004; Weyandt & Gudmundsdottir, 2015).

Temperament and EF subserve mechanisms related to self-regulatory processes (e.g., Eisenberg & Zhou, 2016; Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012) in which some ADHD children show deficits (Martel & Nigg, 2006; Shiels & Hawk, 2010). Self-regulation includes self-initiated behaviors that modulate emotional, cognitive and behavioral arousal through voluntary, flexible and effortful inhibitory actions (Ziv, Benita, & Sofri, 2017). Thus, deficits in self-regulation abilities may be responsible for some performance difficulties in information processing and neuropsychological tasks (e.g., Douglas, 2008; Shiels & Hawk, 2010).

Most investigators agree that ADHD is related to a range of executive functioning problems (Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005; Weyandt & Gudmundsdottir, 2015; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). EF has been defined as “a multidimensional construct encapsulating higher-order cognitive processes that control and regulate a variety of cognitive, emotional and behavioral functions” (Vriezen & Pigott, 2002, p. 296). It includes working memory, planning, cognitive flexibility and inhibition (Miyake & Friedman, 2012; Zelazo, Carter, Reznick, & Frye, 1997). Additionally, Zelazo and Müller (2002) and Zelazo and Carlson (2012) propose that EF varies as a function of the motivational component of the tasks, and make a distinction between its cool (cognitive) and hot (affective) aspects. Cool features of EF are associated with performance in more abstract, decontextualized and non-affective conditions tasks and are usually subserved by the lateral prefrontal cortex (Zelazo & Carlson, 2012). In contrast, the hot features of EF are supported by the orbitofrontal cortex and associated more with tasks with a high affective or motivational involvement (e.g., reward or punishment) (Welsh & Peterson, 2014; Zelazo & Carlson, 2012). Although some ADHD adolescents show deficits in hot EF (e.g., risky decision-making tasks; Hobson, Scott, & Rubia, 2011; Perone, Almy, & Zelazo, 2018), Zelazo and Müller (2002) suggested that ADHD is associated with primary weaknesses in cool EF. Thus, compared with their non-ADHD peers, children and adolescents with ADHD show deficits in cool EF of working memory (Antonini, Becker, Tamm, & Epstein, 2015; Kasper, Alderson, & Hudec, 2012), planning (Boyer, Geurts, & Van der Oord, 2014; Weyandt & Gudmundsdottir, 2015), flexibility (Geurts, Verté, Oosterlaan, Roeyers, &

Sergeant, 2005; Mullane & Corkum, 2007) and inhibition (Antonini et al., 2015; Willcutt et al., 2005). Some authors also suggest that cool EF are associated with inattentive symptoms, while hyperactive-impulsive symptoms are found linked to hot EF (e.g., Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, & Tannock, 2006). Cool EF deficits in ADHD samples also show considerable heterogeneity and some, but not all children with ADHD manifest EF impairments (Nigg et al., 2005).

A growing body of evidence suggests that temperament may be related to the subsequent development of psychopathology, including ADHD (De Pauw & Mervielde, 2011). Temperament is defined as individual differences in reactivity and self-regulation in the areas of affect, activity, and attention that can be influenced over time by various factors such as maturation (Rothbart, 2012; Rothbart & Bates, 2006). Reactivity implies dispositions concerning emotional, motor and attentional reactions (Rothbart, 2012). Self-regulation involves processes that serve to modulate reactivity, including attention regulatory processes and inhibitory control of dominant responses (De Pauw & Mervielde, 2010). Reactivity processes are related to Surgency and Negative affectivity trait dimensions, while self-regulation processes are closely related to the Effortful control dimension (De Pauw & Mervielde, 2010; Rothbart, 2012). Effortful control (EC) has been defined as “the efficiency of executive attention, including the ability to inhibit a dominant response and/or to activate a subdominant response, to plan, and to detect errors” (Rothbart & Bates, 2006, p. 126). EC reflects voluntary regulatory behaviors and includes inhibitory control abilities which have been implicated in ADHD symptoms (e.g., Barkley, 1997; Eisenberg, Duckworth, Spinrad, & Valiente, 2014; Rettew & McKee, 2005). Some authors have also suggested that EC probably entail cool and hot processes (e.g., Allan & Lonigan, 2014; Willoughby, Kupersmidt, Voegler-Lee, & Bryant, 2011), and that EC is more closely associated with ADHD symptoms than other temperament dimensions, because they probably share the same cognitive processes (Rettew & McKee, 2005). Therefore, low levels of EC might be regarded as a liability factor for ADHD (e.g., Nigg, 2006).

A broad field of research suggests that the relationships between temperament dimensions and ADHD symptoms may differ. For example, EC seems to show clear and significant relationships with ADHD inattentive symptoms (De Pauw & Mervielde, 2011; Martel & Nigg, 2006; Martel, Nigg, & Lucas, 2008), while Negative affectivity and Surgency are related to hyperactive-impulsive symptoms (Martel, Nigg, & von Eye, 2009; Parker, Majeski, & Collin, 2004; Rettew & McKee, 2005). Interestingly, the relationships between

the last two dimensions and ADHD are less clear and less consistent in some studies (Eisenberg et al., 2005; Rettew & McKee, 2005).

Taken together, these findings suggest that EF and some temperamental dimensions such as EC are differentially associated with ADHD symptoms. In this context, it is worth noting that EF and EC show a conceptual overlap (Allan & Lonigan, 2011; Eisenberg & Zhou, 2016; Zhou, Chen, & Main, 2012). Thus, even though EC and EF are different constructs, due to the research traditions from which each one comes (temperament and neuropsychology respectively), both are closely related to self-regulation abilities (Allan & Lonigan, 2011; Welsh & Peterson, 2014). In addition, EC and EF share neural substrates (i.e., anterior cingulate gyrus and lateral prefrontal cortices) and “cool” regulation processes (Eisenberg & Zhou, 2016), are assessed by similar experimental tasks (e.g., inhibition tasks), and involve certain response abilities such as inhibitory control and delay of gratification (Allan & Lonigan, 2011; Welsh & Peterson, 2014; Zhou et al., 2012). However, EC and EF also present differences: for instance, EC is more related to emotion regulation than EF, and working memory capacity is closely related to regulation processes, as a central component of EF but not of EC (Eisenberg & Zhou, 2016). Additionally, some authors suggest that both cool and hot EF seem moderately related to EC and that this association depends on whether or not the task performance conditions imply a high involvement of affective regulatory processes (Allan & Lonigan, 2011; Blair & Razza, 2007; Welsh & Peterson, 2014). For instance, Wiersma and Roeyers (2009) reported moderate associations between cool EF tasks of inhibition (i.e., Go/No-Go task), EC measures (i.e., the Dutch version of the Effortful Control Scale parent-report; ECS, Lonigan & Phillips, 2001) and ADHD symptoms in children and adolescents.

During adolescence, the changes in cool and hot processes involved in EF and EC co-occur with the protracted structural and functional development of neural networks that involve several prefrontal cortex regions (e.g., Carlson, Zelazo, & Faja, 2013; Vijayakumar et al., 2014; Zelazo & Carlson, 2012). Furthermore, some prospective studies show that with age the inattentive symptoms of ADHD tend to persist more than hyperactive-impulsive symptoms (Biederman, Petty, Evans, Small, & Faraone, 2010; Hinshaw, Owens, Sami, & Fargeon, 2006). Thus, during adolescence, the nature of the association between EF, EC, and ADHD may be subject to responsive factors such as improvement of EC (Eisenberg, Spinrad, & Eggum, 2010). In particular, EC may be conceptualized as a process mediator that supports outcomes of children’s regulatory abilities and captures relatively stable individual

differences in some EF and ADHD symptoms (e.g., Carlson et al., 2013; Eisenberg et al., 2010; Pérez-Edgar, 2015). Consequently, EC may be a possible indirect pathway through which cool EF performances are related to ADHD symptoms.

Therefore, the aim of the present study was to elucidate the possible role of EC in the pathway from cool EF to ADHD symptom presentations. Given the findings reviewed above we expect to find significant differential relationships between EC, cool EF, and ADHD symptoms. More specifically, we hypothesize that: (1) the ADHD group will score lower than controls on measures of cool EF and temperament dimensions; and 2) EC will mediate the relationship between cool EF and inattentive symptoms of ADHD. That is to say, cool EF will be directly related to EC, and, in turn, EC will be directly related to inattentive symptoms of ADHD. Thus, lower EF performance may be indirectly associated with high inattentive symptoms of ADHD, via its associations with lower EC.

### **4.3.3. Method**

#### **Participants**

The sample included 118 adolescents aged between 12 and 16 years. The ADHD group comprised 75 participants (48 ADHD-I and 27 ADHD-C; age:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.31$ , 68% males), while the control group consisted of 43 participants (age:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ , 55.8% males). Among the adolescents with ADHD, 16% had at least one comorbid disorder besides ADHD (depressive or anxiety disorders), 52% had two or more comorbid diagnoses (depressive, anxiety disorders, oppositional defiant disorder or conduct disorder), and 32% had ADHD without any other major psychiatric diagnoses. All participants were recruited from within a major urban area in the northeastern region of Spain, and all were native Spanish speakers. Participants with ADHD were recruited from two child and adolescent mental health centers (85.3%) and a university psychology service (14.7%). Most families were referred to the research team by a pediatrician, psychiatrist or psychologist. The control group was recruited from a secondary school. All families of the participants recruited in this study were representative of the area in which the mental health centers and the school are located. All participants had been born in Spain, with the exception of seven (5.9%) who were adopted. Almost all the adolescents (90.5%) lived in two-parent families. There was no attrition in this sample.

All data were collected by a trained Master's level clinical psychologist under supervision by a doctoral level clinical psychologist. With regard to clinical diagnoses, participants in the ADHD group were required to meet DSM-5 cut-off criteria for core symptoms of ADHD, age of onset, chronicity, impairment, and cross-situational manifestations (APA, 2013). Diagnostic assignment to ADHD-I and ADHD-C was determined using data from the Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006) and the Conners-3 parent and teacher rating scales (Conners, 2008). Participants were classified as ADHD-I if they met all the criteria for inattention but not those for hyperactivity-impulsivity in the Clinical Interview and had a T-score  $\geq 65$  on both the DSM inattentive scale and the ADHD Index and a T-score  $< 65$  on the DSM hyperactive-impulsive scale of the Conners-3, as assessed by parents and teachers. Participants were classified as ADHD-C if they met the criteria for inattention and hyperactivity-impulsivity in the Clinical Interview and had T-scores  $\geq 65$  on both the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and the ADHD Index of the Conners-3, as reported by parents and teachers. Participants in the control group had fewer than six symptoms of inattention and hyperactivity-impulsivity on the Clinical Interview and T-scores  $\leq 60$  on both the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and the ADHD Index of the Conners-3, as rated by parents and teachers.

Exclusion criteria were: Full-scale intelligence quotient (FSIQ)  $< 85$  on the Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition (WISC-IV; Wechsler, 2005); history of tics, neurological disorders, or sensory impairment (seizures or brain injury); or the presence of psychiatric disorders (autism spectrum disorder, motor or communication disorders, Tourette's syndrome, psychosis or bipolar disorder).

Unanimous agreement by a panel of ADHD experts (two psychologists and one psychiatrist certified in clinical child and adolescent psychology) was required for the assignment of participants to the ADHD or control groups, for differential diagnosis and for the diagnosis of comorbid disorders. Parents of participants with stimulant prescriptions (eight ADHD-C and two ADHD-I) were asked to discontinue their children's medication for 24 hours prior to each testing session, under direct medical supervision.

Participation of all families was entirely voluntary and no financial compensation was offered. The study complied with the principles of the 1975 Declaration of Helsinki (revised in Tokyo in 2014).

## Instruments

*Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006)*. Records information from parents about parental concerns, family environment and history, the child's health and temperament during the first year, his/her school and social history, and family history of DSM disorders. The interview also provides DSM diagnostic criteria for childhood mental disorders (oppositional defiant disorder, attention-deficit/hyperactivity disorder, conduct disorder, disruptive behavior disorder, anxiety and mood disorders).

#### Assessment of ADHD symptoms

*Conners scales, 3rd edition (Conners 3; Conners, 2008)*. Evaluates inattentive and hyperactive-impulsive behaviors and related problems in executive functioning, learning problems, defiance-aggression, and parent-family relations. The long forms for parent (Conners 3-P; 6-18), and teacher versions (Conners 3-T; 6-18) were administered. The DSM scales for inattention, hyperactivity-impulsivity and ADHD index were used. Gallant et al. (2007) reported high internal consistency for two forms: Conners 3-P (content scales, .85 - .94; DSM symptom scales, .83 - .93), and Conners 3-T (content scales, .92 - .97; DSM symptom scales, .77 - .95). The T-scores for the long form of the parent-reports were used.

#### Executive functions

*The spatial memory subtest (SSp) of the Wechsler nonverbal scale of ability (WNV; Wechsler & Naglieri, 2011)*. Assesses spatial working memory. The task comprises a series of eight sequences in direct order (Spatial Span Forward; SSpF index) and eight in reverse order (Spatial Span Backward; SSpB index). The internal consistency is high: .84 (SSpF) and .79 (SSpB). Test-retest reliability is also high (.68; Wechsler & Naglieri, 2011). The SpF and SpB raw index scores were used.

*Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF; Rey, 1941; Osterrieth, 1944)*. Evaluates visuoconstructive processes, planning, organization and visual memory. Reliability measured with Kendall coefficients (W) ranged between .95 and 1 (Rey, 2003). The copy accuracy, time copy and immediate recall accuracy percentile scores were used.

*Porteus Maze Test (PMT; Porteus, 1973)*. Assesses the ability to anticipate, plan and inhibit behaviors. The PMT has good internal consistency ( $\alpha = .81$ ; Krikorian & Bartok, 1998). The planning time (seconds) raw score before starting to draw each maze, the qualitative Q score, and the total score were used.



*Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993).* Assesses reasoning, concept formation and the ability to change cognitive problem-solving strategies. Test-retest reliability (generalization coefficients) ranges from .37 (percentage of perseverative errors) to .72 (non-perseverative errors) (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). The percentage scores for perseverative error and conceptual level responses and the raw scores for the number of correct categories completed were recorded.

*The Trail Making Test (tasks A and B: TMT A-B; Reitan, 1992).* Consists of two tasks; task A assesses sustained attention, motor speed and visual scanning; task B also requires planning, sequencing, divided attention and cognitive flexibility. Wagner, Helmreich, Dahmen, Lieb, and Tadić (2011) reported excellent test-retest reliability (between .86 to .89). The total time (seconds) to complete trail B was recorded.

*The d2 Test of Attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998).* Evaluates selective and sustained attention. Internal consistency ranges from  $\alpha = .61$  (errors of commission) to  $\alpha = .97$  (total test effectiveness; TOT) (Bates & Lemay, 2004). The commission errors and total test effectiveness percentile scores of were used.

#### Effortful control

*The Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised (EATQ-R; Ellis & Rothbart, 2001).* This parent report questionnaire assesses reactive and regulative aspects of temperament in children and adolescents (9-15 years old). The EATQ-R has 62 items rated on a 5-point scale ranging from 1 = almost always untrue to 5 = almost always true. The items of EATQ-R are grouped in seven scales that cluster in three higher-order traits: Effortful control (activation control, attention, and inhibitory control), Surgency (high-intensity pleasure and shyness) and Negative affectivity (fear and frustration). EATQ-R also contains two behavioral scales (depression and aggression). A fourth high-order trait labeled Affiliation is also included in Rothbart's taxonomies for middle childhood and adolescence. In this study, the raw scores of the three main higher-order traits of Effortful control, Surgency and Negative affectivity (Rothbart & Bates, 2006) were taken into account. In our sample, the reliability (Cronbach's alpha) was acceptable: EC ( $\alpha = .65$ ), Surgency ( $\alpha = .67$ ) and Negative affectivity ( $\alpha = .77$ ).

## Procedure

The study was reviewed and approved by the director and coordinators of the ethics committee of the child and adolescent mental health centers and the secondary school. Parents or legal guardians of participants were provided with information about the aims of the study and gave written consent for their children to take part; for adolescents and teachers the consent was oral. After recruitment, in the first session, the clinical interview with parents or legal guardians covered the child's developmental and medical information, the chronicity and pervasiveness of ADHD symptoms, and the associated functional impairment. Additionally, for both the ADHD and control groups, parents or legal guardians completed the EATQ-R and Conners 3 P, and teachers completed the Conners 3 T. The participants performed the different tests in three sessions lasting between 60 and 90 minutes each, separated by a one-week interval and in a fixed order, as follows: First session (WISC-IV and ROCF), second session (WNV, PMT and TMT) and third session (WCST and d2). All participants completed the assessment process. Although the tests were administered following the standard procedures proposed by Hebben and Milberg (2009), in some cases the items of rating scales and questionnaires were read to the parent and participants.

## Data Analysis

The chi-square test was used to examine gender differences between groups, while differences in age were explored by means of the t-test. Given that EF tasks have several performance indicators with different score types (percentiles, or standard or raw scores), the scores were transformed into Z-scores. EF tasks were grouped in four cognitive domains according to the probable underlying cognitive process that they engage (Krieger & Amador-Campos, 2017; Mitrushina, Boone, Razani, & D'Elia, 2005; Strauss et al., 2006): working memory (WNV: SS<sub>p</sub> forward and SS<sub>p</sub> backward; ROCF: immediate recall accuracy), planning (ROCF: copy accuracy and copy time; PMT: planning time before beginning to draw and total Q score), flexibility (WCST: perseverative errors, conceptual level responses and number of categories completed; TMT: Total time in seconds' part B) and inhibition (PMT: Qualitative Q score; d2: commission errors and total test effectiveness). To obtain a single score for each EF domain a principal component analysis (PCA) was performed for each of these domains, forcing the solution to extract one component. The factor scores for each cognitive EF domain were obtained using Bartlett's method of regression, and they were thus considered as weighted Z-scores. Raw scores of the EATQ-R dimensions of temperament (EC, Surgency and Negative affectivity) and T-scores of the Conners 3

(inattentive and hyperactive-impulsive symptoms) parent report were transformed into Z-scores. For all the analyses, Z-scores of EF domains, temperament and ADHD symptoms of total sample were used. Standardized mean difference (Cohen's *d*) effect sizes were calculated based on average and standard deviations of each group to assess differences between groups on EF and temperament dimensions. The Cohen's *d* (1992) guidelines for interpreting effect size criteria were also used: 0.20, small; 0.50, medium, 0.80, large. Cohen's *d* values of 1.30 were considered very large (Sullivan & Feinn, 2012). Pearson correlation coefficients were calculated to explore the relationships between variables, applying Cohen's criteria for the interpretation of coefficients:  $r = .10$  to  $.29$ , low;  $r = .30$  to  $.49$ , moderate;  $r = .50$  to  $1.0$ , high (Cohen, 1988). In order to investigate the variability along the two dimensions of inattention and hyperactivity-impulsivity symptoms related to ADHD, the whole sample was taken for the correlational and structural equation modeling (SEM) analysis.

Interestingly, ADHD showed a high incidence of comorbidity with other psychiatric conditions. As some authors suggest that comorbidity is the rule in ADHD and not the exception (e.g., Kimonis & Frick, 2016), comorbidity was not considered for further analysis.

The data analysis strategy for testing the path model was guided by the recommendations of Hayes (2013), using Mplus 7.3 for Mac OS to test the hypotheses. We used the working memory, planning, flexibility and inhibition EF to compose a latent EF variable. One set of path analyses was conducted to test whether EC mediated the effects of EF on inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. These analyses tested the model with the mediator (i.e., EC) included in the pathway between EF and ADHD inattentive and hyperactive-impulsive symptoms (see Figure 4). Here, a change in EC was hypothesized to mediate the indirect effects of EF on inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. The parameters were estimated using the robust maximum likelihood method, which is robust to non-normality and non-independence of observations (Muthén & Muthén, 1998-2012) and therefore allows fitting of non-normally distributed data. Model fit was assessed with the following fit indices:  $\chi^2/df$ , the standardized root mean square residual (SRMR) and the root mean square error of approximation (RMSEA), the Tucker-Lewis Index (TLI), and the comparative fit index (CFI). A  $\chi^2/df = p > .05$ ,  $TLI \geq .90$ ,  $CFI \geq .90$  and a RMSEA (or SRMR)  $\leq .08$  were deemed to indicate an acceptable fit, while a  $\chi^2/df = p > .05$ ,  $TLI \geq .95$ ,  $CFI \geq .95$  and a RMSEA (or SRMR)  $\leq .05$  were interpreted as indicating a good fit. Additionally, a bootstrapping method (bootstrap replicates 10.000) was used to estimate indirect effects and standard errors in order to obtain more accurate confidence intervals, reduce the Type I errors,

and maximize the statistical significance. This approach is especially useful when dealing with any non-normal sampling distributions and a small sample size (e.g., Hayes & Preacher, 2010; MacKinnon, Fairchild, & Fritz, 2007; Shrout & Bolger, 2002).

#### 4.3.4. Results

Table 12 summarizes the descriptive statistics and Cohen's *d* effect size for the ADHD and control groups on the measures of EF and temperamental dimensions. The groups do not show differences in age [control:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ ; ADHD:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.32$ ;  $t(116) = .71$ ,  $p = .49$ ] and gender,  $\chi^2(1, N = 118) = 1.75$ ,  $p = .18$ . No significant differences in EF and temperamental dimensions were found according to age and gender, and so age and gender were not taken into consideration for subsequent statistical analysis.

Table 12

*Means, Standard Deviation and Cohen's d effect size of ADHD and control groups on EF and EATQ-R parents report measures*

	ADHD ( $n = 75$ )	CG (3) ( $n = 43$ )	Univariate			
<i>Cognitive EF</i>	<i>Mean (SD)</i>	<i>Mean (SD)</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>
Working Memory	-.262 (.995)	.457 (.837)	3.992	116	.001	0.782
Planning	-.234 (1.015)	.409 (.835)	3.528	116	.001	0.691
Flexibility	-.083 (1.031)	.146 (.935)	1.204	116	.231	0.232
Inhibition	-.378 (.947)	.659 (.710)	6.242	116	.001	1.239
<b>Temperament EATQ-R</b>						
Effortful control (EC)	2.590 (.473)	3.680 (.503)	11.762	116	.001	2.232
Surgency	3.201 (.500)	2.986 (.495)	2.260	116	.026	0.432
Negative Affectivity	2.982 (.665)	2.465 (.601)	4.198	116	.001	0.815

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; CG = control group; *df* = degree of freedom; *d* = Cohen's *d* effect size. *p* = statistical significance level.

## Executive Functions

Significant differences were found between ADHD and control groups (see Table 12). The effect sizes were medium for working memory ( $d = 0.78$ ), and planning ( $d = 0.69$ ) and large for inhibition ( $d = 1.24$ ).

## Temperament dimensions

Significant differences were found between ADHD and control groups (see Table 12). The effect sizes were medium for Surgency ( $d = 0.43$ ), large for Negative affectivity ( $d = 0.81$ ), and very large for EC ( $d = 2.23$ ).

## Relationships between EF, temperament and ADHD Symptoms

Table 13 shows Pearson correlations between EF, temperament dimensions, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms for the total sample. EC showed significant positive and low to moderate correlations with EF, with coefficients ranging between  $r(118) = .19, p < .05$  (working memory) and  $r(118) = .36, p < .01$  (inhibition). Correlations between temperament dimensions and ADHD symptoms were significant, low to high, and ranging between  $r(118) = .21, p < .01$  (Surgency and inattentive symptoms) and  $r(118) = -.63, p < .01$  (EC and inattentive symptoms). Also, correlations between EF and ADHD symptoms were significantly negative and low to moderate, ranging between  $r(118) = -.23, p < .05$  (working memory and hyperactive/impulsive symptoms) and  $r(118) = -.43, p < .01$  (inhibition and inattentive symptoms). No significant correlations were found between the Negative affectivity and Surgency dimensions of temperament with EF.

In order to test our mediation hypothesis, we explored the role of EC as a potential mediator of associations between EF and ADHD symptoms. We tested a mediation pathway with EF indirectly related to both inattentive and hyperactive-impulsive ADHD symptoms via EC. Here, we allowed ADHD symptoms to be correlated. A structural equation modeling revealed a good global fit:  $\chi^2 = 12.10, df = 2, p > .35$ ; CFI = .99; RMSEA = .02 (90% CI = .00 - .10), and SRMR = .03. The factor load was also examined and each path of EF was statistically significant: working memory ( $\lambda = .74, SE = .06, p \leq .001$ ), planning ( $\lambda = .68, SE = .06, p \leq .001$ ), flexibility ( $\lambda = .17, SE = .08, p \leq .05$ ) and inhibition ( $\lambda = .77, SE = .07, p \leq .001$ ). In addition, the EF model explained 55% ( $p \leq .001$ ) of the variance in working memory, 47% ( $p \leq .001$ ) of the variance in planning and 60%, ( $p \leq .001$ ) of the variance in inhibition. The R-Square value for flexibility EF was not acceptable.

Table 13

*Correlations between EF, temperament dimensions EATQ-R parent report and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms of Conners-3 parent report (DSM subscales) for ADHD and Control groups (N = 118)*

Measures	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.WM	-								
2.PL	.54**	-							
3.FL	.11	.10	-						
4.IN	.57**	.51**	.18	-					
5.EC	<b>.19*</b>	<b>.23*</b>	.03	<b>.36**</b>	-				
6.S	-.15	-.13	-.13	-.10	-.20*	-			
7.AFN	-.14	-.03	-.04	-.18	-.50**	.03	-		
8.AN	<b>-.35**</b>	<b>-.33**</b>	-.03	<b>-.43**</b>	<b>-.63**</b>	<b>.21*</b>	<b>.34**</b>	-	
9.HY	<b>-.23*</b>	-.10	-.03	<b>-.33**</b>	<b>-.53**</b>	<b>.34**</b>	<b>.44**</b>	.60**	-

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; WM = Working Memory; PL = Planning; FX = Flexibility; IN = Inhibition; EC = Effortful control; S = Surgency; AFN = Negative affectivity; AN = Conners-3 DSM ADHD inattentive Scale; HY = Conners-3 DSM ADHD hyperactive-impulsive Scale. In bold type significant correlations between cognitive EF, temperament dimensions and inattentive and hyperactive-impulsive ADHD symptoms.

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ .

The mediation analysis showed that the indirect effect of EF on inattentive symptoms through EC was significant ( $\beta = -.51$ ;  $SE = .05$ , 95% CI [-.33, -.06],  $p = .001$ ). We also found an indirect effect of EF on hyperactive-impulsive symptoms through EC ( $\beta = -.47$ ;  $SE = .08$ , 95% CI [-.33, -.04],  $p = .001$ ). In addition, there were direct effects of EF on inattentive symptoms ( $\beta = -.31$ ;  $SE = .09$ , 95% CI [-.55, -.08],  $p = .001$ ). Finally, we did not find any specific, direct effects of EF on hyperactive-impulsive symptoms ( $\beta = -.14$ ;  $SE = .09$ , 95% CI [-.40, -.10],  $p = .13$ ). This model explained up to 49% of the variance in inattentive symptoms ( $R^2 = .49$ ) and 29% of the variance in hyperactive-impulsive symptoms ( $R^2 = .29$ ). The results showed that EC mediates the relationship between EF and the inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. The final model is described in Figure 4.

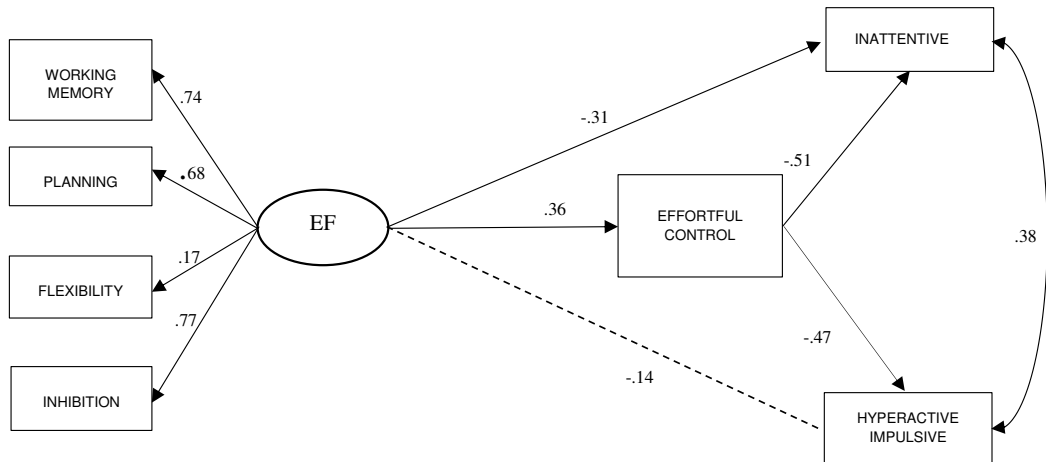


Figure 4. Final model with standardized parameter estimates of relationship between executive function, effortful control and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. ( $N = 118$ ). Solid lines indicate significant paths coefficients at the  $p < .001$  level and dashed lines indicate are non-significant paths.

#### 4.3.5. Discussion

Elucidating the associations between EF, EC, and ADHD symptoms is important for understanding the processes underlying self-regulation skills during adolescence. Consequently, our aim here was to examine whether ADHD and control groups differed significantly on measures of EF and temperament dimensions. We also assessed, in particular, whether EC would explain the relationship between EF and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms.

The first hypothesis of this study is partially confirmed. As expected, the ADHD group showed greater difficulties than controls in EF measures and in all dimensions of temperament. Concerning EF, our findings are in line with results of previous studies in which children and adolescents with ADHD performed worse on working memory, inhibition and planning tasks (Antonini et al., 2015; Toplak, Bucciarelli, Jain, & Tannock, 2009; Willcutt et al., 2005). In particular, working memory and inhibition are slightly more affected than other EF in ADHD children and adolescent samples (e.g., Antonini et al., 2015; Lambek et al., 2011). This pattern of findings is consistent with the fact that working memory and inhibition EF probably support important self-regulatory mechanisms (Hofmann et al., 2012), which seem to present some deficits in ADHD children (Shaw, Stringaris, Nigg, & Leibenluft, 2014). No group differences were found in performances on tasks of flexibility EF. These

results are consistent with those obtained by Scheres et al. (2004) who found no difficulties in children with ADHD using the WCST. Interestingly, some studies suggest that the specificity of impairments in WCST task performance in ADHD groups has not been consistently established and probably depends on the group's age and the WCST variables used (Romine et al., 2004; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002).

As regards temperament dimensions, ADHD adolescents showed lower EC, higher Surgency and higher Negative affectivity than controls. In line with previous studies of temperament and ADHD which have indicated low EC/Conscientiousness in ADHD children and adolescents (e.g., Martel, Gremillion, & Roberts, 2012; Martel et al., 2009) we found evidence of particularly low scores in EC. This is significant, given that regulation problems associated with low EC may contribute to the expression and severity of ADHD symptoms (Nigg, 2006; Nigg et al., 2004; van Stralen, 2016). Our findings support the proposal that the EC dimension may constitute a primary route for the presentation of inattentive symptoms (Nigg, 2006).

Our findings in Negative affectivity and Surgency in the ADHD group were consistent with other studies which have shown significant links between these temperament dimensions and ADHD symptoms in children and adolescents (Martel, 2016; Martel & Nigg, 2006; Rettew, 2013; van Stralen, 2016). We stress that the link between Negative affectivity and Surgency with the ADHD is less clear, since some studies show close relationships (e.g., Martel & Nigg, 2006) but others do not (Rettew & Mckee, 2005). Rettew (2013) suggested that Negative affectivity may be found in parallel with ADHD without being part of disorder per se, while Surgency may be related to motor symptoms of hyperactivity in ADHD. Finally, in this study, the significant relationships between EC and Negative affectivity dimensions ( $r = -.50$ ) probably involve a risk factor for the presence of externalizing behaviors associated with both symptom clusters of ADHD (Foley, McClowry, & Castellanos, 2008; Martel & Nigg, 2006; Nigg, 2006).

In summary, with regard to our first hypothesis, our findings indicate that the ADHD group showed poorer performance in EF and more difficulties in the temperament dimensions, especially in EC, than the control group. In addition, the large effect size (Cohen, 1992) for inhibition EF, EC and Negative affectivity dimensions suggested that measures of both EF and temperament can differentiate accurately between children with and without ADHD. Specifically, our results highlight the relationships between weaknesses in cool executive domains and ADHD (Zelazo & Müller, 2002).



As for temperament dimensions, the results support those of previous research (e.g., Martel & Nigg, 2006; Martel et al., 2008) showing that ADHD symptoms are associated with Surgency and Negative affectivity, and more broadly with EC. Notably, Nigg (2006) suggest that externalizing behavior such as ADHD symptoms can probably be predicted by the interaction between Negative emotionality and EC. Taken together, these findings suggest that ADHD in adolescence may be characterized by weaknesses in cool EF (Zelazo & Müller, 2002) and, together with low EC and high Negative affectivity, may be linked to difficulties in both behavioral regulation and ADHD symptom expression (e.g., Eisenberg et al., 2010). This would support the suggestion made by Nigg and colleagues (2004) that the executive control difficulties observed in ADHD are a component of temperament involved in the liability to ADHD.

The results also showed significant associations between EF, temperament dimensions, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. These findings are in line with previous reports showing differential associations between EF deficits, low EC/Conscientiousness, high Negative affectivity and high Surgency with ADHD symptoms in children and adolescents (Martel, 2016; Martel et al., 2008; Wiersema & Roeyers, 2009). In line with previous research (Martel et al., 2008; Martel et al., 2009; Wiersema & Roeyers, 2009), we found low to moderate correlations between working memory, planning and inhibition EF and EC measures (i.e., parent reports). In particular, the pattern of low-to-moderate and positive correlations between EF and EC probably reflects partial links between the cognitive processing abilities required for task performance (e.g., working memory, inhibition) (e.g., Eisenberg & Zhou, 2016). These findings are consistent with data indicating that EC and EF probably share similar processes (Martel et al., 2009). The low or negligible associations between EF measures and Negative affectivity and Surgency dimensions are at odds with previous studies that have reported relationships between these two temperament dimensions and EF measures (i.e., working memory and flexibility) in ADHD children (Bauer, Gustafsson, Nigg, & Karalunas, 2017; Martel, 2016).

There are significant correlations between EF and both ADHD symptom clusters, except for flexibility. These results support a broad field of research that refers key connections between EF deficits and ADHD symptoms (e.g., Castellanos et al., 2006; Willcutt et al., 2005; Zelazo & Müller, 2002). Corroborating previous reports (De Pauw & Mervielde, 2011; Martel et al., 2009; Nigg et al., 2004) significant correlations were found between EC, Negative affectivity, Surgency and the ADHD inattentive and hyperactive-impulsive

symptoms. This finding underlines the usefulness of some traits to capture and partly explain the heterogeneity of ADHD symptom presentations (De Pauw & Mervielde, 2011). Overall, these findings suggest that cool EF and temperament measures may partially account for the variability of cognitive deficits and self-regulation behavior problems associated with ADHD in adolescents.

With regard to our second hypothesis, namely that EC may mediate the relationship between EF and inattentive symptoms (or more specifically, that lower performance in EF may be indirectly associated with high inattentive symptoms via its associations with lower EC), the SEM analyses provide support for our predictions. In the overall sample, mediation analysis revealed that EF exerted indirect effects on inattentive symptoms via EC. Therefore, EC seems to explain the relationships between cool executive functioning and the expression of inattentive symptoms but not hyperactive-impulsive symptoms. These results are consistent with those of Martel et al. (2008) who found associations between EF (i.e., flexibility and inhibition), EC/Conscientiousness and inattentive ADHD symptoms in adolescents. Our findings suggest that adolescents with inattentive symptoms may also be characterized by low EC and EF deficits, which may represent a risk factor for the presence of weakness in regulatory control abilities (Barkley, 2015; Nigg et al., 2004). In addition, EF were directly related to EC, supporting previous reports of a certain overlap between EF and EC (Eisenberg & Zhou, 2016; Zhou et al., 2012). We also found that EF are directly related to inattentive symptoms, and that EC is directly related to both inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. More specifically, our results suggest that working memory and inhibition account significantly for the relationship between EF and EC, and that, together with planning, are the best predictors of inattentive symptoms. Further, this suggests that inattentive and hyperactive-impulsive symptoms may be differentially related to the child's effortful control skills and to different executive domains (Martel, 2016; Martel et al., 2009). Notably EC was associated with inattentive and hyperactive-impulsive symptoms, and mediation relationships were found with inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. This could be explained by the shared cognitive processes underlying cool EF, EC modulation and the expression of ADHD symptoms. In particular, EC deficits probably reduce the ability to recruit both executive and attentional control resources in response to tasks that require cognitive self-regulation. This effect may be associated with the overlapping between EC, EF and ADHD symptoms in neural systems (i.e., anterior cingulate cortex, medial and lateral prefrontal structures) related to the interface of cognition and emotion (e.g., Shaw et al., 2014; Zhou et

al., 2012). In addition, these patterns of relationships between EF, EC, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms highlight the heterogeneity of ADHD in adolescence and suggest that EF and EC may be two related but independent constructs when it comes to explaining ADHD symptoms.

Overall, in the current study the measures of EF and temperament dimensions, especially EC, differentiated the ADHD group from the controls. The mediation analysis indicated that EC mediates the associations between EF and inattentive symptoms.

This study does have some limitations. First, the use of parents' reports may reflect parents' subjective perceptions about their children, and so it would have been useful also to include teachers' reports on temperament measures. Second, ADHD presentations were not considered for the analyses; therefore, future research might consider them in order to clarify the role of temperament dimensions in the differentiation between the two ADHD symptom domains (i.e., inattention and hyperactivity-impulsivity). Furthermore, sample size probably did not allow a full exploration of the nature of relationships between EC, EF and ADHD symptoms.

An important contribution of this study is its rigorous combination of information gathered from different informants (parents, teachers, and participants) through clinical interviews and rating scales for the clinical diagnosis. EF and EC measures can accurately map differences in cognitive and behavioral functioning between adolescent with and without ADHD. These measures provide complementary information on early temperament dimensions and proficiency in executive abilities which may be valuable for identifying treatment targets and for designing interventions that enhance self-regulation and coping skills in adolescents. This approach is useful in the developmental screening and assessment of domain-specific self-regulatory skills in ADHD. It is also worth noting that, to our knowledge the mediating role of EC on the associations between EF and ADHD symptoms has not been assessed to date.

In summary, our findings emphasize the complex and elusive nature of the relationship between EF, temperament dimensions and ADHD. They also provide evidence that EC has a significant mediating effect on the relationships between EF and inattentive symptoms in adolescents.

#### **4.4. ÉTUDE IV**

##### **Executive functions as a mediator between Personality traits and ADHD symptoms in adolescents**

Krieger, V., Amador-Campos, J. A., & Guàrdia-Olmos, J.

#### **4.4.1. Abstract**

This study aimed to analyze performance on cognitive executive functions (EF) and personality traits in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and to examine whether personality traits mediate the relationships between cognitive EF and ADHD symptoms. A sample of 118 adolescents (75 ADHD, 68% males) aged 12 to 16, and their parents and teachers performed a comprehensive diagnostic assessment, including ADHD clinical interview, ADHD rating scales, neuropsychological EF testing (i.e., working memory, planning, flexibility and inhibition) and personality assessment. The results indicated that, compared with the controls, adolescents with ADHD had lower scores in working memory, planning and inhibition; lower scores in Conscientiousness, Openness, and Agreeableness as well as higher scores in Neuroticism. Structural equation models (SEM) showed that Conscientiousness and Openness directly influenced inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. However, working memory, planning and flexibility EF appeared to explain associations between Conscientiousness and Openness personality traits and inattention, but not hyperactivity-impulsivity symptoms. The findings corroborate the relationships between ADHD symptoms, personality traits and EF, and provide support for the mediating effect of EF on the relationships between personality and ADHD symptoms.

*Keywords:* ADHD symptoms, personality traits, cognitive executive functions, mediation, adolescence

#### **4.4.2. Introduction**

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a childhood onset disorder characterized by a persistent pattern of inattentive and hyperactive/impulsive behaviors, leading to three presentations: inattentive (ADHD-IA), hyperactive/impulsive (ADHD-HI), and combined (ADHD-C) (American Psychiatric Association, APA, 2013).

Individual differences in executive functions (EF) or personality traits may have a causal link to the emergence or persistence of ADHD symptoms. Executive functions have been defined as “an integrated directive system exerting regulatory control over the basic, domain-specific neuropsychological functions (e.g., language, visuospatial functions, memory, emotional experience, motor skills) in the service of reaching an intended goal” (Gioia & Isquith, 2004, p. 139). They encompass the cognitive processes of planning, inhibition, self-monitoring, flexibility, and working memory, among others (e.g., Goldstein, Naglieri, Princiotta, & Otero, 2013). Children and adolescents with ADHD are more likely

than their community peers to experience a degree of impairment in at least some EF (Krieger & Amador-Campos, 2017; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Specifically, children and adolescents with ADHD perform worse than controls on tasks involving working memory (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005), planning (Dolan & Lennox, 2013), flexibility (Mullane & Corkum, 2007), and inhibition (Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013). However, EF deficits are not observed in all children and adolescents with ADHD, who in fact form a highly heterogeneous group (e.g., Wählstedt, Thorell, & Bohlin, 2009).

Although the literature linking ADHD and personality traits is limited, there is empirical evidence that ADHD symptom domains show differential links with certain personality traits from childhood through to adulthood (Gomez & Corr, 2014; Tackett, Martel, & Kushner, 2012). Personality traits are defined as the broad range of individual differences in emotion, cognition, and behavior, and they show relative stability over time (e.g., Caspi, Roberts, & Shiner, 2005; Tackett, Kushner, De Fruyt, & Mervielde, 2013). Currently, the five-factor model (FFM) of personality (McCrae & Costa, 1999) is widely accepted and has proven useful for understanding the role of personality in the development of psychopathology (De Pauw & Mervielde, 2010; Trull & Widiger, 2013). The FFM groups personality traits into five broad domains, namely Neuroticism, Extraversion, Openness, Agreeableness, and Conscientiousness (McCrae & Costa, 1999). Neuroticism reflects the tendency toward negative affectivity, emotional distress and low self-esteem. Extraversion reflects positive affect, assertiveness, activity level and sociability. Openness refers to creativity and willingness to explore new ideas and experiences. Agreeableness reflects compassion, empathy and cooperation. Finally, conscientiousness connotes behavior regulation, attention, planfulness and achievement goal-orientation.

Specific personality traits may predispose the individual to the subsequent development of psychopathology, including ADHD (Martel, 2009; Tackett, 2006). In particular, low Conscientiousness and high Neuroticism are related with inattentive symptoms (e.g., Gomez & Corr, 2014; Martel, Nigg, & von Eye, 2009), which is reflected in poor attention, planfulness deficits, lower impulse control or task persistence behaviors. The hyperactive-impulsive symptoms of ADHD reflected as overactivity, poor achievement goal-orientation, impulsivity and higher emotional distress are related to low Conscientiousness and Agreeableness, and high Neuroticism and Extraversion (e.g., Gomez & Corr, 2014; Herzhoff, Tackett, & Martel, 2013). Interestingly, Openness is not strongly associated with

ADHD symptoms (e.g., Gomez & Corr, 2014; Miller, Miller, Newcorn, & Halperin, 2008). However, there is also evidence in adolescents that Openness/Imagination measured by the TIPI (Ten Item Personality Inventory [parent and teacher]; Gosling, Rentfrow, & Swann, 2003) shows small but significant relationships with inattentive symptoms of the TRF (Teacher Report Form; Achenbach & Rescorla, 2001) (Jensen-Campbell & Malcom, 2007). Also, De Pauw and Mervielde (2010) found that ADHD children scored slightly lower on the Openness/Imagination domain measured by the HiPIC (Hierarchical Personality Inventory for Children, Mervielde & De Fruyt, 2002) than controls.

Some research in community samples (e.g., Murdock, Oddi, & Bridgett, 2013; Suchy, 2016) suggests that broad factors of personality traits are related to EF. Conscientiousness, Openness, and Neuroticism are the personality traits most closely associated with executive functioning (e.g., Hall, Fong, & Epp, 2014; Murdock et al., 2013; Suchy, 2016). In this respect, Demetriou (2004) suggest that personality and executive control processes are related and work together to guide and self-regulate behaviors. Other studies have shown that personality traits such as Conscientiousness, Neuroticism, and Openness can share common neocortical structures of the prefrontal cortex (e.g., dorsolateral prefrontal cortex) with EF (DeYoung et al., 2010; DeYoung, Shamosh, Green, Braver, & Gray, 2009; Forbes et al., 2014), which would explain the relationships between them. However, these relationships remain complex and have not been studied in depth in disorders such as ADHD. The research carried out to date, although very limited, provides evidence that Conscientiousness (rated by parents) and some EF (inhibition and flexibility) are negatively related to both inattentive and hyperactive-impulsive ADHD symptoms in adolescents (Martel et al., 2009). In another study of young children with ADHD, Martel (2016) found that low Conscientiousness/EC and high Extraversion/Surgency were related to impairments in neuropsychological EF measures (i.e., memory working, inhibition, and flexibility) and hyperactive-impulsive symptoms, as rated by parents and teachers. Drechsler, Zulauf Logoz, Walitza, and Steinhausen (2015) found significant associations between Extraversion/Surgency (JTIC 7-11 R; Junior Temperament and Character Inventory; Goth & Schmeck, 2009) and behavioral EF (BRIEF-parents; Behavior Rating Inventory of Executive Function; Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000) in ADHD children.

Taken together, these findings suggest that FFM personality traits, EF deficits, and ADHD symptoms are interconnected through different pathways. In fact, one would expect them to overlap, since they share common neural substrates of the prefrontal cortex (PFC),

modulated via dopamine system, and support top-down processes (Clark & Noudoost, 2014; DeYoung, 2010; Kamradt, Nigg, Friderici, & Nikolas, 2017). These processes are engaged in the strategic and voluntary regulation of attention, emotions, and behaviors (e.g., Blair, 2016). Specifically, top-down processes involve EF which can be considered as endophenotypes (quantifiable cognitive characteristic functioning) underlying the executive dysfunction in ADHD (Castellanos & Tannock, 2002). Also, the way in which prefrontal regions associated with regulation processes (i.e., emotion) respond to performance on certain EF tasks may differ according to differences in personality traits (van Noordt & Segalowitz, 2012). Thus, a better understanding of the links between personality and ADHD symptoms probably requires a consideration of the mediating effects of EF. Specifically, executive processes can be considered as modulation processes (i.e., cognitive endophenotypes) by means of which certain personality traits regulate behavior (e.g., Hall et al., 2014).

This suggests that EF may be able to explain the relationships between certain personality traits (Conscientiousness, Openness and Neuroticism) and some types of behavior such as ADHD. To our knowledge, no prior studies have examined whether EF mediates the relationships between Conscientiousness, Openness and Neuroticism personality traits and ADHD symptom domains.

Although ADHD is associated with EF deficits and certain personality traits, the mechanisms underlying these relationships remains unclear. With these issues in mind our aim in the current study is to build on previous research on the relationships between EF and ADHD, and to examine whether personality traits may be indirectly associated with inattentive and hyperactive-impulsive symptoms separately via EF. Specifically, and despite the relatively few studies exploring the relationships between these constructs, we expect to find that EF will be mediators of Conscientiousness, Openness and Neuroticism and ADHD, given that they share similar neural substrates in prefrontal cortex and dopaminergic modulation. Thus, we hypothesize that: 1) the ADHD group will score lower than controls on all measures of cognitive EF (i.e., working memory, planning, flexibility, and inhibition); 2) the ADHD group will score lower on Conscientiousness and Agreeableness and higher on Extraversion and Neuroticism traits than controls; and 3) Conscientiousness, Openness and Neuroticism will have indirect effects on ADHD symptoms via EF.

#### **4.4.3. Method**

##### **Participants**



The sample included 118 adolescents aged between 12 and 16 years. The ADHD group comprised 75 participants (48 ADHD-I and 27 ADHD-C, age:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.31$ , 68% males), while the control group consisted of 43 participants (age:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ , 55.8% males). In the ADHD group 16% of adolescents had at least one comorbid disorder besides ADHD (Anxiety or Depression), 52% had two or more comorbid diagnoses (Anxiety, Depression, Oppositional defiant disorder, or Conduct disorder), and 32% had ADHD without comorbid conditions. The sample was recruited in the metropolitan area of Barcelona between January 2015 and November 2016. Participants with ADHD were recruited through two child and adolescent mental health centers (85.3%) and a university psychological service (14.7%). The control group was recruited from a secondary school. All participants were born in Spain, except seven (5.9%) who were adopted. Almost all the adolescents (90.5%) lived in two-parent families. The parents' educational level was distributed as follows: high school diploma (ADHD: 34.7%; controls: 25.6%), four years of college (ADHD: 26.4%; controls: 38.4%), education beyond college in professional training (ADHD: 21%; controls: 11.6%), and junior high and primary school (ADHD: 17.9%; controls: 24.4%). The ADHD and control groups did not differ significantly in terms of parents' educational level,  $\chi^2(71, N = 118) = 85.09$ ,  $p = .12$ . All families of the participants were representative of the area where the clinical centers and the school were located.

Clinical diagnoses were made by a certified psychologist and a trained Master's level clinical psychologist using DSM-5 cut-off criteria for ADHD symptoms, age of onset and pervasiveness in familial and social contexts (APA, 2013). The Clinical Interview-Parent Report Form (Barkley & Murphy, 2006) and the Conners-3 Rating Scales-Revised (Conners, 2008) were also applied. Participants were classified as ADHD-I if they met all the criteria for inattention but not those for hyperactivity-impulsivity in the clinical interview, and had a T-score  $\geq 65$  on the DSM inattentive scale and a T-score  $\leq 65$  on the DSM hyperactive-impulsive scale of the Conners-3 scales as reported by parents and teachers. Participants were classified as ADHD-C if they met the criteria for inattention and hyperactivity-impulsivity on the clinical interview and had a T score  $\geq 65$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales of the Conners-3, as reported by both parents and teachers. Controls had fewer than six symptoms of inattention and hyperactivity-impulsivity and T scores  $\leq 60$  on the DSM inattentive and hyperactive-impulsive scales and on the ADHD Index of the Conners-3, as rated by parents and teachers.

Exclusion criteria were: full-scale intelligence quotient (FSIQ) < 85 on the Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition (WISC-IV; Wechsler, 2005); history of tics, neurological disorders, or sensory impairments (seizures or brain injury), and presence of psychiatric disorders (autism spectrum disorder, motor or communication disorders, Tourette's syndrome, psychosis or bipolar disorder).

Final diagnostic assignment was determined by data from the Clinical Interview-Parent Report Form and T scores on the Conners-3 parent and teacher rating scales. All potentially eligible cases were reviewed by a panel of three ADHD experts (i.e., two clinical psychologists and one psychiatrist certified in clinical child and adolescent psychology). Unanimous agreement of the panel was required for the assignment of the participants to the ADHD or control groups, and for comorbid diagnosis.

The ADHD group comprised all participants who were assessed at one of the two child and adolescent mental health centers or the university psychological service, who were diagnosed with ADHD and met the inclusion criteria and none of the exclusion criteria. In order to recruit participants for the control group, meetings were held with the parents and teachers of the secondary school, informing them of the objectives of the study and inviting them to participate. Participation was voluntary in all cases and no financial compensation was offered. Participants and their parents or legal guardians provided informed consent. The study complied with the principles of the 1975 Declaration of Helsinki (revised in Tokyo in 2014).

Ten participants (7.5%) who were being treated with stimulant treatment for ADHD symptoms were asked to discontinue their medication for a period of 24 hours before each assessment session, subsequent to the agreement of the treating physician and under the supervision of their parents.

## Instruments

*Clinical Interview-Parent Report Form* (Barkley & Murphy, 2006). Records information from parents of children and adolescents. It has seven sections: parental concerns and reasons for the assessment; information on the family environment; health and temperament during the first year; school and social history; assessment history and previous treatments; review of DSM disorders (ADHD, defiant oppositional/negative, dissocial,

bipolar, anxiety and mood); and family history (psychopathological background of parents and siblings).

#### Assessment of ADHD symptoms

*Conners scales, 3rd edition (Conners-3; Conners, 2008)*. Evaluates behaviors of inattention and hyperactivity-impulsivity and related problems in executive functioning, learning problems, defiance-aggression, and parent-family relations. The two long forms were used: parent (Conners 3-P: 6-18), and teacher versions (Conners 3-T; 6-18). The DSM scales for inattentive and hyperactive-impulsive were used in addition to the Conners-3 ADHD index. Gallant et al. (2007) reported high internal consistency for the two forms: Conners 3-P (content scales, .85 - .94; DSM symptom scales, .83 - .93), and Conners 3-T (content scales, .92 - .97; DSM symptom scales, .77 - .95).

#### Cognitive EF

*The spatial memory subtest (SSp) of the Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV; Wechsler & Naglieri, 2011)*. Assesses spatial working memory through a task involving nine blocks positioned on a board. The examiner taps the blocks in a certain sequence and the subject must reproduce the sequence by tapping the blocks either in the same order (Span Forward; SpF index) or backwards (Span Backward; SpB index), depending on the instructions given. Internal consistency for this test is high: .84 (SpF) and .79 (SpB). Test-retest stability is also high (.68; Wechsler & Naglieri, 2011). The SpF and SpB raw scores were used here.

*Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF; Osterrieth, 1944; Rey, 1941)*. Evaluates visuoconstructive processes, planning, and visual memory through a task requiring the copying of a complex figure (ROCF-C) and its later reproduction from memory (RCFT-M). Reliability measured with Kendall coefficients (W) ranges between .95 and 1 (Rey, 2003). The percentile scores of copy accuracy, copy time, and immediate recall accuracy were used here.

*Porteus Maze Test (PMT; Porteus, 1973)*. Assesses the ability to anticipate, plan, and inhibit behaviors. The subject is prompted to find his/her way through a series of 12 mazes of increasing difficulty, without lifting the pen or entering a dead end. The PMT has good internal consistency ( $\alpha = .81$ ; Krikorian & Bartok, 1998). Time (in seconds) before beginning

to draw (mazes V to XIV), total Q score (Age quotient), and qualitative Q score were used here.

*Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993).* Assesses reasoning, concept formation, and the ability to change cognitive problem-solving strategies (flexibility). Test-retest reliability (generalization coefficients) ranges from .37 (percentage of perseverative errors) to .72 (non-perseverative errors) (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). The standardized T scores of percent errors, percent perseverative errors, percent conceptual level responses, and number of categories completed were used.

*The Trail Making Test (parts A and B: TMT A-B; Reitan, 1992).* Assesses visual scanning, attention, and cognitive flexibility. It comprises two tasks, A and B, with 25 circles distributed over a sheet of paper. Task A requires the subject to join up the circles, numbered consecutively in ascending order, as quickly as possible. Task B, requires the subject to join up numbers and letters, alternately, in ascending order (e.g., 1-A; A-2 until L-13). Wagner, Helmreich, Dahmen, Lieb, and Tadić (2011) reported excellent test-retest reliability (between .86 to .89). The number of errors on the TMT task B was considered here.

*The d2 Test of Attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998).* Evaluates selective and sustained attention. It consists of a set of letters, p or d, which have some small dashes arranged individually or in pairs either above or below each letter. The subject must cross out only the d with two dashes, regardless of whether the dashes appear above or below the letter or one above and one below. Commission errors and total test effectiveness are taken as indicators of inhibition. Internal consistency ranges from  $\alpha = .61$  (errors of commission) to  $\alpha = .97$  (total test effectiveness; TOT) (Bates & Lemay, 2004). The commission errors and total test effectiveness percentile scores were used.

Cognitive EF measures were grouped by considering the hypothetical, common underlying cognitive process (Strauss et al., 2006, Table 14). Thus, working memory EF included the SSp (forward and backward span) and the ROCF (immediate recall accuracy); planning EF comprised the ROCF (copy accuracy and copy time) and the PMT (planning time in seconds of mazes V to XIV); flexibility EF included the WCST (perseverative errors, conceptual level response, and number of categories completed) and the TMT (total time in seconds, part B); and inhibition EF encompassed the PMT (qualitative Q score) and d2 (commission errors and total test effectiveness).

Table 14

*Summary of cognitive EF measures*

Cognitive EF	Cognitive EF task	Score type	Factor loadings PCA	Total explained variance	
Working memory	Spatial span (SSp) of Wechsler Nonverbal scale of ability (WNV)	SSp Forward	.72	48.09%	
		SSp Backward	.76		
		Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF)	Immediate recall accuracy		.60
			.77		
	ROCF	Copy accuracy			
		Copy time	.37		
Planning	Porteus Maze Test (PMT)	Planning time (seconds) before beginning to draw (mazes V to XIV)	-.64	33.67%	
		Total Q score (Age quotient)	.46		
			.85		
Flexibility	Wisconsin Card Sorting Test (WCST)	Perseverative errors		59.03%	
		Conceptual level responses	.94		
		Number of categories completed	.83		
	Trail Making Test (TMT)	Total time in seconds' part B	-.26		
			.76		
Inhibition	PMT	Qualitative Q score		55.0%	
		d2 Test of Attention	Commission errors		.77
			Total test effectiveness		-.72

*Note.* PCA = Principal Component Analysis. Neuropsychological measures were grouped according to the hypothetical underlying cognitive process that they engage (Mitrushina, Boone, Razani, & D'Elia, 2005; Strauss, Sherman, & Spreen, 2006).

## Personality

*Big Five Questionnaire for Children (BFQ-C; Barbaranelli, Caprara, Rabasca, & Pastorelli, 2003).* This self-report assesses Conscientiousness, Openness/Intellect,

Extraversion/Energy, Agreeableness, and Neuroticism/Emotional Instability in children and adolescents. The BFQ-C consists of 65 items (13 for each personality factor). The reliability coefficients of the Spanish adaptation (BFQ-NA; Del Barrio, Carrasco, & Holgado, 2006) ranged from  $\alpha = .78$  (Emotional Instability) to  $\alpha = .88$  (Conscientiousness). The five-personality factor T-scores were considered here.

### Procedure

The study was approved by the directors of the child and adolescent mental health centers, the university psychological service, and the secondary school. The instruments were administered in three sessions lasting between 60 and 90 minutes each. They were administered in a fixed order as follows: First session: WISC-IV, ROCF; second session: WNV, PMT, TMT, Conners-3 self-report; and third session: WCST, d2, BFQ-C. Data from the WISC-IV are not reported here. Once the assessment process was complete, all participants received a written report with their individual results. In addition, participants in the ADHD group attended a feedback session in the presence of their parents and the reference health professional.

### Data analysis

Differences between groups by gender and age were examined using the chi-square test and the t-test respectively. Given that the four cognitive EF domains (working memory, planning, flexibility, and inhibition; Table 14) grouped several task performance indicators with different score types (percentile, standard or raw scores), the scores were transformed into Z-scores. To obtain a single score for each cognitive EF domain a principal component analysis (PCA) was performed for each of these domains, forcing the solution to extract one component. The factor scores for each cognitive EF factor were obtained using Bartlett's method of regression, and they were thus considered as weighted Z-scores (Table 14). T-scores of BFQ-C and Conners 3 (inattentive and hyperactive-impulsive symptoms) parent reports were transformed in Z-scores. For all the analyses, Z-scores of EF domains, personality traits and ADHD symptoms of total sample were used. A MANCOVA was carried out to analyze differences between groups in personality factors, controlling by gender. Standardized mean difference (Cohen's *d*) effect sizes were calculated based on average and standard deviations of each group in order to assess differences between groups on EF and personality traits. The Cohen's *d* (1992) guidelines for interpreting effect size criteria were also used: 0.20, small; 0.50, medium, 0.80, large. Cohen's *d* values of 1.30 were

considered as very large (Sullivan & Feinn, 2012). Pearson correlations were calculated to explore the relationships between variables, taking into account the following effect size criteria:  $r = .10$  to  $.29$ , low;  $r = .30$  to  $.49$ , moderate;  $r = .50$  to  $1.0$ , high (Cohen, 1988). Finally, Cohen's (1988) effect size criteria for eta squared ( $\eta^2$ ) were also used:  $0.01 - 0.05$ , small;  $0.06 - 0.13$ , medium, and  $\geq 0.14$  large.

Since 'pure' ADHD is rare, and since comorbidity is the rule in ADHD clinical samples (with very few exceptions: see, for example, Yoshimasu et al., 2012), comorbidity was not considered as a covariate for further analysis.

The data analysis strategy for testing the path models was guided by the recommendations of Hayes (2013), with Mplus 7.3 for Mac OS being used to test the hypothesis. We composed a latent variable of EF using working memory, planning, flexibility and inhibition, and a latent variable of personality, using Conscientiousness, Openness, and Neuroticism/Emotional Instability. The mediating effect of EF on the relationship between personality and ADHD symptoms was examined by means of path analysis. Specifically, the set of analyses tested one model with an EF component included as a mediator in the pathway between personality traits component and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms (see Figure 5). Here, EF were hypothesized to mediate the indirect effects of personality on ADHD symptoms. To estimate the models, we used the maximum likelihood method as implemented in Mplus 7.3 (Muthén & Muthén, 1998-2012). Since  $\chi^2$  is sensitive to sample size (Schermelleh-Engel, Moosbrugger, & Müller, 2003), we also assessed model fit by calculating the following fit indices: the standardized root mean squared residual (SRMR) and the root mean square error of approximation (RMSEA), the Tucker-Lewis Index (TLI), and the comparative fit index (CFI). In addition, indirect effects and standard errors were estimated through the bootstrapping method (bootstrap replicates 10.000) in order to obtain more accurate confidence intervals and statistical significance, and to deal with any non-normal sampling distributions (e.g., Hayes & Preacher, 2010; MacKinnon, Fairchild, & Fritz, 2007). This approach is especially useful when dealing with a small sample size (e.g., Shrout & Bolger, 2002).

#### **4.4.4. Results**

The groups did not show differences in age [control:  $M = 13.42$ ,  $SD = 1.38$ ; ADHD:  $M = 13.60$ ,  $SD = 1.32$ ;  $t(116) = -.71$ ,  $p = .49$ ] or gender,  $\chi^2(1, N = 118) = 1.75$ ,  $p = .18$ . There

were no significant gender differences in cognitive EF and personality traits of Conscientiousness, Openness and Neuroticism/Emotional Instability; however, there were significant gender differences for Extraversion (males:  $M = 44.95$ ,  $SD = 8.99$ ; females:  $M = 49.81$ ,  $SD = 9.37$ ;  $t(116) = -2.78$ ,  $p = .01$ ) and Agreeableness (males:  $M = 46.11$ ,  $SD = 8.54$ ; females:  $M = 50.84$ ,  $SD = 8.22$ ;  $t(116) = -2.93$ ,  $p = .01$ ).

Table 15

*Means, Standard Deviation, Cohen's d effect size and MANCOVA analysis of ADHD and control groups on Cognitive EF and BFQ-C self-report measures*

Cognitive EF factors	ADHD	CG	Univariate			
	( $n = 75$ )	( $n = 43$ )	$t/F$	$df$	$p$	Cohen's $d/\eta^2$
Working memory	-.262 (.995)	.457 (.837)	3.992	116	.001	0.782
Planning	-.234 (1.015)	.409 (.835)	3.528	116	.001	0.691
Flexibility	-.083 (1.031)	.146 (.935)	1.204	116	.231	0.232
Inhibition	-.378 (.947)	.659 (.710)	6.242	116	.001	1.239
BFQ-C personality factors						
Conscientiousness	-.463(.637)	.809 (1.00)	7.472	116	.001	1.510
Openness	-.459 (6.37)	.801 (.957)	7.508	116	.001	1.503
Extraversion	-.052 (.981)	.091 (1.03)	.724	116	.453	0.102
Agreeableness	-.243 (.901)	.425 (1.03)	6.970	116	.001	0.109
Neuroticism	.181 (.947)	-.315 (1.02)	2.664	116	.01	0.504

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; CG = control group;  $d$  = Cohen's  $d$  effect size;  $df$  = degree of freedom;  $\eta^2$  = partial eta-squared.

### *Cognitive executive functioning and Big Five personality factors*

Descriptive statistics, Cohen's  $d$  effect size and MANCOVA analysis for the two groups in cognitive EF factors and personality traits are shown in Table 15.

#### *Cognitive EF*

Significant differences were found between ADHD and controls (Table 15). The effect sizes were medium for working memory ( $d = 0.78$ ) and planning ( $d = 0.69$ ), and large for inhibition ( $d = 1.24$ ).



### *Personality traits*

Significant differences were found between ADHD and control groups (Table 15). The effect sizes were medium for Neuroticism/Emotional Instability ( $d = 0.50$ ) and very large for Conscientiousness ( $d = 1.51$ ) and Openness ( $d = 1.50$ ). A MANCOVA analysis showed that the group effect remained statistically significant only for Agreeableness (Wilks'  $\lambda = .122$ ,  $F(2,114) = 6.970$ ,  $p = .001$ ;  $\eta^2 = .109$ ), after controlling for gender, with ADHD group scoring significantly lower than controls.

### *Relationships between personality, cognitive EF factors, and ADHD symptoms*

Table 16 shows Pearson correlations between personality factors, cognitive EF, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms for the ADHD and control groups. Conscientiousness had positive and low-to-moderate correlations with EF of planning,  $r(117) = .20$ ,  $p < .05$  and inhibition,  $r(117) = .33$ ,  $p < .001$ , and negative and high to moderate correlations with inattentive symptoms,  $r(117) = -.60$ ,  $p < .001$  and hyperactive-impulsive symptoms respectively  $r(117) = -.37$ ,  $p < .001$ . Openness showed significant and low-to-moderate correlations with EF, ranging from  $r(117) = .25$ ,  $p < .01$  (planning) to  $r(117) = .35$ ,  $p < .001$  (inhibition), negative and high correlations with inattentive symptoms  $r(117) = -.64$ ,  $p < .001$ , and negative and moderate correlations with hyperactive-impulsive symptoms  $r(117) = -.33$ ,  $p < .001$ . Finally, Neuroticism/Emotional instability had negative and low correlations with the EF of working memory,  $r(117) = -.21$ ,  $p < .05$  and inhibition,  $r(117) = -.19$ ,  $p < .05$ , and positive and moderate correlations with inattentive symptoms,  $r(117) = .30$ ,  $p < .001$  and hyperactive-impulsive symptoms  $r(117) = .31$ ,  $p < .001$ . Agreeableness only showed low and negative correlations with inattentive symptoms,  $r(117) = -.28$ ,  $p < .001$  and hyperactive-impulsive symptoms,  $r(117) = -.21$ ,  $p < .001$ . No significant correlations were found between Extraversion and Agreeableness personality traits and EF.

Inattentive and hyperactive-impulsive symptoms showed negative and low-to-moderate correlations with EF, ranging from  $r(117) = -.23$ ,  $p < .01$  (inhibition and hyperactive-impulsive symptoms) to  $r(117) = -.43$ ,  $p < .001$  (inhibition and inattentive symptoms).

Table 16

*Pearson correlations between cognitive EF factors, personality factors BFQ-C self-report and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms of Conners-3 parent report (DSM subscales) for ADHD and Control groups (N = 118)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. WM	1										
2. PL	.54**	1									
3. FL	.11	.10	1								
4. IN	.57**	.51**	.18	1							
5. BFQ-C	.15	<b>.20*</b>	.08	<b>.33**</b>	1						
6. BFQ-O	<b>.28**</b>	<b>.25**</b>	.07	<b>.35**</b>	.76**	1					
7. BFQ-E	-.11	.02	.02	-.09	.25**	.23*	1				
8. BFQ-A	-.01	-.07	.07	.07	.57**	.52**	.53**	1			
9. BFQ-EI	<b>-.21*</b>	-.14	.04	<b>-.19*</b>	-.26**	-.23*	.10	-.07	1		
10. AN	<b>-.31**</b>	<b>-.37**</b>	-.12	<b>-.43**</b>	<b>-.60**</b>	<b>-.64**</b>	-.10	<b>-.28**</b>	<b>.30**</b>	1	
11. HY	-.14	.00	-.05	<b>-.23*</b>	<b>-.37**</b>	<b>-.33**</b>	.03	<b>-.21*</b>	<b>.31**</b>	.56	1

*Note.* ADHD = attention deficit hyperactivity disorder; WM = working memory, PL = planning; FL = flexibility; IN = inhibition; BFQ = Big Five Questionnaire for Children: C = Conscientiousness; O = Openness; E = Extraversion; A = Agreeableness; EI/N = Emotional Instability/Neuroticism; AN = Conners-3 DSM ADHD inattentive Scale; HY = Conners-3 DSM ADHD hyperactive-impulsive Scale. In bold type, significant correlations between cognitive EF, personality factors, and ADHD symptoms.

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ .

### *Assessing the mediating role of EF between personality traits and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms*

In order to analyze the role of EF as a probable mediating variable between personality traits and ADHD symptoms, a mediational model was constructed. We examined a mediation pathway with personality indirectly related to inattentive and hyperactive-impulsive symptoms via EF, following the usual criteria of structural equation models (SEM). The model that included Conscientiousness, Openness and Neuroticism traits within the latent variable of personality had a poor fit:  $\chi^2 = 36.91$ ,  $df = 2$ ,  $p > .03$ ; CFI = .96; RMSEA = .07 (90% CI = .02 -.11), and SRMR = .06. A structural equation modeling revealed that a model including only Conscientiousness and Openness in the latent variable of personality had a good global fit:  $\chi^2 = 22.02$ ,  $df = 1$ ,  $p > .13$ ; CFI = .98; RMSEA = .05 (90% CI = .00 -.11), and SRMR = .03. The analysis of factor load showed that each path of personality was statistically significant: Conscientiousness ( $\lambda = .93$ ,  $SE = .03$ ,  $p \leq .001$ ) and Openness ( $\lambda = .88$ ,  $SE = .06$ ,  $p \leq .001$ ). In addition, the personality model explained 86% ( $p \leq .001$ ) of the variance in Conscientiousness and 77% ( $p \leq .001$ ) of the variance in Openness. The analysis of factor

load was also examined for EF and each path was statistically significant: working memory ( $\lambda = .74, SE = .06, p \leq .001$ ), planning ( $\lambda = .68, SE = .06, p \leq .001$ ), flexibility ( $\lambda = .17, SE = .08, p \leq .05$ ) and inhibition ( $\lambda = .77, SE = .07, p \leq .001$ ). In addition, the EF model explained 55% ( $p \leq .001$ ) of the variance in working memory, 47% ( $p \leq .001$ ) of the variance in planning and 60% ( $p \leq .001$ ) of the variance in inhibition. The R-Square value for flexibility EF was not acceptable.

The results of the mediational models revealed significant indirect effects of personality on inattentive symptoms via EF ( $\beta = -.10; SE = .04, 95\% \text{ CI } [-.27, -.01], p = .05$ ). Furthermore, no significant indirect effects of personality on hyperactive-impulsive symptoms through EF ( $\beta = -.06; SE = .04, 95\% \text{ CI } [-.23, .05], p = .21$ ) were found. There were direct effects of personality on both inattentive ( $\beta = -.63; SE = .07, 95\% \text{ CI } [-.72, -.12], p = .001$ ) and hyperactive-impulsive symptoms ( $\beta = -.41; SE = .10, 95\% \text{ CI } [-.93, -.42], p = .001$ ). This model explained up to 61% of the variance in inattentive symptoms ( $R^2 = .61$ ) and 25% of the variance in hyperactive-impulsive symptoms ( $R^2 = .25$ ). Thus, EF mediates the association among Conscientiousness and Openness personality factors and inattentive symptoms in adolescents. The final mediational models are shown in Figure 5.

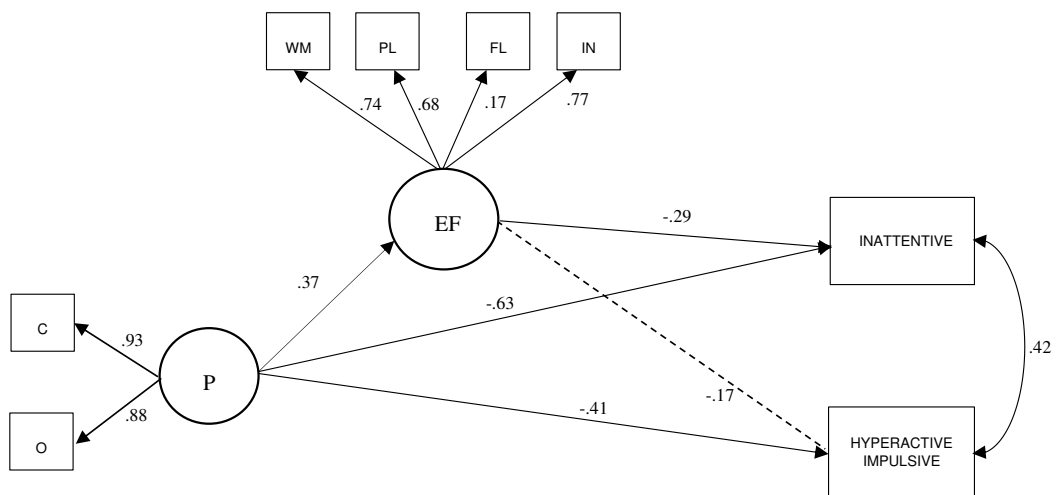


Figure 5. Structural Equation Model of relationship between cognitive executive function, personality traits and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. ( $N = 118$ ). Solid lines show standardized paths coefficients and significant at the  $p < .001$  level. Dashed lines are non-significant paths. *EF* = executive function; *WM* = working memory, *PL* = planning; *FL* = flexibility; *IN* = inhibition; *P* = personality traits; *C* = Conscientiousness; *O* = Openness.

#### 4.4.5. Discussion

This study examined whether ADHD and control groups differed significantly on measures of personality traits and cognitive EF factors. In addition, we sought to determine whether EF could explain the relationships between personality traits and ADHD symptoms. To this end, we tested the indirect effects of personality traits (i.e., Conscientiousness and Openness) via EF (i.e., working memory, planning, flexibility and inhibition) on inattentive and hyperactive-impulsive symptoms.

The results partially support our first hypothesis, namely that the ADHD group would perform worse than controls on measures of cognitive EF factors. The data show that the control group performed better than the ADHD group on all cognitive EF measures except for flexibility. The low scores obtained by the ADHD group on measures of visuospatial memory (spatial span of WNV and immediate recall of ROCF) are consistent with previous reports of common impaired working memory processes in ADHD children (Martinussen et al., 2005; Sowerby, Seal, & Tripp, 2011). This is a relevant finding, since working memory seems to be a central component in everyday self-regulation processes (e.g., attention, emotion and cognition) (Hofmann, Friese, Schmeichel, & Baddeley, 2011), in which some ADHD subjects show deficits (e.g., Barkley, 2016).

Regarding planning, our results indicated significant impairments on this EF factor in ADHD adolescents compared with controls. These findings are in line with those of Dolan and Lennox (2013) and Toplak, Bucciarelli, Jain, and Tannock (2009), who reported significant problems in ADHD adolescents on the Stockings of Cambridge (SOC; Owen, Downes, Sahakian, Polkey, & Robbins, 1990) spatial planning tasks. It is worth stressing that the deficits in planning EF are distinctive of some but not all children with ADHD, since the results depend in some cases on the sensitivity of the executive tasks used (Weyand & Gudmundsdottir, 2015).

We also found that ADHD adolescents performed significantly worse on inhibition tasks than controls. These results corroborate those of Hart et al. (2013) and Homack and Riccio (2004) who reported that ADHD groups showed significant impairments in response inhibition tasks (e.g., go/no-go and Stroop tests) compared with controls. These data support the notion that response inhibition is a central problem in ADHD individuals (Nigg, 2001; Willcutt et al., 2005), although these deficits are not exclusive to ADHD (Corbett & Constantine, 2006). Also, like working memory, inhibition is a key element in self-regulation

processes and can explain behavioral disinhibition and emotional control problems in some children with hyperactive-impulsive ADHD symptoms (e.g., Barkley, 2016).

Regarding flexibility, we found no differences between ADHD group and controls. These findings are consistent with those of Geurts, Verté, Oosterlaan, Roeyers, and Sergeant (2005) who did not find differences between ADHD and community samples on the WCST (i.e., the percentage of perseverative responses). Our results may be associated with the use of the WCST as a measure of flexibility. That is, some authors suggest that performance of complex executive tasks such as the WCST may involve, besides flexibility, other specific executive processes such as working memory and inhibition (Miyake et al., 2000; Mullane & Corkum, 2007) which would question the specificity of this task to assess flexibility. Goschke (2000) suggests that prolonged performance in responses can lead to relatively stable stimulus-task associations (probably related to working memory), which can interfere with new response configurations when a fast and flexible change in performance is required. Also, the differences between ADHD and controls on WCST may depend on age and on the WCST variables used (e.g., perseverative errors) (Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002).

Taken together, our findings corroborate previous research (Loo et al., 2007; Willcutt et al., 2005) and lend partial support to our hypothesis, which posited cognitive EF deficits among adolescents with ADHD (Toplak et al., 2009). More specifically, our data support the claim that ADHD is closely related to impairments of inhibition and spatial working memory problems (e.g., Hart et al., 2013; Martinussen et al., 2005). This is an important point since authors such as Hofmann, Schmeichel, and Baddeley (2012) contend that both working memory and inhibition subserve self-regulatory goal pursuits.

Our data partially confirm our second hypothesis, namely that the ADHD group would score lower than controls on Conscientiousness and Agreeableness and higher on Extraversion and Neuroticism. These findings agree partially with those of Gomez and Corr (2014) and Tackett et al. (2012) who reported significant relationships between ADHD and low scores on Conscientiousness and Agreeableness and high scores on Neuroticism and Extraversion in both children and adults. In particular, our findings suggest that during adolescence ADHD symptoms are probably associated with lower Conscientiousness and Agreeableness, and higher Neuroticism. Also, the fact that we have more cases of ADHD-I in our ADHD group may support these results since the inattentive symptoms appear more specifically related to these two personality traits (Nigg et al., 2002; Tackett et al., 2012). Conscientiousness, Agreeableness and Neuroticism (reversed) capture self-regulation

tendencies in cognitive, emotional and behavioral domains (DeYoung, Peterson, Séguin, & Tremblay, 2008) and can probably explain certain clinical symptoms related to ADHD as a group and, more precisely, the regulation problems in the inattention domain (Martel, 2009). This may suggest that individual differences in the development of these self-regulatory personality traits may be a risk factor or may influence both the emergence of ADHD symptoms (i.e., inattention) and the degree of ADHD persistence into adolescence (i.e., Neuroticism) (e.g., Miller et al., 2008; Nigg et al., 2002).

Extraversion does not appear to differ between ADHD and control groups, as other studies with children and adolescents have found (e.g., Cukrowicz, Taylor, Schatschneider, & Iacono, 2009; De Pauw & Mervielde, 2011). The absence of differences between groups is an interesting finding, since Extraversion together with Conscientiousness and Neuroticism are closely related to impulsive behaviors (DeYoung & Rueter, 2016). Impulsivity is a key component of ADHD, especially of the combined ADHD presentation (Miller, Derefinko, Lynam, Milich, & Fillmore, 2010). Thus, our findings may be related to the fact that in ADHD, Extraversion appears to be more specifically associated with hyperactive-impulsive symptoms (Tackett et al., 2012); in our sample, therefore, the lower number of cases participants with ADHD-C may have influenced the results. Additionally, our findings contrast with those of Martel, Goth-Owens, Martinez-Torteya, and Nigg (2010), who found that children and adolescents with ADHD scored higher than controls on Extraversion. This discrepancy is probably due to the fact that our ADHD sample was smaller than Martel et al.'s, and this may have prevented us from detecting subtle differences between ADHD and controls in Extraversion (Martel et al., 2010).

We also found evidence for intergroup differences in Openness, since the ADHD group scored significantly lower than controls. These findings are consistent with those of Herzhoff et al. (2013) and Jensen-Campbell and Malcolm (2007) who reported associations between Openness to Experience and inattention symptoms in children and adolescents. Data regarding Openness, however, have been less widely reported in samples of ADHD children and adolescents, probably because at this age Openness shares common underlying aspects with Conscientiousness and Extraversion (Soto & John, 2013). In particular, our findings show high correlations between Openness and Conscientiousness ( $r = .76$ ), which is consistent with the idea that in children, Openness measures probably focus more on intellectual content than on conscientiousness (Herzhoff & Tackett, 2012). Despite this, Shiner and DeYoung (2013) suggested that from adolescence onward the personality traits of Openness and

Conscientiousness are more easily differentiated from one another. In addition, the lower scores in Openness are probably related to the high levels of inattention symptoms present in the ADHD group. Indeed, in our sample, the relationships between Openness and inattentive symptoms were large ( $r = -.64$ ) and medium-sized with a neuropsychological measure of attention (i.e., d2, total test effectiveness,  $r = -.36$ ). In this regard, some authors suggest that Openness involves top-down processes from the PFC, specifically those related to attentional control (DeYoung, 2010; Shiner & DeYoung, 2013). If this is correct, then adolescents who score lower on Openness may not pay close attention, and thus perform poorly on attention tasks.

Our findings partially support our second hypothesis, suggesting substantial links between lower Conscientiousness and Agreeableness and higher Neuroticism with ADHD symptoms. No differences were found between the ADHD and control groups in Extraversion, thus corroborating the suggestion of De Pauw and Mervielde (2011) that some sociability and activity contents related to Extraversion facets are expressed differentially in ADHD children. It should be noted that the ADHD group scored significantly lower than controls in Openness, suggesting that in adolescence this personality trait is relevant to understanding the relationships between ADHD symptoms and everyday outcomes reflecting cognitive exploration. Note that the medium-to-large effect size (partial eta squared, Cohen, 1988) for almost all the personality factors of the BFQ-C suggests that these self-reports are useful for identifying personality trait profiles among adolescents with ADHD. Although the use of self-reports in adolescence remains controversial, they provide relevant and coherent information about personality characteristics, whereas the reports provided by parents or teachers may be limited or altered by response biases (Soto, John, Gosling, & Potter, 2008).

With respect to our third hypothesis, namely, that EF may mediate relationships between Conscientiousness and Openness and inattentive symptoms, the findings indicate indirect effects of personality on inattentive symptoms via EF. Thus, as we had tentatively posited, mediation analysis revealed that EF explained the relationships between Conscientiousness and Openness and inattentive symptoms in the overall sample of adolescents. Specifically, higher Conscientiousness and Openness were associated with lower inattentive symptoms via higher cognitive EF. This suggests that EF, considered as cognitive endophenotypes, may be important in explaining the influence of personality traits (i.e., Conscientiousness and Openness; Shiner & DeYoung, 2013) on inattentive symptoms given that all of them shared top-down processes. In particular, this relationship may be due to the

fact that Conscientiousness and Openness, as well as attentional processes and some EF (working memory, flexibility and inhibition), are closely related to the function of dopamine in some regions of the PFC (Allen & DeYoung, 2017; Barnes, Dean, Nandam, O'Connell, & Bellgrove, 2011; DeYoung, 2010).

Overall, these findings consistently suggest that the PFC, which is closely associated with executive functioning (Alvarez & Emory, 2006) and the development of personality traits (DeYoung, 2010; Shiner & DeYoung, 2013), may play a key role in the expression of ADHD symptoms through a top-down process. Evidence from fMRI studies of ADHD samples also suggests that there are dysfunctions in some regions of the PFC and the anterior cingulate cortex which are related to this top-down process (e.g., Allen & DeYoung, 2017; Castellanos, Kelly, & Milham, 2009) in individuals with ADHD. We also found that Conscientiousness and Openness directly predicted inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. These findings are consistent with previous studies reporting associations between ADHD symptoms and Conscientiousness and Openness in samples of children and youngsters with ADHD (Herzhoff et al., 2013; Martel et al., 2009).

Consistent with our third hypothesis, the findings indicate that EF account significantly for the relationship between Conscientiousness and Openness and inattentive symptoms and that, together with personality traits, they are the best predictors of inattentive and hyperactive-impulsive symptoms. These results suggest that ADHD symptoms may be differentially related to personality factors and, therefore, to cognitive executive functioning (Martel, 2016; Martel et al., 2009) via top-down processes. In addition, these patterns of relationships between personality factors, cognitive EF, and inattentive and hyperactive-impulsive symptoms highlight the heterogeneity of ADHD in adolescence.

Overall, in the current study the measures of cognitive EF and personality traits differentiated the ADHD group from controls. The mediation analysis indicated that EF mediated the associations between personality factors (Conscientiousness and Openness) and inattentive symptoms.

From a clinical perspective, and given the inherent heterogeneity of ADHD, it is difficult to assign clear profiles of executive performance and personality features in ADHD adolescents. Thus, clinical assessment of adolescents with ADHD should combine the use of cognitive EF and personality measures, which would make it possible to clarify clinically relevant issues at the level of normative and atypical cognitive and affective development.



This could shed light on the factors that increase the risk of comorbidity in ADHD (e.g., Neuroticism) and provide guidelines for the development of individually tailored treatments targeting executive proficiency and self-regulation skills. In addition, an understanding of the profiles of EF and personality traits in children and adolescents might lead to the identification of risks and protective factors that help to predict and improve long-term adult outcomes. Also, in terms of improving clinical communication, describing a patient in terms of FFM traits may be clearer and more useful for clinical decision-making than describing him or her solely through diagnostic labels such as those used by diagnostic systems (e.g., DSM-5, ICD-10; Mullis-Sweatt, Samuel, & Helle, 2017).

This study does have certain limitations that tend to restrict its generalizability. One is that the ADHD group did not include any hyperactive-impulsive type individuals. Furthermore, we assessed executive functioning solely through neuropsychological tasks; the additional use of rating scales might have brought greater ecological validity to the measures of executive deficits. Also, although our results clearly illustrated that personality traits and EF differ between groups, and are differentially related to ADHD symptoms, our sample sizes restricted our ability to fully explore the nature of these differences.

Despite these limitations, to our knowledge this is the first study to evaluate mediation effects between personality, EF and ADHD in adolescents. Although some studies have shown relationships between personality, EF and ADHD, the links remain unclear. This may be due to individual differences in personality traits and measuring instruments, and the heterogeneity of both executive profiles and ADHD symptoms. Our findings support the hypothesis regarding cognitive EF deficits and the configuration of personality traits in ADHD groups and they extend prior research in terms of understanding the multiple causal pathways associated with the heterogeneity of ADHD. Although there is no consensus on the best neuropsychological tasks for accurately assessing EF, the tasks implemented in this study have proven useful in measuring executive functioning in ADHD samples (e.g., Willcutt et al., 2005). The results suggest that the combined use of personality questionnaires, neuropsychological measures, and rating scales of ADHD symptoms is probably necessary to improve the individual characterization of executive functioning and personality trait configurations in ADHD adolescents.

#### 4.5. Résumé des résultats des études

Dans l'étude I, les groupes atteints du TDAH ont montré des différences significatives dans les scores des indices de mémoire du travail et de vitesse de traitement de l'information du WISC-IV par rapport au groupe témoin. En outre, en ce qui concerne le QIT du WISC-IV, le groupe témoin a obtenu des scores plus élevés que le groupe TDAH-C, suivi par le groupe TDAH-I. Les groupes TDAH-I et TDAH-C ont aussi montré des performances plus basses que le groupe contrôle dans les mesures du versant cognitif et comportemental des FE. De plus, les deux types de mesures ont prouvé être utiles dans la différenciation entre groupes TDAH et contrôle, bien que leurs capacités à différencier entre les deux types de présentation clinique du TDAH semblent être assez limitée. Les mesures du versant cognitif des FE prédisent peu les résultats sur les performances sur les mesures du versant comportemental des FE chez les enfants atteints de TDAH et les témoins.

Dans l'étude II, le degré d'accord entre parents, enseignant et auto-évaluation a oscillé entre faible et modéré chez les enfants souffrant de TDAH, et entre modéré et bon chez les témoins. La méthode graphique de Bland et Altman a clairement indiqué que chez les enfants atteints du TDAH, les informateurs/inter juges coïncident sur la présence de problèmes dans le versant comportemental des FE, mais différent au regard de leur fréquence et de leur intensité. De même dans le groupe contrôle, les informateurs s'accordent sur l'absence de difficultés mais pas sur leur fréquence et leur intensité.

Dans l'étude III, les sujets TDAH et les contrôles ont montré des différences significatives dans les tâches du versant cognitif des FE et les mesures du tempérament. Par rapport au groupe témoin, le groupe TDAH a montré des scores plus bas dans les tâches du versant cognitif des FE à l'exception de la flexibilité ; ainsi que des scores plus bas dans le contrôle exigeant de l'effort et plus élevés dans la surgency et l'affectivité négative. En plus de cela, les deux types de mesures différencient bien les groupes TDAH et contrôle. Les analyses par modèles à équations structurales (SEM) ont montré que le modèle reliant le facteur de tempérament de contrôle exigeant de l'effort et les FE, aux symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité a présenté un bon ajustement. De plus, des patterns différentiels d'effets pour les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité ont pu être observés. Le modèle de médiation indique que les FE exercent des effets indirects sur les symptômes d'inattention via le contrôle exigeant de l'effort.

Dans l'étude IV, par rapport au groupe témoin, le groupe TDAH a montré des scores plus bas dans les mesures du versant cognitif des FE comme dans l'étude III. En ce qui concerne la mesure de personnalité, le groupe TDAH a présenté des scores plus bas dans les traits de personnalité de conscience, d'ouverture et d'agréabilité, de même que des scores plus élevés dans le trait de personnalité de névrosisme, par rapport au groupe contrôle. En plus de cela, les deux mesures ont prouvé être utiles dans la différenciation entre les deux groupes. Les analyses par modèles à équations structurales ont montré que le modèle reliant les traits de conscience, d'ouverture et de névrosisme, et le versant cognitif des FE aux symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité indique un pauvre ajustement. Un deuxième modèle reliant les traits de conscience et d'ouverture et le versant cognitif des FE aux symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité a montré un bon ajustement. De plus, des patterns différentiels d'effets pour les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité ont pu être observés. Le modèle de médiation indique que les traits de conscience et d'ouverture exercent des effets indirects sur les symptômes d'inattention via les FE. Aucune relation de médiation n'a été trouvée sur les symptômes d'hyperactivité-impulsivité.



## 5. DISCUSSION

Dans cette discussion on présente les issues les plus importantes des études qui composent cette thèse. On expose aussi les conclusions relatives à chaque étude, ainsi que les perspectives pour des recherches futures et les implications cliniques. Cette thèse examine les relations entre les fonctions exécutives, les dimensions de tempérament, les traits de personnalité et les symptômes de TDAH dans un échantillon clinique et un échantillon communautaire d'adolescents.

Les résultats des études I, III et IV ont montré que le groupe TDAH a obtenu des performances plus faibles que le groupe contrôle dans toutes les tâches du versant cognitif, à l'exception de la flexibilité, et dans les mesures du versant comportemental des FE. En particulier, en ce qui concerne le versant cognitif des FE, les résultats vont partiellement dans le même sens que ceux de Toplak et al. (2009), qui ont trouvé des déficits dans les domaines des FE de mémoire de travail, de planification, d'inhibition mais aussi dans la flexibilité, contrairement à ce qui a été trouvé dans cette étude. Une méta-analyse de 83 études (Willcutt et al., 2005) a également montré des déficits significatifs sur des tâches d'inhibition, de planification et de mémoire de travail, mettant en évidence des petites tailles d'effet dans les tâches de flexibilité.

Dans l'ensemble ces résultats semblent montrer que les déficits dans les FE d'inhibition et de mémoire de travail visuo-spatial sont étroitement liés au TDAH (Hart et al., 2013 ; Martinussen et al., 2005). À cet égard, certains auteurs suggèrent que les FE de mémoire de travail et d'inhibition sont des éléments clés dans les capacités de régulation cognitive et comportementale (Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012). Cela peut suggérer que le groupe TDAH présente des difficultés significatives d'impulsivité et de contrôle émotionnel comme cela a été rapporté dans d'autres études (e.g., Barkley, 2016). Cependant, les déficits dans la mémoire de travail et d'inhibition ne sont pas exclusifs au TDAH et dépendent des caractéristiques des tâches (e.g., niveau de complexité) (Weyandt & Gudmundsdottir, 2015).

En ce qui concerne la FE de flexibilité, il a été mis en évidence l'absence de différences entre le groupe avec TDAH et le groupe témoin. Allant dans le même sens, plusieurs études ont reporté des relations très modestes voire inexistantes entre des tâches comme le WCST (i.e., réponses ou erreurs de persévération) et les symptômes de TDAH (Frazier et al., 2004, Geurts, et al., 2005). D'autre part, la méta-analyse de Romine et al.

(2004) a montré que les sujets souffrant de TDAH présentent des performances plus faibles que les sujets témoins dans plusieurs indicateurs de performance au WCST (e.g., erreurs de persévération et nombre de catégories complétées). Aussi, Roberts et al. (2017) a montré chez les enfants atteints de TDAH des déficits dans la flexibilité cognitive évaluée avec le TMT (nombre d'erreurs dans la partie B). Globalement, les résultats des études où on examine la relation entre le TDAH et la FE de flexibilité sont variés et peu concluants. En particulier, dans les études I, III et IV, l'absence de différences entre les groupes TDAH et contrôle dans la FE de flexibilité peut être liée à l'âge de l'échantillon, à la validité du WCST en tant que tâche de flexibilité, ainsi qu'aux indices qui ont été choisis pour évaluer la performance dans cette tâche. En effet, plusieurs auteurs remarquent que les performances dans la tâche de WCST augmentent avec l'âge, et les niveaux de performance des adultes dans l'alternance de tâches et le maintien de concept ont déjà été acquis à l'adolescence (e.g., Huizinga & Van Der Molen, 2007). En outre, le WCST est considéré comme une tâche exécutive complexe parce qu'elle implique plusieurs processus exécutifs (i.e., mémoire de travail et inhibition) et non exécutifs, ce qui rend la source de performance dans cette tâche difficile à déterminer (Miyake et al., 2000 ; Müller & Kerns, 2015 ; Sergeant et al., 2002). Cela remet en question la validité du WCST comme une tâche de flexibilité. De même, Sergeant et al. (2002) proposent que le WCST pourrait être mieux adapté pour discriminer des problèmes de flexibilité chez les enfants que chez les adultes, et que les différences de performance entre les groupes TDAH et témoin sur le WCST dépendent des variables du WCST utilisées (i.e., erreurs de persévération).

En outre, le groupe avec TDAH a montré des difficultés par rapport au groupe témoin dans les tâches de planification comme cela a été observé dans d'autres études utilisant la tâche de Stockings of Cambridge (SOC ; Owen et al., 1990) (e.g., Dolan & Lennox, 2013 ; Toplak et al., 2009). Malgré cela, certaines études suggèrent que les déficits de planification sont moins prononcés chez les sujets TDAH en ce qui concerne d'autres types de troubles cliniques tels que par exemple l'autisme (Corbett, Constantine, Hendren, Rocke, & Ozonoff, 2009 ; Weyandt et al., 2014). De plus, parfois les tâches neuropsychologiques les plus utilisées pour évaluer ce domaine exécutif, comme celui de la Tour de Londres (ToL ; Krikorian, Bartok, & Gay, 1994), ne parviennent pas à déceler clairement des déficits de planification dans les échantillons de TDAH (Guerts et al., 2005, Weyandt et al., 2014). Dans les études I, III et IV, le fait de trouver des déficits dans la planification peut être lié au fait que les sujets atteints de TDAH ont montré des déficits significatifs dans les tâches des FE de

mémoire de travail et d'inhibition. En effet, la planification fait partie des FE plus avancées qui reposent sur la mémoire de travail et l'inhibition (Diamond, 2016), lesquelles dans le groupe avec TDAH semblent montrer une importante hétérogénéité dans leurs déficits (Willcutt et al., 2005).

En ce qui concerne les différences par type de présentation de TDAH dans le versant cognitif des FE, les résultats obtenus dans l'étude I montrent l'absence de différences significatives entre les groupes TDAH-I et TDAH-C. Les résultats vont dans le sens de ceux de Skogli, Egeland, Andersen, Hovik, et Øie (2013) qui n'ont pas trouvé de différences entre les sous-types de présentation de TDAH chez des adolescents dans les tâches de mémoire de travail, de flexibilité et de planification. À cet égard, Riccio, Homack, Pizzitola Jarratt, et Wolfe (2006) et Martel et al. (2007) suggèrent qu'ils existent plus de similitudes que de différences dans les processus neurocognitifs entre les types de présentation TDAH-I et TDAH-C. Cependant, contrairement aux résultats observés dans l'étude I, plusieurs auteurs ont trouvé chez les TDAH-C, respectivement les TDAH-I, des déficits dans les FE de mémoire de travail, d'inhibition, de planification, et de flexibilité (e.g., Desman, Petermann, & Hampel, 2007 ; Martinussen & Tannock, 2006 ; Rinsky & Hinshaw, 2011 ; Roberts, Martel, & Nigg, 2017 ; Solanto et al., 2007). Chez les enfants TDAH-I, Martinussen et Tannock (2006) retrouvent des difficultés dans les tâches de mémoire visuo-spatiale, tandis que Chiang et al. (2013) retrouve plus de problèmes dans les tâches de planification visuo-spatiale par rapport au groupe TDAH-C. Les résultats de l'étude I ont probablement été influencés par la taille de l'échantillon ou par la présence d'un plus grand nombre de cas de TDAH-I, ce qui a empêché de détecter des différences subtiles entre les deux groupes de TDAH. De même, les tâches du versant cognitif des FE qui ont été utilisées dans cette étude ne sont pas nécessairement efficaces pour distinguer entre les types de présentation clinique de TDAH (Weyandt et al., 2013). En outre, les résultats laissent supposer que dans l'étude I, probablement ces deux types de présentation de TDAH partagent les mêmes déficits cognitifs dans les domaines exécutifs de mémoire de travail, de planification et d'inhibition.

A propos du versant comportemental des FE, les résultats de l'étude I montrent que les enfants atteints de TDAH ont plus de difficultés que les témoins sur les neuf échelles du CEFI. Il faut remarquer que dans cette étude, le CEFI auto-évaluation a été utilisé. Bien que ce type de mesures des FE ait des limitations liées aux biais de réponse des répondants, les adolescents ont réussi à identifier avec succès leurs difficultés dans les domaines exécutifs de la vie quotidienne. Allant dans le même sens, les travaux de Long et al. (2015) et Weyandt et

al. (2017), qui ont étudié le fonctionnement exécutif avec le BRIEF auto-évaluation, ont rapporté plus de déficits dans plusieurs domaines exécutifs chez les adolescents atteints de TDAH que chez les témoins comme il a pu être observé dans l'étude I. Plusieurs études, incluant des enfants et des adolescents présentant des symptômes TDAH, montrent des déficits importants dans les formes parents et enseignant du BRIEF (Davidson et al., 2016 ; Skogli et al., 2014 ; Toplak et al., 2009). Il convient de noter que bien que très peu d'études se soient intéressées aux relations entre les mesures du versant comportemental des FE et le TDAH, plusieurs travaux montrent que ce type de mesures permet de mieux distinguer entre les cas de TDAH et les autres troubles, ainsi que les contrôles (Weyandt & Gudmundsdottir, 2015).

En ce qui concerne les différences entre les groupes TDAH-I et TDAH-C dans le versant comportemental des FE, les résultats de l'étude I, montrent plus de difficultés pour le groupe TDAH-C que pour le groupe TDAH-I dans l'échelle de régulation émotionnelle du CEFI. Allant dans le même sens, une étude de Semrud-Clikeman et al. (2010) incluant des adolescents atteints de TDAH, montre des déficits significatifs dans l'échelle de contrôle émotionnel du BRIEF chez le groupe TDAH-C par rapport au groupe TDAH-I. De plus, Hovik et al. (2014) ont rapporté des difficultés plus marquantes chez les enfants atteints de TDAH-C que chez les enfants TDAH-I dans l'échelle d'impulsivité du BRIEF laquelle évalue le contrôle inhibiteur, associé à la régulation du comportement et de l'émotion. Ainsi, la présence conjointe des déficits dans les mesures d'inhibition du versant cognitif et comportemental des FE pourrait supposer la présence de difficultés dans la régulation du comportement et des émotions chez les adolescents TDAH. Cependant, la mesure du versant comportemental des FE (CEFI) n'arrive pas à distinguer de façon significative entre les types cliniques de présentation du TDAH. Ces résultats vont partiellement dans le sens de ceux de Skogli et al. (2013) qui ont proposé que les mesures du versant comportemental des FE distinguent de façon significative entre les types de présentation du TDAH, avec plus de difficultés chez les sujets TDAH-C en comparaison aux sujets TDAH-I. Ces différences entre les deux études sont dues probablement au fait que l'étude de Skogli et collègues incluait des échantillons bien équilibrés en termes de types de présentation du TDAH, alors que l'étude I avait plus de cas de TDAH-I.

Globalement, les résultats suggèrent que les mesures du versant cognitif (études I, III et IV) comme du versant comportemental (étude I) des FE distinguent de façon significative les groupes TDAH et contrôle, avec plus de difficultés chez les sujets atteints de TDAH par



rapport au groupe contrôle dans les deux types de tâches. Néanmoins, l'efficacité diagnostique des mesures du versant cognitif comme du versant comportemental des FE au regard des deux types de présentation clinique du TDAH semblent être assez limitée (étude I).

Concernant la nature des relations entre les tâches du versant cognitif et du versant comportemental des FE, les résultats de l'étude I montrent peu d'associations entre les deux types de mesures des FE. À cet égard, une méta-analyse de 20 études (Toplak et al., 2013), examinant les relations entre certaines tâches neuropsychologiques (e.g., WCST) et des inventaires d'évaluation comportementale des FE (e.g., BRIEF et CHEXI) dans plusieurs échantillons cliniques et non cliniques, a montré une corrélation moyenne globale très faible, à seulement  $r = 0,19$ . Par ailleurs, si le score composite du QI total est retiré des résultats, par la suite, le peu de relations significatives trouvées entre les deux types de mesures deviennent fréquemment non significatives (Weyandt & Gudmundsdottir, 2015). Il convient de noter que dans l'étude I malgré le fait que l'intelligence n'ait pas été contrôlée en raison de la relation significative qui existe entre elle-même et les FE, les résultats ont également indiqué des relations très faibles entre les deux types de mesures exécutives. Pour certains auteurs comme Toplak et ses collègues (2013), l'absence de relation entre ces deux types de mesures est probablement due à la façon selon lesquelles elles sont administrées et notées (Muller & Kernis, 2015). En particulier, les mesures du versant cognitif sont administrées dans des conditions hautement standardisées et contrôlées, et sont basées sur plusieurs critères de performance tels que la précision et/ou le temps de réponse (Toplak et al., 2013 ; Toplak et al., 2017). En outre, les tâches neuropsychologiques sont complexes et leur performance s'appuient sur plusieurs processus exécutifs et non exécutifs sous-jacents ce qui remet en question la validité des processus exécutifs qu'elles mesurent (Young, Gurm, & O'Donnell, 2017 ; Toplak et al., 2013). Par contre, les mesures du versant comportemental des FE fournissent un indicateur des compétences exécutives en résolution de problèmes dans des situations relativement complexes de la vie quotidienne (Toplak et al., 2013). À cet égard, Barkley et Fischer (2011) ont proposé que les inventaires d'évaluation comportementale des FE prédisent mieux les altérations dans les principaux domaines de la vie quotidienne que les tâches neuropsychologiques, donc ils peuvent être considérés comme des indices valables des FE dans le TDAH.

De la sorte, plusieurs auteurs suggèrent que les mesures du versant cognitif et du versant comportemental des FE capturent différents aspects du domaine exécutif (Muller & Kernis, 2015 ; Toplak et al., 2013). Par conséquent, les deux types de mesures ne devraient

pas être utilisés de manière interchangeable, mais plutôt comme sources complémentaires d'information pour évaluer de façon compréhensive le domaine exécutif dans multiples contextes (Young, Gurm, & O'Donnell, 2017 ; Toplak et al., 2013). De ce fait, l'application conjointe des mesures du versant cognitif et du versant comportemental des FE, doit être considérée comme une étape essentielle dans l'évaluation du domaine neuropsychologique dans le TDAH (i.e., processus attentionnels, mnésiques et exécutifs).

L'étude II a montré que le groupe TDAH avait un degré de concordance sur les mesures du versant comportemental des FE qui était entre très faible et moyen parmi les différents informateurs (parents, enseignants et auto-évaluation), tandis que le groupe témoin avait un degré qui était entre modéré et bon. De plus, chez le groupe TDAH, l'accord entre les rapports des parents et des enseignants a été constaté dans cinq des neuf échelles du CEFI (attention, régulation émotionnelle, flexibilité, contrôle inhibitoire, initiation) et sur l'indice exécutif global. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Mares, McLuckie, Schwartz, et Saini (2007) et McCandless et O'Laughlin (2007) qui ont trouvé un degré d'accord très faible sur quelques échelles du BRIEF (e.g., contrôle émotionnel, inhibition, initiation et planification/organisation) entre parents et enseignants chez des enfants et adolescents atteints de TDAH. Cela suggère que probablement les parents et les enseignants sont susceptibles d'observer des comportements associés à ceux des échelles dans différentes circonstances (McCandless & O'Laughlin, 2007). Par conséquent, les différences entre ces deux types d'informateurs peuvent refléter des relations entre les facteurs situationnels et la gestion des ressources exécutives de l'enfant pour résoudre des problèmes dans différents contextes. En outre, la concordance entre les rapports des parents et des adolescents a été entre basse et moyenne, et significative, seulement pour les échelles de régulation émotionnelle, d'initiation et de mémoire de travail, comme cela a été observé dans d'autres études (e.g., Steward et al., 2014). Par ailleurs, aucun degré significatif d'accord n'a été trouvé entre les rapports des adolescents et des enseignants. Ces résultats suggèrent d'une part, que le faible degré d'accord entre les rapports des informateurs (i.e., parents, enseignants et auto-évaluation) peut être dû à une tendance chez les enfants atteints de TDAH à surestimer leur rendement au niveau scolaire et social, ou à sous-estimer leurs difficultés (e.g., Evangelista, Owens, Golden, & Pelham, 2008 ; Steward et al., 2014). D'autre part, à l'adolescence les différences entre informateurs peuvent être associées à la nature subjective des rapports des parents (e.g., négativité ou réponses socialement souhaitables). De même, qu'au niveau du biais des enseignants dans leurs jugements des compétences et des performances au travers des

différents domaines scolaires. Il convient de noter que dans le groupe témoin, l'accord entre les trois informateurs a été assez bon sur presque toutes les échelles du CEFI, ce qui suggère que l'hétérogénéité des déficits exécutifs du TDAH influence probablement le degré d'accord entre évaluateurs. Enfin, la méthode de Bland et Altman montre clairement que parents, enseignants et adolescents coïncident sur la présence de déficits exécutifs, mais diffèrent quant à leur magnitude chez les enfants atteints de TDAH. En général, le faible accord entre les rapports d'informateurs (parents, enseignants ou auto-évaluation) peut être lié aux différences inter-situationnelles dans la gestion de ressources exécutives des enfants ou de différences dans les perceptions et les attentes des évaluateurs (e.g., Mares et al., 2007). Ainsi, bien que les parents, les enseignants ou les enfants ne soient pas toujours d'accord par rapport à la présence de déficits du versant comportemental à la maison ou à l'école, l'information obtenue de leurs rapports est toutefois acceptable et fiable (Achenbach et al., 1987). Ceci est particulièrement important dans l'évaluation diagnostique puisque les rapports, les désaccords et les accords peuvent fournir des informations pertinentes sur les fluctuations des tendances comportementales de l'enfant dans différentes situations et avec des partenaires d'interaction (Achenbach et al., 1987). Ainsi, de telles variations dans l'information peuvent fournir des cibles plus différenciées d'intervention clinique.

L'étude III a mis en évidence que le groupe TDAH avait des scores plus bas sur la dimension du contrôle exigeant de l'effort (CE) et plus élevés sur les dimensions de surgency et d'affectivité négative en comparaison au groupe contrôle. Cela suggère que la mesure du tempérament (EATQ-R-P) fournit des informations utiles qui permettent de distinguer clairement les profils de tempérament des deux groupes. Ces résultats sont dans la lignée des autres travaux (e.g., De Pauw & Mervielde, 2011 ; Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015) qui suggèrent des relations étroites entre ces dimensions du tempérament et le TDAH. Cela suppose que la présence conjointe de traits associés aux niveaux élevés de réactivité et aux niveaux faibles du CE, et leur interaction continue, favorisent probablement la présence des symptômes d'externalisation et les difficultés d'auto-régulation chez des enfants TDAH. Notamment, les scores significativement faibles sur la dimension du CE et les tâches d'inhibition et de mémoire de travail, laissent supposer des difficultés liées aux aspects cognitifs « froids » de l'auto-régulation. Cela peut représenter un facteur de risque pour le maintien et la chronicité des symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité chez les sujets du groupe TDAH. L'étude III s'intéressait aussi aux effets directs et indirects du versant cognitif des FE sur les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité via le CE. En

particulier, les analyses des effets directs significatifs montrent qu'un bon fonctionnement exécutif peut être lié à une faible présence de symptômes d'inattention, mais pas à des symptômes d'hyperactivité-impulsivité. Plusieurs travaux ont aussi confirmé les relations entre certaines mesures du versant cognitif des FE et les symptômes d'inattention (Martel, 2009 ; Martel et al., 2008 ; Martel et al., 2009). Le versant cognitif des FE a également exercé des effets indirects sur les symptômes d'inattention via le CE. À savoir, des scores élevés des FE ont été liés aux scores élevés du CE, qui à leur tour, ont été liés aux scores bas des symptômes d'inattention. Ces résultats suggèrent que des différences individuelles dans le contrôle volontaire (niveaux élevés du CE) peuvent favoriser des capacités à gérer efficacement les ressources exécutives et attentionnelles dans les tâches qui nécessitent de la régulation cognitive. En outre, les aspects cognitifs (froids) des FE, la dimension de CE et la dimension des symptômes d'inattention relient probablement les mêmes processus cognitifs de haut niveau reposant sur le cortex préfrontal (Martel et al., 2009). Ainsi, les compétences d'auto-régulation peuvent être liées au développement significatif durant l'adolescence des circuits neuronaux du cortex préfrontal (e.g., Martel et al., 2009).

En ce qui concerne l'étude IV, les résultats ont montré que par rapport au groupe témoin, le groupe TDAH avait des scores plus bas sur les traits de conscience, d'ouverture et d'agréabilité, alors que les scores de névrosisme étaient plus élevés. De plus, la mesure de la personnalité Big Five (BFQ-C) peut distinguer clairement les caractéristiques de la personnalité associées aux groupes TDAH et contrôle. Bien que peu d'études se soient intéressées aux relations entre la personnalité et le TDAH, les résultats suggèrent une tendance caractérisée par des niveaux faibles de conscience et d'agréabilité, ainsi que des niveaux élevés d'extraversion et du névrosisme (e.g., De Pauw & Mervielde, 2010 ; Herzhoff & Tackett, 2012 ; Martel, 2009 ; Tackett et al., 2015). Allant dans le même sens, l'étude IV offre un support aux issues de ces études en ce qui concerne les relations entre le TDAH et les traits de personnalité de conscience, d'agréabilité et du névrosisme, mais ne parvient pas à trouver des relations avec le facteur d'extraversion. Ces résultats peuvent probablement être liés au fait que dans l'échantillon du groupe TDAH il y avait plus de cas de TDAH-I, ce qui a pu influencer les résultats. En effet, certains aspects du trait d'extraversion sont différenciellement exprimés chez les enfants TDAH car différent dans les niveaux de l'activité (i.e., activité motrice et niveau d'énergie) associés probablement aux symptômes d'hyperactivité-impulsivité, mais pas dans la sociabilité (i.e., grégarité ou expressivité) (De Pauw & Mervielde, 2011). Par ailleurs, dans l'étude IV bien que ce ne soit pas très fréquent,

des relations significatives ont été trouvées aussi entre le trait d'ouverture et les symptômes du TDAH (e.g., Gomez & Corr, 2014). Cela peut être associé au fait que chez les enfants, les mesures du trait d'ouverture se concentrent probablement davantage sur le contenu intellectuel lié au trait de conscience (Herzhoff & Tackett, 2012). Ces résultats suggèrent que les caractéristiques de personnalité trouvées dans le groupe atteint du TDAH reflètent des patterns ou des tendances de comportement qui contribuent à l'autorégulation comportementale et à la gestion de l'impulsivité, lesquelles font partie du noyau central des déficits du TDAH. L'étude IV s'intéressait aussi aux effets directs et indirects des traits de conscience et d'ouverture sur les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité via le versant cognitif des FE. En particulier, les analyses des effets directs significatifs suggèrent que les niveaux élevés des traits de conscience et d'ouverture peuvent être associés à une faible présence de symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité. Ces résultats apportent un soutien à ceux de Martel et al. (2009), suggérant qu'à l'adolescence les symptômes de l'inattention et de l'hyperactivité-impulsivité sont liés à certains aspects régulateurs de la personnalité, tels que ceux du trait de conscience qui reflètent la modulation top-down du comportement et des impulsions (De Young, 2010). Les traits de conscience et d'ouverture ont aussi exercé des effets indirects sur les symptômes d'inattention via le versant cognitif des FE. À savoir, des scores élevés de conscience et d'ouverture ont été liés aux scores élevés des FE, qui à leur tour, ont été liés aux scores bas des symptômes d'inattention. Aucun effet indirect n'a été trouvé pour les symptômes d'hyperactivité-impulsivité. Pris dans l'ensemble, les résultats suggèrent que la présence de certains traits de personnalité et les caractéristiques du fonctionnement exécutif reliés à la régulation de la cognition, du comportement et de l'impulsivité, peuvent être associés à l'expression de symptômes du TDAH (e.g., Herzhoff et al., 2017 ; Martel et al., 2009). Notamment, les traits de personnalité de conscience et d'ouverture sont étroitement liés aux FE (e.g., mémoire de travail et inhibition) ou modulation top-down, et partagent avec elle les structures du cortex préfrontal (De Young, 2010 ; Hall, Fong, & Epp, 2013 ; Murdock et al., 2013 ; Suchy, 2013). De même, les dysfonctionnements attentionnels caractéristiques du TDAH sont étroitement liés aux altérations de certains réseaux neuronaux du cortex préfrontal (Vaidya, 2012). Ainsi, le développement important pendant l'adolescence de certaines structures du cortex préfrontal régulées par les systèmes dopaminergiques, qui soutient la modulation top-down, permettent aux adolescents de mieux contrôler les comportements d'inattention ou d'hyperactivité (e.g., Halperin & Schultz 2006 ; Martel et al., 2009). Il faut noter aussi que, la présence dans l'échantillon du groupe TDAH,

de plus de cas de TDAH-I a pu influencer les résultats, car il n'a probablement pas permis de desceller des relations subtiles entre les FE et les symptômes d'hyperactivité-impulsivité.

### **5.1. Points forts**

Dès lors qu'il n'existe pas de « gold standard » ou de mesure idéale dans le TDAH, l'un des points forts de cette thèse a été le rigoureux protocole d'évaluation clinique qui a été réalisé afin d'obtenir un diagnostic précis du TDAH, en utilisant plusieurs instruments d'évaluation et des informateurs. En particulier, ce protocole a été basé sur le recueil et la combinaison rigoureuse d'informations obtenues à l'aide d'entretiens cliniques, d'échelles d'évaluation des symptômes du TDAH et de l'utilisation de données fournies par différents informateurs (i.e., parents, enseignants et auto-évaluation), à travers de multiples situations. Il est à noter que les formes longues parents, enseignants et auto-évaluation des échelles d'évaluation des symptômes du TDAH ont été utilisées, ce qui a permis d'éviter une évaluation réductrice de l'étendue et de l'impact des déficits associés au TDAH chez les adolescents.

En outre, le recours à un panel de trois experts du TDAH (i.e., deux psychologues et un psychiatre, spécialistes en psychologie clinique de l'enfant et de l'adolescent) pour affirmer le diagnostic du TDAH a permis de réduire les erreurs dans l'assignation des participants aux groupes TDAH ou contrôle. Ajouté à cela, le système de contrôle rigoureux mis en place pour la suspension des médicaments avant chaque session d'évaluation, dans le cas des enfants ayant un traitement médicamenteux pour le TDAH, a permis de réduire la présence d'erreurs dans la collecte des données liées à la performance.

Un autre point fort a été l'âge de l'échantillon qui a couvert une période de l'adolescence marquée par des changements significatifs sur le plan cognitif et émotionnel, qui jusqu'à présent n'a pas été largement étudié dans le TDAH du point de vue des fonctions exécutives, de la personnalité et du tempérament. Ceci a été très pertinent car il a permis de comprendre à quel point à l'adolescence le développement des capacités d'autorégulation, au cœur de la problématique du TDAH, sont le résultat des interrelations entre les processus exécutifs et les attributs de la personnalité et du tempérament.

De même, l'évaluation précise et rigoureuse du fonctionnement exécutif en utilisant à la fois plusieurs mesures du versant cognitif et du versant comportemental des FE a permis d'identifier des déficits significatifs dans certains domaines exécutifs. En outre, les mesures neuropsychologiques du versant cognitif des FE utilisées dans cette étude, ont prouvé dans

d'autres études être efficaces pour identifier de manière fiable les déficits des FE chez les enfants atteints de TDAH. Le CEFI comme mesure du versant comportemental des FE a montré d'une part être sensible aux symptômes du TDAH et d'autre part, être utile pour caractériser le profil de déficits du fonctionnement comportemental exécutif chez les adolescents TDAH. Il est à noter que l'emploi des formes parent, enseignants et auto-évaluation du CEFI a permis un meilleur croisement des résultats avec ceux des mesures neuropsychologiques, ce qui a permis d'établir une image clinique précise des déficits exécutifs globaux associés au TDAH.

Enfin, l'utilisation conjointe des mesures du tempérament et de personnalité a permis d'obtenir d'une part un profil complet des tendances saillantes du comportement associées au TDAH et d'autre part, les répercussions de celles-ci dans plusieurs domaines de la vie des adolescents TDAH.

## **5.2. Points faibles**

Cette étude présente certaines limites qui doivent être prises en compte lors des analyses des résultats. La première est liée au fait que cette étude a utilisé un modèle d'étude transversale, ce qui permet seulement d'établir des relations entre les FE, le tempérament, la personnalité et les symptômes du TDAH, ce qui rend difficile de tirer des conclusions sur les causes possibles. Ce qui rend aussi difficile la généralisation des résultats recueillis à l'ensemble des adolescents atteints de TDAH. Cependant, les différentes analyses réalisées ont identifié des associations significatives entre ces variables.

Deuxièmement, plusieurs limites sont associées aux caractéristiques de l'échantillon. L'échantillon total de taille relativement faible, peut avoir rendu difficile la détection de différences subtiles entre les groupes, peut-être qu'un échantillon plus grand serait plus probant et permettrait de déceler des différences potentielles entre les groupes. Il est à noter que la taille réduite de l'échantillon est due aux caractéristiques cliniques spécifiques des adolescents recrutés et aux difficultés d'accès à ce type d'échantillon dans les centres de soins en santé mentale en Espagne. En outre, les adolescents recrutés sont représentatifs d'une zone spécifique puisqu'ils n'ont été recrutés que dans deux centres cliniques de Barcelone pour des raisons de facilités d'accès, ce qui limite les possibilités de généralisation des résultats. Dans l'échantillon total, il y avait plus de garçons que de filles, ce qui a pu influencer certains des résultats obtenus. Le groupe TDAH a inclus exclusivement des participants avec les présentations

TDAH-I et TDAH-C, mais n'a pas inclus les participants avec la présentation hyperactive-impulsive.

Troisièmement, le protocole d'évaluation des fonctions exécutives n'a pas inclus les tâches du FE du versant chaud aussi appelé *hot* (e.g., délai de gratification) qui aurait permis une évaluation plus complète des FE chez les adolescents atteints de TDAH. Les résultats peuvent également avoir été influencés par l'utilisation des échelles et des questionnaires d'auto-évaluation, car les adolescents peuvent hésiter à rapporter avec précision et de manière objective leur compétence ou leur comportement, en particulier si d'autres personnes reconnaissent qu'il s'agit de problèmes. En outre, l'utilisation des échelles et des questionnaires par les parents et les enseignants peut être affectée par le biais de l'évaluateur, qui indique une tendance ou très positive ou très négative à percevoir les compétences de leurs enfants.

Quatrièmement, certaines limites concernant les analyses devraient être considérées. Les résultats des études peuvent avoir été affectés par le nombre relativement faible de cas de TDAH-C, par rapport à ceux de TDAH-I, ce qui a empêché la détection de différences subtiles entre ces deux types de présentations, réduisant la précision des résultats. Cela peut être particulièrement important dans l'étude I où les mesures du versant cognitif et du versant comportemental des FE n'ont pas réussi à identifier les différences significatives entre les deux types de présentation dans leur performance. Dans l'étude IV, la présence d'un plus grand nombre de symptômes d'inattention, partagés pour les deux types de présentation du TDAH (TDAH-I et TDAH-C), peut avoir influencé les résultats obtenus dans les analyses de médiation où seuls les effets indirects liés aux symptômes d'inattention ont été trouvés.

### **5.3. Perspectives pour de nouvelles recherches**

Sur la base des résultats obtenus, des études futures pourraient envisager de reproduire les résultats de cette recherche dans des échantillons d'adolescents plus importants et plus représentatifs du pays. En outre, en considérant des types de diagnostic plus équilibrés entre les groupes TDAH. Des recherches futures pourraient également mettre davantage l'accent sur l'évaluation du versant comportemental des FE avec un plus grand nombre d'instruments, et en examinant ses relations avec le versant cognitif des FE à différentes périodes critiques de développement chez les enfants atteints de TDAH. Ceci afin de délimiter des effets de développement et des trajectoires plus raffinées des relations entre les FE y le TDAH.



#### **5.4. Implications cliniques**

Les résultats des études ont plusieurs implications pour ceux qui travaillent dans l'évaluation et l'intervention des enfants atteints de TDAH. D'abord, d'un point de vue clinique, il est difficile d'établir un profil exécutif, de personnalité et du tempérament, unique et généralisable pour les personnes atteintes de TDAH, en raison de l'hétérogénéité qui caractérise les profils neuropsychologiques et comportementaux associés au déficit. Ainsi, l'évaluation clinique des adolescents TDAH doit combiner l'utilisation de plusieurs mesures du versant cognitif et comportemental des FE, du tempérament et de personnalité pour saisir la nature des déficits exécutifs et émotionnels dans plusieurs contextes (familial, social et scolaire). Ceci permettrait d'établir un tableau clinique précis du TDAH pour éviter une erreur de jugement, c'est-à-dire des enfants diagnostiqués à tort. De même, elle permettrait d'identifier les enfants pour lesquels une prise en charge précoce au niveau du traitement serait nécessaire, et fournirait aussi un guide pour le type d'interventions qui devraient être effectuées en tant qu'options thérapeutiques de première intention.

En particulier, l'évaluation des FE utilisant plusieurs instruments (tâches neuropsychologiques, entretiens et questionnaires) et informateurs (parents, enseignants et auto-évaluation) fournit des informations spécifiques et complémentaires pour mieux saisir la nature des déficits exécutifs dans plusieurs situations, réduit le risque de biais clinique et fournit une meilleure caractérisation des déficits au niveau des FE. Cette information permet de développer des stratégies d'intervention qui sont valides et applicables à plusieurs contextes de vie de l'enfant TDAH.

Finalement, les mesures du tempérament et de personnalité fournissent des informations uniques et complémentaires des tendances de comportement, d'émotions et de cognition associés au TDAH. Ceci peut être essentiel pour identifier les cibles de traitement et pour concevoir des interventions qui améliorent les compétences d'autorégulation spécifiques et les capacités d'adaptation chez les adolescents atteints de TDAH. En outre, en termes d'amélioration de la communication clinique, la description d'un individu à l'aide de caractéristiques de tempérament et/ou personnalité peut être plus claire que de la décrire uniquement par des étiquettes diagnostiques telles que celles utilisées par les systèmes diagnostiques (e.g., DSM-5).

## 6. CONCLUSIONS

Les études I, III, et IV étendent les résultats d'autres études reliant des difficultés du versant cognitif et comportemental des FE aux groupes souffrant de TDAH (e.g., Willcutt et al., 2005 ; Toplak et al., 2009). D'autre part, l'étude I indique également que les deux types de mesures ne parviennent pas à différencier entre les types de présentation du TDAH. Enfin, elle fournit des évidences significatives pour l'utilisation conjointe de ces deux types de mesures dans l'évaluation du fonctionnement exécutif des enfants atteints de TDAH.

L'étude II a mis en évidence un degré de concordance très faible parmi les différents informateurs sur le CEFI comme cela a été observé dans d'autres études avec le BRIEF. Par conséquent, cette étude suggère que les informateurs offrent différentes facettes d'information sur les comportements de l'enfant dans des situations spécifiques de la vie quotidienne. De ce point de vue, ces types d'informations sont complémentaires mais non interchangeables dans un processus d'évaluation du fonctionnement exécutif de l'enfant. La méthode de Bland et Altman permet une visualisation plus claire de la présence des déficits exécutifs et montre que les rapports des informateurs ne sont pas interchangeables, ce qui peut être utile dans l'évaluation clinique du versant comportemental des FE dans le TDAH.

Les résultats de l'étude III étendent ceux des études antérieures (Martel et al., 2009 ; Martel et al., 2008 ; Rettew & McKee, 2005) associant le tempérament, les FE et le TDAH. En outre, cette étude fournit des évidences significatives des effets médiateurs du CE dans les relations entre le versant cognitif des FE et l'expression des symptômes d'inattention dans le TDAH.

L'étude IV étend les résultats d'autres études reliant les traits de la personnalité Big Five, les FE et le TDAH (De Pauw & Mervielde, 2011 ; Herzhoff et al., 2017 ; Martel et al., 2009). En outre, cette étude fournit des évidences significatives qui suggèrent que le versant cognitif des FE peut expliquer les relations entre les traits de la personnalité de conscience et d'ouverture, et l'expression de symptômes d'inattention dans le TDAH.

Dans l'ensemble, Les résultats de cette recherche sont consistants avec l'idée de la présence des déficits des FE à la fois du versant cognitif comme du versant comportemental chez les adolescents atteints de TDAH. Ceci est important puisque la plupart des études qui s'intéressent au fonctionnement exécutif du TDAH se concentrent exclusivement sur le versant cognitif des FE dans lequel tous les enfants atteints de TDAH ne présentent pas toujours de déficits. Ainsi, les mesures traditionnelles du versant cognitif des FE ont identifié

chez les adolescents TDAH une tendance à des déficits dans les FE de mémoire de travail, d'inhibition et de la planification, considérés comme étant des déficits exécutifs fondamentaux dans le TDAH. D'autre part, les mesures du versant comportemental des FE, dans les trois versions du CEFI (parents, enseignants et auto-évaluation), ont mis en évidence des profils très variés et des faiblesses exécutives dans plusieurs contextes chez les adolescents atteints de TDAH. Il convient de noter que globalement, ni les mesures du versant cognitif ni celles du versant comportemental des FE n'ont pu distinguer entre les types de présentation du TDAH-I et TDAH-C. Malgré cela, l'utilisation conjointe des mesures du versant cognitif et du versant comportemental des FE, ainsi que l'intégration de l'information qu'elles fournissent, a permis d'obtenir un profil exécutif relativement complet qui reflétait des déficits significatifs dans plusieurs contextes de vie. De plus, les déficits importants dans toutes les échelles exécutives du CEFI version auto-évaluation chez le groupe TDAH, suggèrent que l'utilisation pendant l'adolescence de ce type d'instrument d'évaluation est peut-être valide.

En ce qui concerne le tempérament, le groupe TDAH présente un profil relié à une forte réactivité émotionnelle et à un faible contrôle volontaire du comportement, ce qui pourrait suggérer des relations étroites entre l'expression des symptômes du TDAH et certains aspects dispositionnels du tempérament. En particulier, les adolescents atteints de TDAH ont montré un très faible niveau du contrôle exigeant de l'effort, qui est considéré comme un corrélât du tempérament très important du TDAH. Par ailleurs, le contrôle exigeant de l'effort a été lié aux symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité ainsi qu'au versant cognitif des FE, ce qui impliquerait que cette dimension du tempérament pourrait être un bon et consistant prédicteur des comportements d'externalisation. Ainsi, chez les adolescents atteints de TDAH, de faibles niveaux du contrôle exigeant de l'effort pourraient expliquer la relation entre les difficultés des FE et l'expression des symptômes du TDAH.

Concernant les traits de personnalité Big Five, les adolescents du groupe TDAH ont montré des caractéristiques saillantes de personnalité qui suggèrent une tendance vers les difficultés dans l'inhibition des comportements et l'auto-régulation des émotions, qui sont considérés comme des aspects centraux du TDAH. Par conséquent, les traits de personnalité Big Five possèdent probablement des caractéristiques dispositionnelles capables de bien saisir l'hétérogénéité comportementale des enfants atteints de TDAH. Spécialement, les traits de conscience, d'ouverture, d'agréabilité et de névrosisme peuvent se considérer comme de bons indicateurs pour comprendre les échecs dans les compétences d'autorégulation comportementale chez les adolescents TDAH. D'un autre côté, les traits de conscience et

d'ouverture ont montré des relations avec le versant cognitif des FE de même qu'avec les symptômes d'inattention et d'hyperactivité-impulsivité. Cela peut impliquer que ces deux traits de personnalité partagent avec les FE certains aspects du contrôle top-down associés à la mobilisation des ressources attentionnelles qui paraissent moins efficaces chez les enfants TDAH. De la sorte, le versant cognitif des FE pourrait probablement expliquer les relations entre les traits de conscience et d'ouverture, et des symptômes associés au domaine de l'attention.

Il est à noter que chez le groupe TDAH, les mesures du tempérament et de la personnalité ont suggéré la présence des traits qui sont considérés dans la littérature comme étant clairement analogues, tels que le contrôle exigeant de l'effort et la conscience, de même que l'affectivité négative et le névrosisme. Cela indique que dans l'évaluation du TDAH, les mesures du tempérament et de personnalité peuvent donner chacune des informations spécifiques et complémentaires sur des tendances de comportement, et expliquer certains résultats relatifs à la qualité de vie des enfants atteints de ce trouble.

L'ensemble des résultats présentés dans cette thèse permet d'envisager des liens entre le fonctionnement exécutif, les dimensions de tempérament, les traits de personnalité et les symptômes du TDAH. Cependant, ni les mesures des FE, ni les caractéristiques du tempérament et de personnalité ne peuvent expliquer complètement l'expression des symptômes du TDAH. C'est pourquoi, ceux-ci devraient plus être vus comme nécessaires, pour mieux comprendre l'hétérogénéité du TDAH, ses voies de développement et les facteurs qui interviennent dans l'expression et la persistance des symptômes.

## **RÉFÉRENCES**

- Achenbach, T. M., McConaughy, S. H., & Howell, C. T. (1987). Child/adolescent behavioral and emotional problems: implications of cross-informant correlations for situational specificity. *Psychological Bulletin*, *85*, 1275–1301. doi:10.1037/0033-2909.101.2.213
- Agnew-Blais, J. C., Polanczyk, G. V., Danese, A., Wertz, J., Moffitt, T. E., & Arseneault, L. (2016). Evaluation of the persistence, remission, and emergence of attention-deficit/hyperactivity disorder in young adulthood. *JAMA Psychiatry Journal*, *73*, 713-720. doi:10.1001/jamapsychiatry.2016.0465
- Aguiar, A., Eubig, P. A., & Schantz, S. L. (2010). Attention deficit/hyperactivity disorder: A focused overview for children’s environmental health researchers. *Environmental Health Perspectives*, *118*, 1646-1653. doi:10.1289/ehp.1002326
- Ahmad, S. I., & Hinshaw, S. P. (2016). Attention-deficit hyperactivity disorder: Similarities to and differences from other externalizing disorders. In T. P. Beauchaine & S. P. Hinshaw (Eds.), *Oxford handbook of externalizing spectrum disorders* (pp. 19–37). New York, NY: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199324675.013.17
- Albert, D., & Steinberg, L. (2011). Judgment and decision making in adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, *21*, 211-224. doi:10.1111/j.1532-7795.2010.00724.x
- Allan, N. P., & Lonigan, C. J. (2011). Examining the dimensionality of effortful control in preschool children and its relation to academic and socioemotional indicators. *Developmental Psychology*, *47*, 905-915. doi:10.1037/a0023748
- Allan, N. P., & Lonigan, C. J. (2014). Exploring dimensionality of effortful control using hot and cool tasks in a sample of preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *122*, 33-47. doi:10.1016/j.jecp.2013.11.013
- Allen, T. A., & DeYoung, C. G. (2017). Personality neuroscience and the five-factor model. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model* (pp. 319-343). New York, NY: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199352487.013.26
- Allik, J., Laidra, K., Realo, A., & Pullman, H. (2004). Personality development from 12 to 18 years of age: changes in mean levels and structure of traits. *European Journal of Personality*, *18*, 445-462. doi:10.1002/per.524
- Allport, G. W. (1937). *Personality: a psychological interpretation*. Oxford, England: Holt.
- Allport, G. W., & Odbert, H. S. (1936). Trait-names: A psycho-lexical study. *Psychological Monographs*, *47*, i-171.

- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17-42. doi:10.1007/s11065-006-9002-x
- Amador-Campos, J.A., Aznar-Casanova, J.A., Bezerra, I., Torro-Alves, N., & Sanchez, M.M. (2015). Attentional blink in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Revista brasileira de psiquiatria*, 37, 133-138. doi:10.1590/1516-4446-2014-1415
- Amador-Campos, J. A., Aznar-Casanova, J. A., Ortiz-Guerra, J. J., Moreno-Sánchez, M., & Medina-Peña, A. (2013). Assessing attention deficit by binocular rivalry. *Journal Attention Disorders*. 19, 1064–1073. doi:10.1177/1087054713482686
- Amador Campos, J. A., Forns Santacana, M., Guàrdia-Olmos, J., & Però Cebollero, M. (2006). Estructura factorial y datos descriptivos del perfil de atención y del cuestionario TDAH para niños en edad escolar [Factor structure and descriptive data of Attention profile and ADHD questionnaire for school age children]. *Psicothema*, 18, 696-703.
- American Academy of Pediatrics. (2011). ADHD: Clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 128, 1007–1022. doi:10.1542/peds.2011-2654
- American Psychiatric Association. (1968). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (2nd ed.) [DSM-II]. Washington, DC: APA.
- American Psychiatric Association. (1980). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (3rd ed.) [DSM-III]. Washington, DC: APA.
- American Psychiatric Association. (1987). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (3rd ed., rev.) [DSM-III-R]. Washington, DC: APA.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.) [DSM-IV]. Washington, DC: APA.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.) [DSM-IV-R]. Washington, DC: APA.
- American Psychiatric Association, APA. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.) [DSM-5]. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (FE) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82. doi:10.1076/chin.8.2.71.8724
- Anderson, P. J. (2008). Towards a developmental model of executive function. In V. Anderson, R. Jacobs, & P. Anderson (Eds.), *Executive Functions and the Frontal Lobes: A lifespan Perspective* (pp. 3-22). New York: Taylor & Francis Group.

- Anderson, V., Anderson, P. J., Jacobs, R., & Smith, M. S. (2008). Development and assessment of executive function: From preschool to adolescence. In V. Anderson, R. Jacobs, & P. J. Anderson (Eds.), *Neuropsychology, neurology, and cognition. Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* (pp. 123-154). Philadelphia: Taylor & Francis.
- Antonini, T. N., Becker, S. P., Tamm, L., & Epstein, J. N. (2015). Hot and cool executive functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid oppositional defiant disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 21, 584-595. doi:10.1017/S1355617715000752
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Barbaranelli, C., Carpara, G., Rabasca, A. & Pastorelli, C. (2003). *A questionnaire for measuring the big five in late Childhood*. *Personality and Individual Differences*, 34, 645-664. doi:10.1016/S0191-8869(02)00051-X
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94. doi:10.1037/0033-2909.121.1.65
- Barkley, R. A. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
- Barkley, R. A. (2012). *Barkley Deficits in Executive Functioning Scale-Children and Adolescents (BDEFS-CA)*. New York: Guilford Press.
- Barkley R. A. (2014). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York, NY: Guilford Press.
- Barkley, R. A. (2016). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and self-regulation: Taking an evolutionary perspective on Executive Functioning. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory and applications* (3rd ed., pp. 497-513). New York, NY: The Guilford Press.
- Barkley, R. A., & Fischer, M. (2011). Predicting impairment in major life activities and occupational functioning in hyperactive children as adults: self-reported executive function (EF) deficits versus EF tests. *Developmental Neuropsychology*, 36, 137-161. doi:10.1080/87565641.2010.549877.
- Barkley, R. A., & Murphy, K. R. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorders. A clinical workbook*. (3rd ed.). New York: Guilford Press.



- Barkley, R. A., & Murphy, K. R. (2011). The nature of executive function (EF) deficits in daily life activities in adults with ADHD and their relationship to performance on EF tests. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 33, 137-158. doi:10.1007/s10862-011-9217-x
- Barkley, R. A., Murphy, K. R., & Fischer, M. (2008). *ADHD in adults: What the science says*. New York: Guilford.
- Barnes, J. J., Dean, A. J., Nandam, L. S., O'Connell, R. G., & Bellgrove, M. A. (2011). The molecular genetics of executive function: role of monoamine system genes. *Biological psychiatry*, 69, 127-143. doi:10.1016/j.biopsych.2010.12.040
- Bates ME, Lemay Jr. EP. (2004) The d2 Test of attention: construct validity and extensions in scoring techniques. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 392-400. doi:10.1017/S135561770410307X
- Bauer, B. W., Gustafsson, H. C., Nigg, J., & Karalunas, S. L. (2017). Working memory mediates increased negative affect and suicidal ideation in childhood attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 1-14. doi:10.1007/s10862-017-9635-5
- Bax, M., & MacKeith, R. (1963). *Minimal cerebral dysfunction*. Little club clinics in developmental medicine. London: Heineman.
- Bell, M. A., Kraybill, J. H., & Diaz, A. (2014). Reactivity, regulation, and remembering: Associations between temperament and memory. In P. J. Bauer & R. Fivush (Eds.), *Handbook on the development of children's memory* (pp. 671-687). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Bertolani, L., de Renzi, E., & Faglioni, P. (1993). Test di memoria non verbale di impiego diagnostico in clinica: taratura su soggetti normali [Normative data on nonverbal memory tests of clinical interest]. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, 54, 477-486.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81, 6, 1641-1660. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x
- Biederman, J., Petty, C. R., Evans, M., Small, J., & Faraone, S. V. (2010). How persistent is ADHD? A controlled 10-year follow-up study of boys with ADHD. *Psychiatry Research*, 177, 299-304. doi:10.1016/j.psychres.2009.12.010
- Blair, C. (2016). The development of executive functions and self-regulation: Third Edition: A bidirectional psychobiological model. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.),

- Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (3th ed., pp. 417–439). New York, NY: Guilford Press.
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child development, 78*, 647–663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1995). Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet, 346*, 1085–7. doi:10.1016/S0140-6736(95)91748-9
- Bodnar, L. E., Prahme, M. C., Cutting, L. E., Denckla, M. B., & Mahone, E. M. (2007). Construct validity of parent ratings of inhibitory control. *Child neuropsychology, 13*, 345–362. doi:10.1080/09297040600899867
- Brown, T. E. (2006). Executive functions and attention deficit hyperactivity disorder: Implications of two conflicting views. *International Journal of Disability, Development and Education, 53*, 35-46. doi:10.1080/10349120500510024
- Brown, T. E. (2013). *A new understanding of ADHD in children and adults: Executive function impairments*. Hove, UK: Routledge.
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *The d2 Test of Attention*. (1st US ed.). Seattle, WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., & Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence, 40*, 458–469. doi:10.1016/j.intell.2012.05.006
- Bunford, N., Evans, S. W., & Wymbs, F. (2015). ADHD and emotion dysregulation among children and adolescents. *Clinical child and family psychology review, 18*, 185-217. doi:10.1007/s10567-015-0187-5
- Bush, G. (2010). Attention-deficit/hyperactivity disorder and attention networks. *Neuropsychopharmacology, 35*, 278–300. doi:10.1038/npp.2009.120
- Buss, A. H., & Plomin, R. (1975). *A temperament theory of personality development*. Oxford, England: Wiley-Interscience.
- Cambridge Cognition (2006). *Neuropsychological Test Automated Battery (CANTABeclipse) manual*. Cambridge: Cambridge Cognition Limited.
- Campbell, S. B., Halperin, J. M., Sonuga-Barke, E. J. S. (2014). A developmental perspective on attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). In: M. Lewis & K. Rudolph (Eds.), *Handbook of developmental psychopathology*. Boston, MA: Springer.

- Capaldi, D. M., & Rothbart, M. K. (1992). Development and validation of an early adolescent temperament measure. *Journal of Early Adolescence*, *12*, 153-173. doi:10.1177/0272431692012002002
- Carlson, S. M., Zelazo, P. D., & Faja, S. (2013). Executive function. In P. D. Zelazo (Ed.), *The Oxford handbook of developmental psychology, Vol. 1: Body and mind* (pp. 706-742). New York, NY: Oxford University Press.
- Caspi, A., Roberts, B. W., & Shiner, R. L. (2005). Personality development: stability and change. *Annual Review of Psychology*, *56*, 453-484. doi: 10.1146/annurev.psych.55.090902.141913
- Caspi, A., & Shiner, R. L. (2006). Personality development. In W. Damon, R. Lerner, & N. Eisenberg (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 3. Social, emotional, and personality development* (6th ed., pp. 300–364). New York, NY: Wiley.
- Castellanos, F. X., Kelly, A. M. C., & Milham, M. P. (2009). The restless brain: Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, resting state functional connectivity and intrasubject Variability. *Canadian Journal of Psychiatry*, *54*, 665–672. doi:10.1177/070674370905401003
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J. S., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: Beyond executive dysfunction. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*, 117-123. doi:10.1016/j.tics.2006.01.011
- Catale, C., & Meulemans, T. (2013). Diagnostic, évaluation et prise en charge du trouble déficitaire de l'attention avec/sans hyperactivité : le point de vue du neuropsychologue. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, *61*, 40-147. doi: 10.1016/j.neurenf.2012.12.005
- Cattell, R. B. (1943). The description of personality: basic traits resolved into clusters. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, *38*, 476-506.
- Cattell, R. B. (1945). The description of personality: principles and findings in a factor analysis. *The American Journal of Psychology*, *58*, 69-90.
- Cattell, R. B. (1947). Confirmation and clarification of the primary personality factors. *Psychometrika*, *12*, 197-220.
- Caye, A., Rocha, T. B., Anselmi, L., Murray, J., Menezes, A. M., Barros, F. C., ... Rohde, L. A. (2016). Attention-deficit/hyperactivity disorder trajectories from childhood to young adulthood: evidence from a birth cohort supporting a late-onset syndrome. *Journal of the American Medical Association psychiatry*, *73*, 705-712. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2016.0383

- Chang, Z., Lichtenstein, P., Asherson, P. J, Larsson, H. (2013). Developmental twin study of attention problems: high heritabilities throughout development. *Journal of the American Medical Association psychiatry*, *70*, 311-318. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2013.287
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M., & Burr, M. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*, 217–227. doi:10.1016/j.acn.2005.12.002
- Cherkasova, M., Sulla, E. M., Dalena, K. L., Pondé, M. P., & Hechtman, L. (2013). Developmental course of attention deficit hyperactivity disorder and its predictors. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *22*, 47–54.
- Chiang, H. L., Huang, L.W., Gau, S. S., & Shang, C. Y. (2013). Associations of symptoms and subtypes of attention-deficit hyperactivity disorder with visuospatial planning ability in youth. *Research in Developmental Disabilities*, *34*, 2986-2995. doi: 10.1016/j.ridd.2013.06.020
- Chung, H. J., Weynandt, L. L. & Swentovsky, A. (2013). The physiology of executive functioning. In S. Goldstein & J. Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 13-28). New York, NY: Springer.
- Clark, K. L., & Noudoost, B. (2014). The role of prefrontal catecholamines in attention and working memory. *Frontiers in Neural Circuits*, *8*, 33. doi:10.3389/fncir.2014.00033
- Cloninger, S. (2009). Conceptual issues in personality theory. In P. J. C. G. Matthews (Ed.), *The Cambridge Handbook of Personality Psychology* (pp. 3-26). New York: Cambridge University Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd edition)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, *1*, 98-101. doi:10.1111/1467-8721.ep10768783
- Cools, R., & D’Esposito, M. (2011). Inverted-U–shaped dopamine actions on human working memory and cognitive control. *Biological Psychiatry*, *69*, e113-e125. doi: 10.1016/j.biopsych.2011.03.028
- Conners, C. K. (2000). *Conners’ Continuous Performance Test user’s manual*. Toronto, Canada: Multi-Health Systems.
- Conners, C. K. (2008). *Conners 3rd edition manual*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.

- Conners, C. K. (2015). History of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). In L. A. Adler, T. J. Spencer, & T. E. Wilens (Eds.), *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in Adults and Children* (pp. 1-15). Cambridge: Cambridge University Press.
- Corbett, B. A., Constantine, L. J., Hendren, R., Rocke, D., & Ozonoff, S. (2009). Examining executive functioning in children with autism spectrum disorder, attention deficit hyperactivity disorder and typical development. *Psychiatry Research*, *166*, 210–222. doi:10.1016/j.psychres.2008.02.005
- Cortese, S., Kelly, C., Chabernaud, C., Proal, E., Di Martino, A., Milham, M. P., & Castellanos, F. X. (2012). Toward systems neuroscience of ADHD: a meta-analysis of 55 fMRI studies. *American Journal of Psychiatry*, *169*, 1038-1055. doi: 10.1176/appi.ajp.2012.11101521
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R. W., ... European ADHD Guidelines Group (EAGG). (2015). Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *54*, 164–174. doi:10.1016/j.jaac.2014.12.010
- Costa, P. T., Jr., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) professional manual*. Odessa, FL : Psychological Assessment.
- Curatolo, P., D’Agati, E., & Moavero, R. (2010). The neurobiological basis of ADHD. *Italian Journal of Pediatrics*, *36*, 1-7. doi:10.1186/1824-7288-36-79
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, *44*, 2037–2078. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- Davidson, F., Cherry, K., & Corkum, P. (2016). Validating the behavior rating inventory of executive functioning for children with ADHD and their typically developing peers. *Applied Neuropsychology: Child*, *5*, 127-137. doi: 10.1080/21622965.2015.1021957
- De Fruyt, F., De Clercq, B., & De Bolle, M. (2017). The Five-Factor model of personality and consequential outcomes in childhood and adolescence. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model* (pp. 507- 520). New York, NY: Oxford University Press.

- De Haan, A., de Pauw, S., van den Akker, A. L., Deković, M., & Prinzie, P. (2017). Long-term developmental changes in children's lower-order big five personality facets. *Journal of Personality*, *85*, 616-631. doi:10.1111/jopy.12265
- De Los Reyes, A., & Kazdin, A.E. (2005). Informant discrepancies in the assessment of childhood psychopathology: A critical review, theoretical framework, and recommendations for further study. *Psychological Bulletin*, *131*, 483-509. doi:10.1037/0033-2909.131.4.483
- De Luca, C. & Leventer, R. (2008). Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. In V. Anderson, R. Jacobs, & P. Anderson (Eds.), *Executive Functions and the Frontal Lobes A Lifespan Perspective* (pp. 23-56). New York: Taylor & Francis Group.
- De Pauw, S. S. W. (2017). Childhood personality and temperament. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model* (pp. 243-280). New York, NY: Oxford University Press.
- De Pauw, S. S., & Mervielde, I. (2010). Temperament, personality and developmental psychopathology: a review based on the conceptual dimensions underlying childhood traits. *Child Psychiatry and Human Development*, *41*, 313-329. doi:10.1007/s10578-009-0171-8
- De Pauw, S. S., & Mervielde, I. (2011). The role of temperament and personality in problem behaviors of children with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *39*, 277-291. doi:10.1007/s10802-010-9459-1
- De Pauw, S. S. W., Mervielde, I., & Van Leeuwen, K. G. (2009). How are traits related to problem behavior in preschool children? Similarities and contrasts between temperament and personality. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *37*, 309-325. doi:10.1007/s10802-008-9290-0
- De Raad, B., & Mlačić, B. (2017). The lexical foundation of the big five factor model. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model* (pp. 191-216). Nueva York NY: Oxford University Press.
- Del Barrio, Carrasco & Holgado, (2006a). *BFQ-NA cuestionario de los Cinco Grandes para niños y adolescentes (adaptación a la población española)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Delis, D. C. (2012). *Delis rating of executive function (D-REF)*. Bloomington, MN: Pearson.

- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan executive function system: Technical manual*. San Antonio, TX: Harcourt Assessment Company.
- Denckla, M. B., & Mahone, M. (2018). Executive functions: Binding together the definitions of attention-deficit/hyperactivity disorder and learning disabilities. In L. Meltzer (Ed.), *Executive function in education* (pp. 5-24). New York, NY: The Guilford Press.
- Dennis, M., Francis, D. J., Cirino, P. T., Schachar, R., Barnes, M. A., & Fletcher, J. M. (2009). Why IQ is not a covariate in cognitive studies of neurodevelopmental disorders. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *15*, 331– 343. doi:10.1017/S1355617709090481
- Desman, C., Petermann, F. & Hampel, P. (2008). Deficit in response inhibition in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Impact of motivation? *Child neuropsychology*, *14*, 483-503. doi:10.1080/09297040701625831.
- DeYoung, C. G. (2010). Personality neuroscience and the biology of traits. *Social and Personality Psychology Compass*, *4*, 1165-1180. doi:10.1111/j.1751-9004.2010.00327.x
- DeYoung, C. G., & Gray, J. R. (2009). Personality neuroscience: Explaining individual differences in affect, behavior, and cognition. In P. J. Corr & G. Matthews (Eds.), *The Cambridge handbook of personality psychology* (pp. 323–346). New York: Cambridge University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A. (2014) Understanding executive functions: What helps or hinders them and how executive functions and language development mutually support one another. *Perspectives on language and literacy*, *40*, 7–11.
- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool age children* (1st ed., pp. 362). Washington, DC: American Psychological Association.
- Dolan, M., & Lennox, C. (2013). Cool and hot executive function in conduct-disordered adolescents with and without co-morbid attention deficit hyperactivity disorder: relationships with externalizing behaviours. *Psychological Medicine*, *43*, 2427-2436. doi:10.1017/S0033291712003078

- Döpfner, M., Hautmann, C., Görtz-Dorten, A., Klasen, F., Ravens-Sieberer, U., & The BELLA study group. (2015). Long-term course of ADHD symptoms from childhood to early adulthood in a community sample. *European Child & Adolescent Psychiatry, 24*, 665-673. doi:10.1007/s00787-014-0634-8
- Douglas, V. I. (1972). Stop, look and listen: The problem of sustained attention and impulse control in hyperactive and normal children. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement, 4*, 259–282. doi:10.1037/h0082313
- Douglas, V. I. (2005). Cognitive deficits in children with attention deficit hyperactivity disorder: A long-term follow-up. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne, 46*, 23-31. doi:10.1037/h0085821
- Douglas, V. I. (2008). “Core deficits” and contingency management in attention deficit hyperactivity disorder. Buffalo, NY: University at Buffalo Center for Children and Families Speaker Series.
- Duggan, E. C., & Garcia-Barrera, M. A. (2015). Intelligence and executive functioning. In J. A. Naglieri & S. Goldstein (Eds.), *Handbook of intelligence* (pp. 435-458). New York, NY: Springer.
- DuPaul, G. J., & Stoner, G. (2014). *ADHD in the schools, third edition: Assessment and intervention strategies* (3th ed.). New York, NY: The Guilford Press.
- DuPaul, G. J., Reid, R., Anastopoulos, A. D., Lambert, M. C., Watkins, M. W., & Power, T. J. (2015). Parent and teacher ratings of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms: Factor structure and normative data. *Psychological Assessment, 28*, 214-225. doi: 10.1037/pas0000166
- Dupont, R. L., Coleman, J. J., Bucher, R. H., & Wilford, B. B. (2008). Characteristics and motives of college students who engage in nonmedical use of methylphenidate. *The American journal on addictions, 17*, 167-71. doi:10.1080/10550490802019642
- Durston, S., & Konrad, K. (2007). Integrating genetic, psychopharmacological and neuroimaging studies: a converging methods approach to understanding the neurobiology of ADHD. *Developmental Review, 27*, 374–395. doi: 10.1016/j.dr.2007.05.001
- Eisenberg, N., Duckworth, A. L., Spinrad, T. L., & Valiente, C. (2014). Conscientiousness: Origins in childhood? *Developmental Psychology, 50*, 1331-1349. doi: 10.1037/a0030977



- Eisenberg, N., Duckworth, A. L., Spinrad, T. L., & Valiente, C. (2014). Conscientiousness: Origins in childhood? *Developmental Psychology*, *50*, 1331-1349. doi:10.1037/a0030977
- Eisenberg, N., Smith, C. L., & Spinrad, T. L. (2011). Effortful control: Relations with emotion regulation, adjustment, and socialization in childhood. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 263-283). New York, NY, US: Guilford Press.
- Eisenberg, N., Spinrad, T. L., & Eggum, N. D. (2010). Emotion-related self-regulation and its relation to children's maladjustment. *Annual Review of Clinical Psychology*, *6*, 495–525. doi: 10.1146/annurev.clinpsy.121208.131208
- Eisenberg, N., & Zhou, Q. (2016). Conceptions of executive function and regulation: When and to what degree do they overlap? In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 115-136). Washington, DC, US: American Psychological Association. doi:10.1037/14797-006
- Ellis, L. K., & Rothbart, M. K. (2001). *Revision of the early adolescent temperament questionnaire*. Paper presented at the 2001 Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Minneapolis, MN.
- Emslie, H., Wilson, F. C., Burden, V., Nimmo-Smith, I., & Wilson, B. A. (2003). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children (BADS-C)*. London, UK: Harcourt Assessment/The Psychological Corporation.
- Engelhardt, L. E., Mann, F. D., Briley, D. A., Church, J. A., Harden, K. P., & Tucker-Drob, E. M. (2016). Strong genetic overlap between executive functions and intelligence. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*, 1141-1159. doi:10.1037/xge0000195
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 44, pp. 145–199). New York, NY: Elsevier.
- Engler, B. (2014). *Personality Theories* (9th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Epstein, J. N., & Loren, R. E. A. (2013). Changes in the definition of ADHD in DSM-5: subtle but important. *Neuropsychiatry*, *3*, 455–458. doi: 10.2217/npv.13.59
- Evangelista, N. M., Owens, J. S., Golden, C., M, Pelham, W. E. (2008). The positive illusory bias: Do inflated self-perceptions in children with ADHD generalize to perceptions of

- others? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*, 779-791. doi:10.1007/s10802-007-9210-8
- Evans, D. E., & Rothbart, M. K. (2009). A Two-Factor Model of Temperament. *Personality and Individual Differences*, *47*, 565–570. doi:10.1016/j.paid.2009.05.010
- Fair, D. A, Bathula, D., Nikolas, M. A., & Nigg, J. T. (2012). Distinct neuropsychological subgroups in typically developing youth inform heterogeneity in children with ADHD. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *109*, 6769–6774. doi:10.1073/pnas.1115365109
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, M., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of cognitive neuroscience*, *3*, 340–347. doi:10.1162/089892902317361886
- Faraone, S.V., Biederman, J., & Mick, E. (2006). The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies. *Psychological Medicine*, *36*, 159-165. doi:10.1017/S003329170500471X
- Faraone, S. V., & Mick, E. (2010). Molecular genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *The Psychiatric Clinics of North America*, *33*, 159–180. doi: 10.1016/j.psc.2009.12.004
- Fernandez, B., Tan-Mansukhani, R., & Essau, C. A. (2017). Emotion regulation and attention deficit hyperactivity disorder. In C. A. Essau, S. Leblanc, & T. H. Ollendick (Eds.), *Emotion regulation and psychopathology in children and adolescents* (pp. 113-128). United Kingdom: Oxford University Press.
- Ficks, C. A. & Waldman, I. D. (2009). Gene-environment interactions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current Psychiatry Reports*, *11*, 387–392. doi: 10.1007/s11920-009-0058-1
- Fischer, M., Barkley, R. A., Smallish, L., & Fletcher, K. (2005). Executive functioning in hyperactive children as young adults: attention, inhibition, response perseveration, and the impact of comorbidity. *Developmental neuropsychology*, *27*, 107-133. doi: 10.1207/s15326942dn2701\_5
- Fisher, B. C. (2013). *What you think ADD/ADHD is, it isn't: Symptoms and neuropsychological testing through time*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions (3rd ed.)*. Hoboken: John Wiley & Sons.

- Foley, M., McClowry, S. G., & Castellanos, F. X. (2008). The relationship between attention deficit hyperactivity disorder and child temperament. *Journal of Applied Developmental Psychology, 29*, 157-169. doi:10.1016/j.appdev.2007.12.005
- Franke, B., Faraone, S. V., Asherson, P., Buitelaar, J., Bau, C. H. D., Ramos-Quiroga, J. A., ... Reif, A. (2012). The genetics of attention deficit/hyperactivity disorder in adults, a review. *Molecular Psychiatry, 17*, 960–987. doi:10.1038/mp.2011.138
- Frazier, T. W., Demaree, H. A., & Youngstrom, E. A. (2004). Meta-analysis of intellectual and neuropsychological test performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology, 18*, 543–555. doi:10.1037/0894-4105.18.3.543
- Fried, R., Chan, J., Feinberg, L., Pope, A., Woodworth, K. Y., Faraone, S. V., & Biederman, J. (2016). Clinical correlates of working memory deficits in youth with and without ADHD: A controlled study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 38*, 487–496. doi:10.1080/13803395.2015.1127896
- Froehlich, T. E., Anixt, J. S., Loe, I. M., Chirdkiatgumchai, V., Kuan, L., & Gilman, R. C. (2011). Update on environmental risk factors for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current Psychiatry Reports, 13*, 333–344. doi:10.1007/s11920-011-0221-3
- Fuermaier, A. B., Hüpen, P., De Vries, S. M., Müller, M., Kok, F. M., Koerts, J., ... Tucha, O. (2017). Perception in attention deficit hyperactivity disorder. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 1*-27. doi:10.1007/s12402-017-0230-0
- Gadow, K. D., & Sprafkin, J. (1999). *Youth's Inventory-4 manual*. Stony Brook, NY: Checkmate Plus Ltd.
- Gallant, S., Conners, C. K., Rzepa, S. R., Pitkanen, J., Marocco, M., & Sitarenious, G. (2007, August). *Psychometric properties of the Conners 3*. Poster presented at the annual meeting of the American Psychological Association, San Francisco.
- García de Vinuesa, F., González Pardo, H., & Pérez Álvarez, M. (2014). *Volviendo a la normalidad. La invención del TDAH y del trastorno bipolar infantil*. Madrid: Alianza Editorial.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin, 134*, 31–60. doi:10.1037/0033-2909
- Geurts, H.M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., & Sergeant, J.A. (2005). ADHD subtypes: Do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*, 457-477. doi:10.1016/j.acn.2004.11.001

- Ghuman, J. K., & Ghuman, H. S. (2014). ADHD in preschool children. In J. K. Ghuman & H. S. Ghuman (Eds.), *ADHD in preschool children: assessment and treatment* (pp. 3-22). New York: Oxford University Press.
- Gioia, G. A., & Isquith, P. K. (2004). Ecological assessment of executive function in traumatic brain injury. *Developmental neuropsychology*, 25, 135-158. doi: 10.1080/87565641.2004.9651925
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *The Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., Kenworthy, L. (2015). *Behavior Rating Inventory of Executive Function – Second Version*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Goldberg, L. R. (1981). Language and individual differences the search for universals in personality lexicons. In L. Wheeler (Ed.), *Review of Personality and Social Psychology* (pp. 141-165). Beverly Hills, CA: Sage Publication.
- Goldberg, L. R. (1990). An alternative “description of personality” The big-five factor structure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 1216-1229. doi: 10.1037//0022-3514.59.6.1216
- Goldberg, L. R. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist*, 48, 26-34. doi:10.1037/0003-066X.48.1.26
- Goldsmith, H. H., Buss, A. H., Plomin, R., Rothbart, M. K., Thomas, A., Chess, S., ... McCall, R. B. (1987). Roundtable: What is temperament? Four approaches. *Child Development*, 58, 505–529. doi:10.2307/1130527
- Goldstein, S., Naglieri, J. A., Princiotta, D., & Otero, T. M. (2013). Introduction: A history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 3–12). New York, NY: Springer.
- Gomez, R., & Corr, P. (2014). ADHD and the five-factor model of personality: a meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 34, 376-388. doi:10.1016/j.cpr.2014.05.002
- Graham, J., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Danckaerts, M., Dittmann, R. W., ... (for the European Guidelines Group). (2011). European guidelines on managing adverse effects of medication for ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 20, 17–37. doi:10.1007/s00787-010-0140-6
- Greenberg, L. M. (1991). TOVA Manual. Minneapolis, MN: Author.

- Grmek, M. D. (1996). La méthodologie de Boscovich/Boscovich's methodology. In *Revue d'histoire des sciences, Un savant du XVIIIe siècle : R. J. Boscovich* (tome 49, n°4, pp. 379-400).
- Gwet, K. L. (2014). *Handbook of Inter-rater Reliability* (3rd ed.). Gaithersburg, MD: Advanced Analytics, LLC.
- Hale, J. B., Reddy, L. A., Weissman, A. S., Lukie, C., & Schneider, A. N. (2013). Integration of neuropsychological assessment and intervention for children with ADHD. In L. A. Reddy, A. S. Weissman, & J. B. Hale (Eds.), *Neuropsychological assessment and intervention for youth: An evidence-based approach to emotional and behavioral disorders* (pp. 127-154). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hall, P. A., Fong, G. T., & Epp, L. J. (2013). Cognitive and personality factors in the prediction of health behaviors: an examination of total, direct and indirect effects. *Journal of Behavioral Medicine, 37*, 1057-1068. doi:10.1007/s10865-013-9535-4
- Halperin, J. M., & Healey, D. M. (2011). The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: Can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 35*, 621–634. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.07.006
- Halperin, J. M., & Schulz, K. P. (2006). Revisiting the role of the prefrontal cortex in the pathophysiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychological Bulletin, 132*, 560-581. doi:10.1037/0033-2909.132.4.560
- Halperin, J. M., Bedard, A. V., & Berwid, O. G. (2010). Principles and practice of lifespan developmental neuropsychology. In J. Donders & S. J. Hunter (Eds.), *Attention deficit hyperactivity disorder: a lifespan synthesis* (pp. 113-126). New York: Cambridge University Press.
- Halperin, J. M., O'Neill, S., Simone, A. N., & Bouchtein, E. (2015). Executive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. In S. Koffler, J. Morgan, B. Marcopulos, & M. F. Greiffenstein (Eds.), *Neuropsychology: A Review of science and practice, II* (pp.169-220). New York, NY: Oxford University Press.
- Halperin, J. M., Trampush, J. W., Miller, C. J., Marks, D. J., & Newcorn, J. H. (2008). Neuropsychological outcome in adolescents/young adults with childhood ADHD: profiles of persisters, remitters and controls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines, 49*, 958–966. doi:10.1111/j.1469-7610.2008.01926.x

- Hart, H., Radua, J., Nakao, T., Mataix-Cols, D., & Rubia, K. (2013). Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA Psychiatry, 70*, 185-198. doi:10.1001/jamapsychiatry.2013.277
- Hartman, C. A., Rhee, S. H., Willcutt, E. G., & Pennington, B. F. (2007). Modeling rater disagreement for ADHD: are parents or teachers biased? *Journal of Abnormal Child Psychology, 35*, 536-542. doi:10.1007/s10802-007-9110-y
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York, NY: The Guilford Press.
- Hayes, A. F., & Preacher, K. J. (2010). Quantifying and testing indirect effects in simple mediation models when the constituent paths are nonlinear. *Multivariate Behavioral Research, 45*, 627-660. doi:10.1080/00273171.2010.498290
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test (WCST) Manual, revised and expanded*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Hebben, N., & Milberg, W. (2009). *Essentials of Neuropsychological Assessment* (2nd ed). New York: Wiley.
- Herzhoff, K., Kushner, S.C., & Tackett, J. L. (2017). Personality development in childhood. In J. Specht (Ed.), *Personality Development Across the Lifespan* (pp. 9-23). London: Elsevier.
- Herzhoff, K., & Tackett, J. L. (2012). Establishing construct validity for openness-to-experience in middle childhood: Contributions from personality and temperament. *Journal of Research in Personality, 46*, 286-294. doi:10.1016/j.jrp.2012.02.007
- Herzhoff, K., Tackett, J. L., & Martel, M. M. (2013). A dispositional trait framework elucidates differences between interview and questionnaire measurement of childhood attention problems. *Psychological Assessment, 25*, 1079-1090. doi:10.1037/a0033008
- Hill, P. L., & Edmonds, G. W. (2017). Personality development in adolescence. In J. Specht (Ed.), *Personality Development Across the Lifespan* (pp. 25-38). London: Elsevier.

- Hinshaw, S. P., Owens, E. B., Sami, N., & Fargeon, S. (2006). Prospective follow-up of girls with attention-deficit/hyperactivity disorder into adolescence: Evidence for continuing cross-domain impairment. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 74*, 489-499. doi:10.1037/0022-006X.74.3.489
- Hinshaw, S. P., & Scheffler, R. M. (2014). *The ADHD explosion: Myths, medication, money, and today's push for performance*. New York: Oxford University Press.
- Hobson, C. W., Scott, S., & Rubia, K. (2011). Investigation of cool and hot executive function in ODD/CD independently of ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 52*, 1035-1043. doi:10.1111/j.1469-7610.2011.02454.x
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences, 16*, 174-180. doi:10.1016/j.tics.2012.01.006
- Holmes, J., Hilton, K. A., Place, M., Alloway, T. P., Elliott, J. G., & Gathercole, S. E. (2014). Children with low working memory and children with ADHD: same or different? *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 976. doi:10.3389/fnhum.2014.00976
- Homack, S., & Riccio, C. A. (2004). A meta-analysis of the sensitivity and specificity of the Stroop Color and Word Test with children. *Archives of clinical neuropsychology, 19*, 725-743. doi:10.1016/j.acn.2003.09.003
- Hoogman, M., Bralten, J., Hibar, D. P., Mennes, M., Zwiers, M. P., Scheren, L. S. J.,... Franke, B. (2017). Subcortical brain volume differences in participants with attention deficit hyperactivity disorder in children and adults: a cross-sectional mega-analysis. *The Lancet Psychiatry, 4*, 310-319. doi:10.1016/S2215-0366(17)30049-4
- Hovik, K. T., Egeland, J., Isquith, P. K., Gioia, G., Skogli, E. W., Andersen, P. N., & Øie, M. (2014). Distinct patterns of everyday executive function problems distinguish children with tourette syndrome from children with ADHD or autism spectrum disorders. *Journal of Attention Disorders, 21*, 811-823. doi:10.1177/1087054714550336
- Hoza, B., Murray-Close, D., Arnold, L. E., Hinshaw, S. P., Hechtman, L., & MTA Cooperative Group. (2010). Time-dependent changes in positively biased self-perceptions of children with ADHD: A developmental psychopathology perspective. *Development and Psychopathology, 22*, 375-390. doi:10.1017/S095457941000012X
- Huang-Pollock, C. L., Karalunas, S. L., Tam, H., & Moore, A. N. (2012). Evaluating vigilance deficits in ADHD: A meta-analysis of CPT performance. *Journal of Abnormal Psychology, 121*, 360-371. doi:10.1037/a0027205

- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variables analysis. *Neuropsychologia* 44, 2017–2036. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010
- Huizinga, M., & van der Molen, M. W. (2007) Age group differences in set-switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task. *Developmental Neuropsychology*, 31, 193-215. doi:10.1080/87565640701190817
- Hwang, K., & Luna, B. (2012). The development of brain connectivity supporting prefrontal cortical functions. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principle of frontal lobe functions*, (2nd ed., pp 164-184). New York: Oxford University Press.
- Hwang, S., White, S. F., Nolan, Z. T., Craig Williams, W., Sinclair, S., & Blair, R. J. R. (2015). Executive attention control and emotional responding in attention-deficit/hyperactivity disorder — A functional MRI study. *NeuroImage: Clinical*, 9, 545–554. doi:10.1016/j.nicl.2015.10.005
- IBM SPSS Statistics (Version 24.0) [Computer software]. (2016). Armonk, NY: IBM Corporation Available from www.ibm.com.
- Isquith, P. K., Roth, R. M., & Gioia, G. A. (2010). *Tasks of executive control (TEC)*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Isquith, P. K., Roth, R. M., & Gioia, G. (2013). Contribution of Rating Scales to the Assessment of Executive Functions, *Applied Neuropsychology: Child*, 0, 1-8. doi: 10.1080/21622965.2013.748389
- Jacques, S., & Marcovitch, S. (2010). Development of executive function across the life span. In W. F. Overton (Ed.), *Cognition, biology and methods across the lifespan: Volume 1 of the handbook of life-span development* (pp. 431–466). Hoboken, NJ: Wiley.
- John, O. P., Donahue, E. M., & Kentle, R. L. (1991). *The Big Five Inventory--Versions 4a and 54*. Berkeley, CA: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research.
- Johnson, K. A., Wiersema, J. R., & Kuntsi, J. (2009). What would Karl Popper say? Are current psychological theories of ADHD falsifiable? *Behavioral and Brain Functions: BBF*, 5, 15. doi:10.1186/1744-9081-5-15
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z



- Kasperek, T., Theiner, P., & Filova, A. (2015). Neurobiology of ADHD from childhood to adulthood: Findings of imaging methods. *Journal of Attention Disorders, 19*, 931-943. doi:10.1177/1087054713505322
- Kasper, L. J., Alderson, R. M., & Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review, 32*, 605-617. doi:10.1016/j.cpr.2012.07.001
- Katusic, M. Z., Voigt, R. G., Colligan, R. C., Weaver, A. L., Homan, K. J., & Barbaresi, W. J. (2011). Attention-deficit/hyperactivity disorder in children with high IQ: Results from a population-based study. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics: JDBP, 32*, 103–109. doi:10.1097/DBP.0b013e318206d700
- Kimonis, E. R., & Frick, P. J. (2016). Externalizing disorders. In J.E. Maddux & B.A. Winstead (Eds.), *Psychopathology: Contemporary issues, theory, and research* (4th ed., pp. 365-389). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- King, K. M., Lengua, L. J., & Monahan, K. C. (2013). Individual differences in the development of self-regulation during pre-adolescence: Connections to context and adjustment. *Journal of Abnormal Child Psychology, 41*, 57–69. doi:10.1007/s10802-012-9665-0
- Klein, D. N., Dyson, M. W., Kujawa, A. J., & Kotov, R. (2012). Temperament and internalizing disorders. In M. Zentner & R. Shiner (Ed.), *Handbook of Temperament* (pp. 541-561). New York: Guilford Press.
- Klein, M., Onnink, M., van Donkelaar, M., Wolfers, T., Harich, B., Shi, Y., ... Franke, B. (2017). Brain imaging genetics in ADHD and beyond -Mapping pathways from gene to disorder at different levels of complexity. *Neuroscience and biobehavioral reviews, 80*, 115-155. doi:10.1016/j.neubiorev.2017.01.013
- Klenberg, L., Jämsä, S., Häyrynen, T., Lahti-Nuutila, P., & Korkman, M. (2010). The attention and executive function rating inventory (ATTEX): Psychometric properties and clinical utility in diagnosing ADHD subtypes. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 439–448. doi:10.1111/j.1467-9450.2010.00812.x
- Knight, J. A., Kapland, E., & Ireland, L. D. (2003). Survey findings of Rey-Osterrieth Complex Figure usage. In J. A. Knight & E. F. Kaplan (Eds.), *Handbook of Rey-Osterrieth Complex Figure Usage: Clinical and research applications*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

- Kochanska G., & Knaack, A. (2003). Effortful control as a personality characteristic of young children: Antecedents, correlates, and consequences. *Journal of Personality, 71*, 1087–1112. doi:10.1111/1467-6494.7106008
- Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E.T. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*, 220–232. doi:10.1037/0012-1649.36.2.220
- Kofler, M. J., Rapport, M. D., Sarver, D. E., Raiker, J. S., Orban, S.A., Friedman, L. M., & Kolomeyer, E. G. (2013). Reaction time variability in ADHD: A meta-analytic review of 319 studies. *Clinical Psychology Review, 33*, 795–811. doi:
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). *NEPSY- II: Administration manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Kozak, M., & Wnuk, A. (2014). Including the Tukey mean-difference (Bland–Altman) plot in a statistics course. *Teaching Statistics, 36*, 83–87. doi:10.1111/test.12032
- Krain, A. L., & Castellanos, F. X. (2006). Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review 26*, 433–444. doi:10.1016/j.cpr.2006.01.005
- Kramer, F., & Pollnow, H. (1932). U"ber eine hyperkinetische Erkrankung im Kindesalter. Aus der Psychiatrischen und Nerven-Klinik der Charite' in Berlin (Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Bonhoeffer). *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie 82*, 21–40 [Reprint in Rothenberger, A., & Neuma"rker, K. J. (2005). *Wissenschaftsgeschichte der ADHS. Kramer-Pollnow im Spiegel der Zeit*. Steinkopff, Darmstadt].
- Krieger, V., & Amador-Campos, J. A. (2017). Assessment of executive function in ADHD adolescents: contribution of performance tests and rating scales. *Child Neuropsychology, 18*, 1-25. doi:10.1080/09297049.2017.1386781
- Krikorian, R., Bartok, J., & Gay, N. (1994). Tower of London procedure: A standard method and developmental data. *Journal of clinical and experimental neuropsychology, 16*, 840-850. doi:10.1080/01688639408402697
- Krikorian, A., & Bartok, J. (1998). Developmental data for the Porteus maze test. *The Clinical Neuropsychologist, 12*, 305-310. doi:10.1076/clin.12.3.305.1984
- Kuntsi, J., Pinto, R., Price, T. S., van der Meere, J. J., Frazier-Wood, A. C., & Asherson, P. (2014). The separation of ADHD inattention and hyperactivity-impulsivity symptoms: pathways from genetic effects to cognitive impairments and symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology, 42*, 127–136. doi:10.1007/s10802-013-9771-7

- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., & Thomsen, P. H. (2011). Executive dysfunction in school-age children with ADHD. *Journal Attention Disorders, 15*, 646–655. doi:10.1177/1087054710370935
- Lange, K. W., Reichl, S., Lange, K. M., Tucha, L., & Tucha, O. (2010). The history of attention deficit hyperactivity disorder. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 2*, 241–255. doi:1007/s12402-010-0045-8
- Lantrip, C., Isquith, P. K., Koven, N. S., Welsh, K., & Roth R. M. (2016). Executive function and emotion regulation strategy use in adolescents. *Applied Neuropsychology: Child, 5*, 50–55. doi:10.1080/21622965.2014.960567
- Larsson, H., Chang, Z., D’Onofrio, B. M., & Lichtenstein, P. (2014). The heritability of clinically diagnosed attention-deficit/hyperactivity disorder across the life span. *Psychological Medicine, 44*, 2223–2229. doi:10.1017/S0033291713002493
- Larson, K., Russ, S. A., Kahn, R. S., & Halfon, N. (2011). Patterns of comorbidity, functioning, and service use for US children with ADHD, 2007. *Pediatrics, 127*, 462–470. doi:10.1542/peds.2010-0165
- Laufer, M. W., Denhoff, E., & Solomons, G. (1957). Hyperkinetic impulse disorder in children’s behavior problems. *Psychosomatic Medicine, 19*, 38–49. doi:10.1097/00006842-195701000-00005
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. H. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development, 84*, 1933–1953. doi:10.1111/cdev.12096
- Levy, F., Hay, D. A., Bennett, K. S., & McStephen, M. (2005). Gender differences in ADHD subtype comorbidity. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 44*, 368–376. doi:10.1097/01.chi.0000153232.64968.c1
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment (5th ed.)*. New York, NY, US: Oxford University Press.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological Assessment (4th ed.)*. New York: Oxford University Press.
- Long, E. C., Hill, J., Luna, B., Verhulst, B., & Clark, D. B. (2015). Disruptive behavior disorders and indicators of disinhibition in adolescents: the BRIEF-SR, anti-saccade task, and D-KEFS color-word interference test. *Journal of Adolescence, 44*, 182–190. doi:10.1016/j.adolescence.2015.07.003
- Lonigan, C. J., & Phillips, B. M. (2001). Temperamental influences on the development of anxiety disorders. In M. W. Vasey & M. R. Dadds (Eds.), *The developmental psychopathology of anxiety*, (pp. 60-91). New York: Oxford University Press.

- Loo, S. K., Humphrey, L. A., Tapio, T., Moilanen, I. K., McGough, J. J., McCracken, J. T., ...Smalley, S.L. (2007). Executive functioning among Finnish adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *46*, 1594-1604. doi:10.1097/chi.0b013e3181575014
- Lucas, R. E., & Donnellan, M. B. (2011). Personality development across the life span: Longitudinal analyses with a national sample from Germany. *Journal of Personality and Social Psychology*, *101*, 847-861. doi:10.1037/a0024298
- MacKinnon, D. P., Fairchild, A. J., & Fritz, M. S. (2007). Mediation analysis. *Annual Review of Psychology*, *58*, 593-614. doi:10.1146/annurev.psych.58.110405.085542
- Maedgen, J. W., & Carlson, C. L. (2000). Social functioning and emotional regulation in the attention deficit hyperactivity disorder subtypes. *Journal of Clinical Child Psychology*, *29*, 30-42. doi:10.1207/S15374424jccp2901\_4
- Mahone, E. M., & Denckla, M. B. (2017). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Historical Neuropsychological Perspective. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *9-10*, 916-929. doi:10.1017/S1355617717000807
- Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2008). A hierarchical competing systems model of the emergence and early development of executive function. *Developmental Science*, *12*, 1-18. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00754.x
- Mares, D., McLuckie, A., Schwartz, M., & Saini, M. (2007). Executive function impairments in children with attention deficit hyperactivity disorder: do they differ between school and home environments? *Canadian Journal of Psychiatry*, *52*, 527-534. doi:10.1177/070674370705200811
- Marks, D., Trampush, J. M., & Chacko, A. (2010). Attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents. In J. Donders & S. J. Hunter (Eds.), *Attention deficit hyperactivity disorder: a lifespan synthesis* (pp. 83-96). New York: Cambridge University Press.
- Martel, M. M. (2009). Research Review: A new perspective on attention deficit/hyperactivity disorder: Emotion dysregulation and trait models. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *50*, 1042-1051. doi:10.1111/j.1469-7610.2009.02105.x
- Martel, M. M. (2016). Dispositional trait types of ADHD in young children. *Journal of Attention Disorders*, *20*, 43-52. doi:10.1177/1087054712466915
- Martel, M. M., & Nigg, J. T. (2006). Child ADHD and personality/temperament traits of reactive and effortful control, resiliency, and emotionality. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *47*, 1175-1183. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01629.x

- Martel, M. M., Gremillion, M. L., & Roberts, B. (2012). Temperament and common disruptive behavior problems in preschool. *Personality and Individual Differences, 53*, 874-879. doi:10.1016/j.paid.2012.07.011
- Martel, M. M., Gremillion, M. L., & Tackett, J. L. (2014). Personality traits elucidate sex differences in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder comorbidity during early childhood. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment, 36*, 237-245. doi:10.1007/s10862-013-9382-1
- Martel, M. M., Goth-Owens, T., Martinez-Torteya, C., & Nigg, J. T. (2010). A person-centered personality approach to heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Abnormal Psychology, 119*, 186-196. doi:10.1037/a0017511
- Martel, M. M., Levinson, C. A., Langer, J. K., & Nigg, J. T. (2016). A network analysis of developmental change in ADHD symptom structure from preschool to adulthood. *Clinical Psychological Science, 4*, 988-1001. doi:10.1177/2167702615618664
- Martel, M. M., Nigg, J. T., & Lucas, R. E. (2008). Trait mechanisms in youth with and without attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Research in Personality, 42*, 895-913. doi:10.1016/j.jrp.2007.12.004
- Martel, M. M., Nigg, J. T., & von Eye, A. (2009). How do trait dimensions map onto ADHD symptom domains? *Journal of Abnormal Child Psychology, 37*, 337-348. doi:10.1007/s10802-008-9255-3
- Martel, M. M., Nikolas, M., & Nigg, J. T. (2007). Executive function in adolescents with ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 46*, 1437-1444. doi:10.1097//chi.06013e31814cf953
- Martel, M. M., Nikolas, M., Jernigan, K., Friderici, K., & Nigg, J. T. (2010). Personality mediation of genetic effects on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology, 38*, 633-643. doi:10.1007/s10802-010-9392-3
- Martel, M. M., Roberts, B., Gremillion, M., von Eye, A., & Nigg, J. T. (2011). External validation of bifactor model of ADHD: Explaining heterogeneity in psychiatric comorbidity, cognitive control, and personality trait profiles within DSM-IV ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology, 39*, 1111-1123. doi:10.1007/s10802-011-9538-y
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity

- disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 377–384. doi:10.1097/01.chi.0000153228.72591.73
- Martinussen, R., & Tannock, R. (2006). Working memory impairments in children with attention-deficit hyperactivity disorder with and without comorbid language learning disorders. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 28, 1073–1094. doi:10.1080/13803390500205700
- Mash, E. J., & Wolfe, D. A. (2016). *Abnormal child psychology*. Boston: Cengage Learning.
- Masi, L., & Gignac, M. (2015). ADHD and comorbid disorders in childhood psychiatric problems, medical problems, learning disorders and developmental coordination disorder. *Clinical Psychiatry*, 1, 1:5. doi:10.4172/2375-4494.1000325
- Matthews, G., Deary, I. J. & Whiteman, M. C. (2009). *Personality Traits*. Third edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Matthews, M., Nigg, J. T., & Fair, D. A. (2014). Attention deficit hyperactivity disorder. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, 16, 235–266. doi: 10.1007/7854\_2013\_249
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2006). WISC-IV and WISC-III profiles in children with ADHD. *Journal Attention Disorders*, 9, 486-493. doi: 10.1177/1087054705283616
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: Evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24, 222–243. doi:10.1037/a0017619
- McCrae, R. R., & Costa, P. T., Jr. (1999). A Five-Factor theory of personality. In L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (Vol. 2, pp. 139-153). New York: Guilford Press.
- Miller, C., Miller, S. R., & Newcorn, J. (2008). Personality characteristics associated with persistent ADHD in late adolescence. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36, 165–173. doi:10.1007/s10802-007-9167-7

- McCandless, S., & O'Laughlin, L. (2007). The clinical utility of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in the diagnosis of ADHD. *Journal of Attention Disorders, 10*, 381-389. doi:10.1177/1087054706292115
- McConaughy, S. H., Ivanova, M. Y., Antshel, K., & Eiraldi, R. B. (2009). Standardized Observational Assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder Combined and Predominantly Inattentive Subtypes. I. Test Session Observations. *School Psychology Review, 38*, 45–66.
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1986). Clinical assessment can benefit from recent advances in personality psychology. *American Psychologist, 41*, 1001–1003.
- McCrae, R. R., & Costa, P. T., Jr. (2008). The five-factor theory of personality. In O. P. John, R. W. Robins, & L. A. Pervin (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 159-181). New York, NY, US: Guilford Press.
- Melegari, M. G., Nanni, V., Lucidi, F., Russo, P. M., Donfrancesco, R., & Cloninger, C. R. (2015). Temperamental and character profiles of preschool children with ODD, ADHD, and anxiety disorders. *Comprehensive Psychiatry, 58*, 94–101. doi:10.1016/j.comppsy.2015.01.001
- Meltzer, L., Dunstan-Brewer, J., & Krishnan, K. (2018). Executive function difficulties and learning differences: Assessment for teaching. In L. Meltzer (Ed), *Executive Function in Education* (2nd ed., pp. 109-141). New York, NY: The Guilford Press.
- Merrell, K.W. (2008). *Behavioral, social, and emotional assessment of children & adolescents* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Mervielde, I., & Asendorpf, J. B. (2000). Variable-centered versus person-centered approaches to childhood personality. In S. E. Hampson (Ed.), *Advances in personality psychology, vol. 1* (pp. 37–76). Philadelphia: Taylor & Francis.
- Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). *Rey Complex Figure Test and Recognition Trial: Professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources
- Mick, E., Faraone, S. V., & Biederman, J. (2004). Age-dependent expression of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms. *The Psychiatric clinics of North America, 27*, 215-224. doi:10.1016/j.psc.2004.01.003
- Miller, G. A., & Chapman. J. P. (2001). Misunderstanding analysis of covariance. *Journal of Abnormal Psychology 110*, 40-48. doi:10.1037/0021-843X.110.1.40

- Miller, M., Ho, J., & Hinshaw, S. P. (2012). Executive functions in girls with ADHD followed prospectively into Young Adulthood. *Neuropsychology, 26*, 278-287. doi:10.1037/0021-843X.110.1.40
- Miller, D. J., Derefinko, K. J., Lynam, D. R., Milich, R., & Fillmore, M. T. (2010). Impulsivity and attention deficit-hyperactivity disorder: Subtype classification using the UPPS impulsive behavior scale. *Journal of psychopathology and behavioral assessment, 32*, 323-332. doi:10.1007/s10862-009-9155-z
- Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J., & D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. Oxford: Oxford University Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science, 21*, 8-14. doi:10.1177/096372141142945
- Moilanen, K. L., & DeLong, K. L. (2017). Self-regulation. In R. J. R. Levesque (Ed.), *Encyclopedia of Adolescence* (2nd ed.). New York, NY: Springer.
- Moriguchi, Y., & Hiraki, K. (2013). Prefrontal cortex and executive function in young children: a review of NIRS studies. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 867. doi:10.3389/fnhum.2013.00867
- Morizot, J. (2014). Construct validity of adolescents' self-reported big five personality traits: importance of conceptual breadth and initial validation of a short measure. *Assessment, 21*, 580-606. doi:10.1177/1073191114524015.
- Mueller, K. L., & Tomblin, J. B. (2012). Diagnosis of ADHD and its behavioral, neurologic and genetic Roots. *Topics in Language Disorders, 32*, 207-227. doi:10.1097/TLD.0b013e318261ffdd
- Mullane, J. C., & Corkum, P. V. (2007). The relationship between working memory, inhibition, and performance on the wisconsin card sorting test in children with and without ADHD. *Journal of Psychoeducational Assessment, 25*, 211-221. doi:10.1177/0734282906297627



- Mullane, J. C., Corkum, P. V., Klein, R. M., McLaughlin, E. N., & Lawrence, M. A. (2011). Alerting, orienting, and executive attention in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders, 15*, 310-320. doi:10.1177/1087054710366384
- Müller, U., & Kerns, K. (2015). The development of executive function. In L. S. Liben, U. Müller, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology and developmental science: Cognitive processes* (pp. 571-623). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc.
- Mullis-Sweatt, S., Samuel, D. B., & Helle, A. (2017). Clinical utility of the Five-Factor Model. In T. A. Widiger (Ed.), *The Oxford Handbook of the Five Factor Model* (pp. 522-536). New York, NY: Oxford University Press.
- Murdock, K. W., Oddi, K. B., & Bridgett, D. J. (2013). Cognitive correlates of personality: Links between executive functioning and the big five personality traits. *Journal of Individual Differences, 34*, 97-104. doi:10.1027/1614-0001/a000104
- Muris, P., & Ollendick, T. H. (2005). The role of temperament in the etiology of child psychopathology. *Clinical child and family psychology review, 8*, 271-289. doi: 10.1007/s10567-005-8809-y
- Murray, D. W., Kollins, S. H., Hardy, K. K., Abikoff, H. B., Swanson, J. M., Cunningham, C., ... Chuang, S. Z. (2007). Parent versus teacher ratings of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms in the Preschoolers with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Treatment Study (PATS). *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology, 17*, 605–620. doi:10.1089/cap.2007.0060
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998-2012). *Mplus user's guide (7th ed.)*. Los Angeles: Muthén & Muthén.
- Naglieri, J. A., & Goldstein, S. (2013). *Comprehensive Executive Function Inventory (CEFI)*. Toronto: Multi-Health Systems Inc.
- Naglieri, J. A., Das, J. P., & Goldstein, S. (2013). *Cognitive Assessment System 2*. Austin: ProEd.
- Naglieri, J. A., & Goldstein, S. (2013). Using the comprehensive executive function inventory (CEFI) to assess executive function: From theory to application. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 223-244). New York: Springer.

- Narad, M., Garner, A., Peugh, J., Tamm, L., Antonini, T., Kingery, K., ... Epstein, J. (2015). Parent-teacher agreement on ADHD symptoms across development. *Psychological Assessment, 27*, 239–248. doi:10.1037/a0037864
- Nigg, J. T. (2006). *What causes ADHD? Toward a multi-path model for understanding what goes wrong and why*. New York: Guilford Press.
- Nigg, J. T. (2006). Temperament and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47*, 395-422. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01612.x
- Nigg, J. T. (2013). Attention-deficit/hyperactivity disorder. In T. P. Beauchaine & S. P. Hinshaw (Eds.), *Child and adolescent psychopathology* (2th ed., pp. 377-410). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Nigg, J. T. (2017). *Getting Ahead of ADHD what next-generation science says about treatments that work—and how you can make them work for your child*. New York, NY: The Guilford Press.
- Nigg, J. T., Blaskey, L. G., Huang-Pollock, C. L., & Rappley, M. D. (2002). Neuropsychological Executive Functions and DSM-IV ADHD Subtypes. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 41*, 59-66. doi:10.1097/00004583-200201000-00012
- Nigg, J. T. & Barkley, R. A. (2014). Attention-deficit/hyperactivity disorder. In E. J. Mash & R. A. Barkley (Eds.), *Child psychopathology* (3th ed., pp. 75-144). New York, NY: Guilford Press.
- Nigg, J. T., Goldsmith, H. H., & Sachek, J. (2004). Temperament and attention deficit hyperactivity disorder: The development of a multiple pathway model. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology, 33*, 42-53. doi: 10.1207/S15374424JCCP3301\_5
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: Do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry, 57*, 1224–1230. doi:10.1016/j.biopsych.2004.08.025
- Nikolas, M., & Nigg, J. T. (2013). Neuropsychological performance and attention-Deficit hyperactivity disorder subtypes and symptom dimensions. *Neuropsychology, 27*, 107-120. doi:10.1037/a0030685

- Norman, W. T. (1963). Toward an adequate taxonomy of personality attributes: Replicated factor structure in peer nomination personality ratings. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 66*, 574–583. doi:10.1037/h0040291
- Nyhus, E., & Barcelo, F. (2009). The Wisconsin Card Sorting Test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: A critical update. *Brain and Cognition, 71*, 437–451. doi:10.1016/j.bandc.2009.03.005
- O'Brien, J.W., Dowell, L.R., Mostofsky, S.H., Denckla, M.B. & Mahone, E.M. (2010). Neuropsychological profile of executive function in girls with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology, 25*, 656-670. doi:10.1093/arclin/acq050
- Oosterlaan, J., & Sergeant, J.A. (1998). Response inhibition and response re- engagement in attention-deficit/hyperactivity disorder, disruptive, anxious and normal children. *Behavioral Brain Research, 94*, 33-43. doi:10.1016/S0166-4328(97)00167-8
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe : contribution à l'étude de la perception et de la mémoire. *Archives de Psychologie, 30*, 206-356.
- Owen, A. M., Downes, J. J., Sahakian, B. J., Polkey, C. E., & Robbins, T. W. (1990). Planning and spatial working memory following frontal lobe lesions in man. *Neuropsychologia, 28*, 1021-1034. doi:10.1016/0028-3932(90)90137-D
- Owens, E. B., & Hinshaw, S. P. (2016). Pathways from neurocognitive vulnerability to co-occurring internalizing and externalizing problems among women with and without attention-deficit/hyperactivity disorder followed prospectively for 16 years. *Development and Psychopathology, 28*, 1013–1031. doi: 10.1017/S0954579416000675
- Owens, J. S., Goldfine, M. E., Evangelista, N. M., Hoza, B., & Kaiser, N. M. (2007). A critical review of self-perceptions and the positive illusory bias in children with ADHD. *Clinical Child and Family Psychology Review, 10*, 335–351. doi:10.1007/s10567-007-0027-3
- Pasamanick, B., Rogers, M. E., & Lilienfeld, A. M. (1956). Pregnancy experience and the development of behavior disorders in children. *American Journal of Psychiatry, 112*, 613-618. doi:10.1176/ajp.112.8.613
- Pauli-Pott, U., & Becker, K. (2011). Neuropsychological basic deficits in preschoolers at risk for ADHD: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review, 31*, 626–637. doi: 10.1016/j.cpr.2011.02.005

- Pérez-Edgar, K. (2015). Effortful control in adolescence: individual differences within a unique developmental window. In G. Oettingen & P. M. Gollwitzer (Eds.), *Self-regulation in Adolescence* (pp. 78–102). Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Perone, S., Almy, B., & Zelazo, P. D. (2018). Toward an understanding of the neural basis of executive function development. In R. Gibb & B. Kolb (Eds.), *The neurobiology of brain and behavioral development* (pp. 291-314). San Diego, USA: Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-804036-2.00011-X
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, *35*, 73–89. doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150525
- Peterson, E., & Welsh, M. C. (2014). The development of hot and cool executive functions in childhood and adolescence: Are we getting warmer? In S. Goldstein & J. Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 45-65). New York, NY: Springer.
- Petrides, M., & Milner, B. (1982). Deficits on subject ordered tasks after frontal and temporal lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, *20*, 249- 262. doi:10.1016/0028-3932(82)90100-2
- Pingault, J. B., Viding, E., Galéra, C., Greven, C. U., Zheng, Y., Plomin, R., & Rijdsdijk, F. (2015). Genetic and environmental influences on the developmental course of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms from childhood to adolescence. *Journal of the American Medical Association Psychiatry*, *72*, 651-658. doi:10.1001/jamapsychiatry.2015.0469
- Pliszka, S. R. (2007). Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *46*, 894-921. doi: 10.1097/chi.0b013e318054e724
- Pliszka, S. R. (2011). *Treating ADHD and comorbid disorders: Psychosocial and psychopharmacological interventions*. New York, NY: Guilford Press.
- Polanczyk, G., de Lima, M. S, Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *The American journal of psychiatry*, *164*, 942–948. doi:10.1176/ajp.2007.164.6.942
- Porteus, S. D. (1973). *Porteus Maze Test: Fifty years application*. Palo Alto, CA: Pacific Books.
- Ptacek, R., Stefano, G. B., Weissenberger, S., Akotia, D., Raboch, J., Papezova, H., ... Goetz, M. (2016). Attention deficit hyperactivity disorder and disordered eating behaviors:

- links, risks, and challenges faced. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, *12*, 571–579. doi:10.2147/NDT.S68763
- Pytlík Zillig, L. M., Hemenover, S. H., & Dienstbier, R. A. (2002). What do we assess when we assess a big 5 traits? A content analysis of the affective, behavioral and cognitive processes represented in the big 5 personality inventories. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *28*, 847–858. doi:10.1177/0146167202289013
- Quinn, M., & Lynch, A. (2016). Is ADHD a ‘real’ disorder? *Support for Learning Volume*, *31*, 59-70. doi:10.1111/1467-9604.12114
- Rajendran, K., Rindskopf, D., O’Neill, S., Marks, D. J., Nomura, Y., & Halperin, J. M. (2013). Neuropsychological functioning and severity of ADHD in early childhood: A four-year cross-lagged study. *Journal of Abnormal Psychology*, *122*, 1179–1188. doi:10.1037/a0034237
- Ramtekkar, U. P., Reiersen, A. M., Todorov, A. A., & Todd, R. D. (2010). Sex and age differences in attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and diagnosis: Implications for DSM-V and ICD-11. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *49*, 217-228.e1-3. doi:10.1016/j.jaac.2009.11.011
- Rauch, W. A., Gold, A., & Schmitt, K. (2012). Combining cognitive and personality measures of impulse control in the assessment of childhood ADHD. *European Journal of Psychological Assessment*, *28*, 208-215. doi:10.1027/1015-5759/a000128
- Reitan, R. M. (1992). *Trail Making Test: Manual for administration and scoring*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Rey, A. (2003). *Rey, Test de Copia y de Reproducción de memoria de figuras geométricas complejas*. Madrid: TEA Ediciones.
- Rettew, D. (2013). *Child Temperament: New thinking about the boundary between traits and illness*. New York: W. W. Norton & Company.
- Rettew, D. C., & McKee, L. (2005). Temperament and its role in developmental psychopathology. *Harvard review of psychiatry*, *13*, 14-27. doi:10.1080/10673220590923146
- Rey, A. (1941). L’examen psychologique dans les cas d’encéphalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, *28*, 286-340.

- Rey, A. (2003). Rey, Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas complejas. Madrid: TEA Ediciones.
- Riccio, C. A., Homack, S., Jarratt, K. P., & Wolfe, M. (2006). Differences in academic and executive function domains among children with ADHD predominantly inattentive and combined types. *Archives of Clinical Neuropsychology, 21*, 657-667. doi:10.1016/j.acn.2006.05.010
- Rinsky, J., & Hinshaw, S. P. (2011). Linkages between childhood executive functioning and adolescent social functioning and psychopathology in girls with ADHD. *Child Neuropsychology, 4*, 368–390. doi:10.1080/09297049.2010.544649
- Roberts, B. W., & Del Vecchio, W. F. (2000). The rank-order consistency of personality traits from childhood to old age: A quantitative review of longitudinal studies. *Psychological Bulletin, 126*, 3-25. doi:10.1037/0033-2909.126.1.3
- Roberts, B. A., Martel, M. M., & Nigg, J. T. (2017). Are there executive dysfunction subtypes within attention-deficit/hyperactivity disorder? *Journal of Attention Disorders, 21*, 284-293. doi:10.1177/1087054713510349
- Roberts, W., Milich, R., & Barkley, R. A. (2015). Primary symptoms, diagnostic criteria, subtyping, and prevalence. In R. A. Barkley (Ed.), *Attention-deficit hyperactivity disorder* (4th ed. pp. 51-80). New York, NY: The Guilford Press.
- Roberts, B. W., Walton, K. E., & Viechtbauer, W. (2006). Patterns of mean-level change in personality traits across the life course: A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological Bulletin, 132*, 1-25. doi:10.1037/0033-2909.132.1.1
- Romine, C. B., Lee, D., Wolfe, M. E., Homack, S., George, C., & Riccio, C. A. (2004). Wisconsin Card Sorting Test with children: A meta-analytic study of sensitivity and specificity. *Archives of Clinical Neuropsychology, 19*, 1027-1041. doi: 10.1016/j.acn.2003.12.009
- Romine, C. B., Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe function: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology, 12*, 190–201. doi:10.1207/s15324826an1204\_2
- Rosenthal, E. N., Riccio, C.A., Gsanger, K.M., & Jarratt, K.P. (2006). Digit span components as predictors of attention problems and executive functioning in children. *Archives of Clinical Neuropsychology, 21*, 131-139. doi:10.1016/j.acn.2005.08.004
- Rothbart, M. K. (2007). Temperament, development, and personality. *Current Directions in Psychological Science, 16*, 207-212. doi:10.1111/j.1467-8721.2007.00505.x

- Rothbart, M. K. (2012). Advances in temperament: history, concepts and measures. In M. Zentner & R. L. Shiner (Eds.), *Handbook of Temperament* (pp. 3-20). New York, NY: The Guilford Press.
- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (1998). Temperament. In W. Damon & N. Eisenberg (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 3, Social, emotional and personality development* (5th ed., pp. 105-176). New York:Wiley.
- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2006). Temperament. In N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (Vol. 3, pp. 99-166). New York:Wiley.
- Rothbart, M. K., Sheese, B. E., Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2011). Developing mechanisms of self-regulation in early life. *Emotion Review*, 3, 207-213. doi: 10.1177/1754073910387943
- Rubia, K., Alegria, A. A., Cubillo, A. I., Smith, A. B., Brammer, M. J., & Radua, J. (2014). Effects of stimulants on brain function in attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Biological Psychiatry*, 76, 616-628. doi:10.1016/j.biopsych.2013.10.016
- Rubio-Stipec, M., Fitzmaurice, G., Murphy, J., & Walker, A. (2003). The use of multiple informants in identifying the risk factors of depressive and disruptive disorders. Are they interchangeable? *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 38, 51-58. doi:10.1007/s00127-003-0600-0
- Rueter, J. A. (2014). The assessment of executive functioning using the Delis Rating of Executive Functions (D-REF). In S. Goldstein & J. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 367-378). New York: Springer.
- Sagvolden, T., Aase, H., Johansen, E. B., & Russell, V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 397-468. doi:10.1017/S0140525X05000075
- Salomone, S., Fleming, G. R., Bramham, J., O'Connell, R. G., & Robertson, I. H. (2016). Neuropsychological deficits in adult ADHD: Evidence for differential attentional impairments, deficient executive functions, and high self-reported functional impairments. *Journal Attention Disorders*, Jan 14. doi: 10.1177/1087054715623045

- Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and performance. *Acta Psychologica*, *53*, 61-97. doi:10.1016/0001-6918(83)90016-1
- Saylor, K. E., & Amann, B. H. (2016). Impulsive aggression as a comorbidity of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, *26*, 19-25. doi:10.1089/cap.2015.0126
- Schachar, R. (2014). Genetics of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): Recent updates and future prospects. *Current Developmental Disorders Reports*, *1*, 41– 49. doi:10.1007/s40474-013-0004-0
- Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., ... Sergeant, J. A. (2004). Executive functioning in boys with ADHD: Primarily an inhibition deficit? *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*, 569-594. doi:10.1016/j.acn.2003.08.005
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Muller H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and goodness-of-fit models. *Methods of Psychological Research Online*, *8*, 23-74.
- Seidman, L. J. (2006). Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clinical Psychology Review*, *26*, 466–485. doi:10.1016/j.cpr.2006.01.004
- Semrud-Clikeman, M., Walkowiak, J., Wilkinson, A., & Butcher, B. (2010). Executive functioning in children with Asperger syndrome, ADHD-combined type, ADHD-predominately inattentive type, and controls. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *40*, 1017-1027. doi:10.1007/s10803-010-0951-9
- Sergeant, J. A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: A critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological Psychiatry*, *57*, 1248-1255. doi:10.1016/j.biopsych.2004.09.010
- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioral and Brain Research*, *130*, 3-28. doi:10.1016/S0166-4328(01)00430-2
- Shapiro, S. K., & Cohen, A. L. (2008). Attention-deficit/hyperactivity disorder: Myth or mental disorder? In S. F. Davis & W. Buskist (Eds.). *21st century psychology: A reference handbook*. (Vol. 2, pp. 79-91). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., Clasen, L., ... Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a



- delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*, 19649–19654. doi:10.1073/pnas.0707741104
- Shaw, P., Gilliam, M., Liverpool, M., Weddle, C., Malek, M., Sharp, W., ... & Giedd, J. (2011). Cortical development in typically developing children with symptoms of hyperactivity and impulsivity: Support for a dimensional view of attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, *168*, 143-151. doi:10.1176/appi.ajp.2010.10030385
- Shaw, P., Stringaris, A., Nigg, J., & Leibenluft, E. (2014). Emotion dysregulation in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, *171*, 276-293. doi:10.1176/appi.ajp.2013.13070966
- Sheslow, D., & Adams, W. (2003). *Wide Range Assessment of Memory and Learning (2nd ed.)*. Wilmington, DE: Wide Range.
- Shiels, K., & Hawk, L. W. (2010). Self-regulation in ADHD: The role of error processing. *Clinical Psychology Review*, *30*, 951-961. doi:10.1016/j.cpr.2010.06.010
- Shimoni, M., Engel-Yeger, B., & Tirosh, E. (2012). Executive dysfunctions among boys with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Performance-based test and parents report. *Research in Developmental Disabilities*, *33*, 858-65. doi:10.1016/j.ridd.2011.12.014
- Shiner, R. L., & DeYoung, C. G. (2013). The structure of temperament and personality traits: A developmental perspective. In P. Zelazo (Ed.), *Oxford handbook of developmental psychology* (pp. 113-141). New York: Oxford University Press.
- Shiner, R. L., Buss, K. A., McClowry, S. G., Putnam, S. P., Saudino, K. J., & Zentner, M. (2012). What is temperament now? Assessing progress in temperament research on 54 the twenty! Fifth anniversary of Goldsmith et al. (1987). *Child Development Perspectives*, *6*, 436-444. doi:10.1111/j.1750-8606.2012.00254.x
- Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, *7*, 422- 445. doi:10.1037//1082-989X.7.4.422
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, *86*, 420-428. doi:10.1037/0033-2909.86.2.420

- Sibley, M. H., Pelham, W. E., Jr., Molina, B. S. G., Gnagy, E. M., Waschbusch, D. A., Garefino, A. C., ... Karch, K. M. (2012). Diagnosing ADHD in adolescence. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 80*, 139–150. doi:10.1037/a0026577
- Silver, C. H. (2014). Sources of data about children's executive functioning: Review and commentary. *Child Neuropsychology, 20*, 1-13. doi: 10.1080/09297049.2012.727793
- Simmonds, D. J., Hallquist, M. N., Asato, M., & Luna, B. (2014). Developmental stages and sex differences of white matter and behavioral development through adolescence: a longitudinal diffusion tensor imaging (DTI) study. *Neuroimage. 92*,356-368. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.12.044
- Simon, V., Czobor, P., Bálint, S., Mészáros, A., & Bitter, I. (2009). Prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder: Meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry, 194*, 204–211. doi:10.1192/bjp.bp.107.048827
- Skogli, E. W., Egeland, J., Andersen, P. N., Hovik, K. T., & Øie, M. (2014). Few differences in hot and cold executive functions in children and adolescents with combined and inattentive subtypes of ADHD. *Child Neuropsychology, 20*, 162- 181. doi:10.1080/09297049.2012.753998
- Skogli, E. W., Teicher, M. H., Andersen, P. N., Hovik, K. T., & Øie, M. (2013). ADHD in girls and boys-gender differences in co-existing symptoms and executive function measures. *BMC Psychiatry, 13*, 298. doi:10.1186/1471-244X-13-298
- Smith, B. H., Barkley, R. A., & Shapiro, C. J. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder. In E. J. Mash & R. A. Barkley (Eds.), *Assessment of childhood disorders* (4th ed., pp. 53-131). New York, NY: Guilford Press.
- Snow, W. G., Tierney, M. C., Zorzitto, M. L., Fisher, R. H., & Reid, D.W. (1988, February). One-year test-retest reliability of selected tests in older adults. Paper presented at the meeting of the *International Neuropsychological Society*, New Orleans, LA.
- Snyder, H. R., Miyake, A., & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in Psychology, 6*, 328. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00328

- Solanto, M. V., Gilbert, S. N., Raj, A., Zhu, J., Pope-Boyd, S., Stepak, B., ...Newcorn, J. H. (2007). Neurocognitive functioning in AD/HD, predominantly inattentive and combined subtypes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *35*, 729-744. doi:10.1007/s10802-007-9123-6
- Sollie H., Larsson, B., & Mørch, W. T. (2013). Comparison of mother, father, and teacher reports of ADHD core symptoms in a sample of child psychiatric outpatients. *Journal Attention Disorders*, *17*, 699-710. doi:10.1177/10870547111436010
- Sonuga-Barke, E. J. (2003). The dual pathway model of AD/HD: An elaboration of neuro- developmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *27*, 593-604. doi:10.1016/j.neubiorev.2003.08.005
- Soto, C. J. (2016). The Little Six personality dimensions from early childhood to early adulthood: Mean-level age and gender differences in parents' reports. *Journal of Personality*, *84*, 409-422. doi:10.1111/jopy.12168
- Soto, C. J., & John, O. P. (2013). Traits in transition: the structure of parent-reported personality traits from early childhood to early adulthood. *Journal of Personality*, *82*, 182-199. doi:10.1111/jopy.12044
- Soto, C. J., John, O. P., Gosling, S. D., & Potter, J. (2011). Age differences in personality traits from 10 to 65: Big-Five domains and facets in a large cross- sectional sample. *Journal of Personality and Social Psychology*, *100*, 330- 348. doi:10.1037/a0021717
- Soto, C. J., & Tackett, J. L. (2015). Personality traits in childhood and adolescence: Structure, development, and outcomes. *Current Directions in Psychological Science*, *24*, 358-362. doi:10.1177/0963721415589345
- Sowerby, P., Seal, S., & Tripp, G. (2011). Working memory deficits in ADHD: The contribution of age, learning/language difficulties, and task parameters. *Journal Attention Disorders*, *15*, 461-472. doi:10.1177/1087054710370674
- Spencer, T. J., Biederman, J., & Mick, E. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: diagnosis, lifespan, comorbidities, and neurobiology. *Ambulatory pediatrics: the official journal of the Ambulatory Pediatric Association*, *7*, 73- 81. doi:10.1016/j.ambp.2006.07.006

- Stefanatos, G. A., & Baron, I. S. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: A neuropsychological perspective towards DSM-V. *Neuropsychology Review*, *17*, 5-38. doi:10.1007/s11065-007-9020-3
- Stein, M. A., Hans, L., & Nanayakkara, S. (2015). Assessment of ADHD in children and adolescents. In *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in Adults and Children*. (pp. 233-244). Cambridge: University Press.
- Steward, K. A., Tan, A., Delgaty, L., Gonzales, M. M. & Bunner, M. (2014). Self-awareness of executive functioning deficits in adolescents with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, *1-7*. doi:10.1177/1087054714530782
- Still, G. F. (1897). On a form of joint disease in children. *Medico-chirurgical Transactions* *80*, 47-59.
- Still, G. F. (1902). The coulstonian lectures on some abnormal physical conditions in children. *Lancet*, *1*, 1808-1812.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Suchy, T. (2015). *Executive functions: A comprehensive guide for clinical practice*. New York, NY: Oxford University Press.
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size-or why the P value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, *4*, 279-282. doi:10.4300/JGME-D-1200156.1
- Tackett, J. L. (2006). Evaluating models of the personality- psychopathology relationship in children and adolescents. *Clinical Psychology Review*, *26*, 584- 599. doi:10.1016/j.cpr.2006.04.003
- Tackett, J. L., Kushner, S. C., De Fruyt, F., & Mervielde, I. (2013). Delineating personality traits in childhood and adolescence: Associations across measures, temperament, and behavioral problems. *Assessment*, *20*, 738-751. doi: 10.1177/1073191113509686
- Tackett, J. L., Krueger, R. F., Iacono, W. G., & McGue, M. (2008). Personality in middle childhood: A hierarchical structure and longitudinal connections with

- personality in late adolescence. *Journal of Research in Personality*, 42, 1456– 1462. doi:10.1016/j.jrp.2008.06.005
- Tackett, J. L., Martel, M. M., & Kushner, S. C. (2015). Temperament, externalizing disorders, and attention-deficit/hyperactivity disorder. In M. Zentner & R. L. Shiner (Eds.), *Handbook of temperament* (pp. 562-580). New York: Guilford Press.
- Tamm, L., Narad, M. E., Antonini, T. N., O'Brien, K. M., Hawk, L. W., & Epstein, J. N. (2012). Reaction time variability in ADHD: A review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 500–508. doi:10.1007/s13311-012-0138-5
- Tau, G. Z., & Peterson, B. S. (2010). Normal development of brain circuits. *Neuropsychopharmacology*, 35, 147-168. doi:10.1038/npp.2009.115
- Tecwyn, E., Thorpe, S. K. S. & Chappell, J. (2014). Development of planning in 4- to 10-year-old children: Reducing inhibitory demands does not improve performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 125, 85-101. doi: 10.1016/j.jecp.2014.02.006
- Thaler, N. S., Bello, D. T., & Etcoff, L. M. (2013). WISC-IV profiles are associated with differences in symptomatology and outcome in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17, 291-301. doi:10.1177/1087054711428806
- Thapar, A., & Stergiakouli, E. (2008). An overview on the genetics of ADHD. *Xin Li Xue Bao. Acta Psychologica Sinica*, 40, 1088–1098. doi: 10.3724/SP.J.1041.2008.01088
- Thomas, A., & Chess, S. (1977). *Temperament and development*. Oxford, England: Brunner/Mazel.
- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., & Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, e994–1001. doi:10.1542/peds.2014-3482
- Thorell, L.B. & Nyberg, L. (2008). The Childhood Executive Functioning Inventory (CHEXI): A New Rating Instrument for Parents and Teachers. *Developmental Neuropsychology*, 33, 536 - 552. doi:10.1080/87565640802101516

- Tillman, C. M., Bohlin, G., Sørensen, L., & Lundervold, A. J. (2009). Intellectual deficits in children with ADHD beyond central executive and non-executive functions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *24*, 769-782. doi: 10.1093/arclin/acp075
- Timimi, S. (2014). No more psychiatric labels: Why formal psychiatric diagnostic systems should be abolished. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *14*, 208-215. doi:10.1016/j.ijchp.2014.03.004
- Toplak, M. E., Bucciarelli, S. M., Jain, U., & Tannock, R. (2009). Executive functions: Performance-based measures and the behavior rating inventory of executive function (BRIEF) in adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child neuropsychology*, *15*, 53-72. doi:10.1080/09297040802070929
- Toplak, M. E., Sorge, G. B., Flora, D. B., Chen, W., Banaschewski, T., Buitelaar, J., ... Faraone, S. V. (2012). The hierarchical factor model of ADHD: Invariant across age and national groupings? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *53*, 292–303. doi:10.1111/j.1469-7610.2011.02500.x
- Toplak, M. E., West, R., F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *54*, 113–224. doi: 10.1111/jcpp.12001
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2017). The assessment of executive functions in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Performance-Based measures versus ratings of behavior. In M. Hoskyn, G. Iarocci, & A. Young (Eds.), *Executive functions in children's everyday lives: A handbook for professionals in applied psychology* (pp. 157-174). New York: Oxford University Press.
- Tredgold, C. H. (1908). *Mental deficiency (amentia)*. New York: Wood.
- Trull, T. J., & Widiger, T. A. (2013). Dimensional models of personality: the Five-Factor Model and the DSM-5. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *15*, 135-146.
- Tupes, E. C., & Christal, R. E. (1961). *Recurrent personality factors based on trait ratings*. USAF ASD Technical Report, N. 61-97.

- Turgay, A., Ginsberg, L., Sarkis, E., Jain, R., Adeyi, B., Gao, J., ...Findling, R. L. (2010). Executive function deficits in children with attention deficit/hyperactivity disorder and improvement with lisdexamfetamine dimesylate in an open-label study. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, *20*, 503–511. doi:10.1089/cap.2009.0110
- Ullsperger, J. M., Nigg, J. T., & Nikolas, M. A. (2015). Does child temperament play a role in the association between parenting practices and child Attention Deficit/Hyperactivity disorder? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *44*, 167–178. doi:10.1007/s10802-015-9982-1
- Vadya, C. J. (2012). Neurodevelopmental abnormalities in ADHD. *Current topics in behavioral neurosciences*, *9*, 49-66. doi:10.1007/7854\_2011\_138
- van der Meere, J. (2005). State regulation and attention deficit hyperactivity disorder. In D. Gozal & D. L. Molfese (Eds.), *Attention deficit hyperactivity disorder: from genes to patients* (pp 413-433). Totawa: Humana Press Inc.
- van Ewijk, H., Heslenfeld, D. J., Zwiers, M. P., Faraone, S. V., Luman, M., Hartman, C. A., ... Oosterlaan, J. (2014). Different mechanisms of white matter abnormalities in attention-deficit/hyperactivity disorder: a diffusion tensor imaging study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *53*, 790–799, e793. doi:10.1016/j.jaac.2014.05.001
- van Lieshout, M., Luman, M., Buitelaar, J., Rommelse, N. N. J., & Oosterlaan, J. (2013). Does neurocognitive functioning predict future or persistence of ADHD? A systematic review. *Clinical Psychology Review*, *33*, 539–560. doi: 10.1016/j.cpr.2013.02.003
- Van Noordt, S. J. R., & Segalowitz, S. J. (2012). Performance monitoring and the medial prefrontal cortex: a review of individual differences and context effects as a window on self-regulation. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 197. doi:10.3389/fnhum.2012.00197
- van Stralen, J. (2016). Emotional dysregulation in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, *8*, 175-187. doi:10.1007/s12402-016-0199-0

- Vanier, M. (1991). *Test d'apprentissage auditivo-verbal de Rey-Taylor AVLT*. Montréal : L'Équipe.
- Vijayakumar, N., Whittle, S., Dennison, M., Yücel, M., Simmons, J., & Allen, N. B. (2014). Development of temperamental effortful control mediates the relationship between maturation of the prefrontal cortex and psychopathology during adolescence: A 4-year longitudinal study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 9, 30-43. doi:10.1016/j.dcn.2013.12.002
- Visser, S. N., Danielson, M. L., Bitsko, R. H., Holbrook, J. R., Kogan, M. D., Ghandour, R. M., ... Blumberg, S. J. (2014). Trends in the parent-report of health care provider diagnosed and medicated ADHD: United States, 2003—2011. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 53, 34–46e2. doi:10.1016/j.jaac.2013.09.001
- Vriezen, E. R., & Pigott, S. E. (2002). The relationship between parental report on the BRIEF and performance-based measures of executive function in children with moderate to severe traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 8, 296-303. doi:10.1076/chin.8.4.296.13505
- Waber, D., Gerber, E., Turcios, V., Wagner, E., & Forbes, P. (2006). Executive functioning and performance on high-stakes testing in children from urban schools. *Developmental Neuropsychology*, 29, 459–477. doi:10.1207/s15326942dn2903\_5
- Wagner, S., Helmreich, I., Dahmen, N., Lieb, K., & Tadić, A. (2011). Reliability of three alternate forms of the Trail Making Tests A and B. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 26, 314-321. doi:10.1093/arclin/acr024
- Wåhlstedt, C., Thorell, L. B., & Bohlin, G. (2009). Heterogeneity in ADHD: Neuropsychological pathways, comorbidity and symptom domains. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37, 551-564. doi:10.1007/s10802-008-9286-9
- Wåhlstedt, C., & Bohlin, G. (2010). DSM-IV defined inattention and sluggish cognitive tempo: Independent and interactive relations to neuropsychological factors and comorbidity. *Child Neuropsychology*, 16, 350–365. doi:10.1080/09297041003671176
- Wechsler, D. (2005). WISC-IV. *Escala de inteligencia de Wechsler para niños IV*. Madrid: TEA Ediciones.



- Wechsler, D., & Naglieri, J. (2011). *Escala no verbal de aptitud intelectual de Wechsler*. Madrid: Pearson.
- Weissman, A. S., Lichtin, J., & Danzig, A. P. (2015). Neurocognitive approaches in the treatment of ADHD. In J. Mohlman, T. Deckersbach, & A. S. Weissman (Eds.), *From symptom to synapse: A neurocognitive perspective on clinical psychology*. New York, NY: Routledge.
- Welsh, M., & Peterson, E. (2014). Issues in the conceptualization and assessment of hot executive functions in childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20, 152-156. doi:10.1017/S1355617713001379
- Weyandt, L. L. (2005). Neuropsychological performance in adults with attention deficit hyperactivity disorder. In: D. Gozal & D. L. Molfese (Eds.), *Attention deficit hyperactivity disorder: Contemporary clinical neuroscience* (pp. 457-486). Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Weyandt, L. L., & Gudmundsdottir, B. G. (2015). Developmental and Neuropsychological Deficits in Children with ADHD. In R. A. Barkley (Ed.), *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment* (pp. 116-139). New York, NY: The Guilford Press.
- Weyandt, L. L., Oster, D. R., Gudmundsdottir, B. G., DuPaul, G. J., & Anastopoulos, A. D. (2017). Neuropsychological functioning in college students with and without ADHD. *Neuropsychology*, 31, 160-172. doi:10.1037/neu000032
- Weyandt, L. L., Oster, D. R., Marraccini, M. E., Gudmundsdottir, B. G., Munro, B. A., Zavras, B. M., & Kuhar, B. (2014). Pharmacological interventions for adolescents and adults with ADHD: Stimulant and nonstimulant medications and misuse of prescription stimulants. *Psychology Research and Behavior Management*, 7, 223-249. doi:10.2147/PRBM.S47013
- Weyandt, L. L., Marraccini, M. E., Gudmundsdottir, B. G., Zavras, B. M., Turcotte, K. D., Munro, B. A., & Amoroso, A. J. (2013). Misuse of prescription stimulants among college students: A review of the literature and implications for morphological and cognitive effects on brain functioning. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 21, 385-407. <http://dx.doi.org/10.1037/a0034013>

- Weyandt, L. L., & DuPaul, G. J. (2013). *College students with ADHD: Current issues and future directions*. New York, NY: Springer.
- Whitcomb, S. A. (2018). *Behavioral, Social, and Emotional Assessment of Children and Adolescents* (5th ed.). New York, NY: Routledge.
- Wiebe, S. A., Sheffield, T. D., Mize Nelson, J., Clark, C. A. C., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*, 436-452. doi:10.1016/j.jecp.2010.08.008
- Wiersema, J. R., & Roeyers, H. (2009). ERP correlates of effortful control in children with varying levels of ADHD symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *37*, 327-336. doi:10.1007/s10802-008-9288-7
- Wilens, T. E., Biederman, J., Faraone, S. V., Martelon, M., Westerberg, D., & Spencer, T. J. (2009). Presenting ADHD symptoms, subtypes, and comorbid disorders in clinically referred adults with ADHD. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *70*, 1557-1562. doi:10.4088/JCP.08m04785pur
- Willcutt, E. G. (2012). The Prevalence of DSM-IV Attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, *9*, 490-499. doi: 10.1007/s13311-012-0135-8
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, *57*, 1336-1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006
- Willcutt, E. G., Nigg, J. T., Pennington, B. F., Solanto, M. V., Rohde, L. A., Tannock, R., ... Lahey, B. B. (2012). Validity of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder symptom dimensions and subtypes. *Journal of Abnormal Psychology*, *121*, 991-1010. doi:10.1037/a002734
- Willoughby, M. T., Kupersmidt, J., Voegler-Lee, M., & Bryant, D. (2011). Contributions of hot and cool self-regulation to preschool disruptive behavior and academic achievement. *Developmental Neuropsychology*, *36*, 162-180. doi: 10.1080/87565641.2010.549980

- Willoughby, M. T., Pek, J., & Blair, C. (2013). Measuring executive function in early childhood: A focus on maximal reliability and the derivation of short forms. *Psychological Assessment, 25*, 664-670. doi:10.1037/a0031747
- Wilmshurst, L. (2017). *Abnormal child and adolescent psychology - A developmental perspective (2nd ed.)*. London: Routledge.
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., & Evans, J. J. (1996). *Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St. Edmund, UK: Thames Valley Test Company.
- Wolraich, M. L., Wibbelsman, C. J., Brown, T. E., Evans, S. W., Gotlieb, E. M., Knight, J. R., ... Wilens, T. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder among adolescents: a review of the diagnosis, treatment, and clinical implications. *Pediatrics, 115*, 1734-1746. doi:10.1542/peds.2004-1959
- World Health Organization. (1993). *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioral Disorders: Diagnostic Criteria for Research*. Geneva, Switzerland: WHO.
- Wu, A. D., & Zumbo, B. D. (2008). Understanding and using mediators and moderators. *Social Indicators Research, 87*, 367-392. doi:10.1007/s11205-007-9143-1
- Yoshimasu, K., Barbaresi, W. J., Colligan, R. C., Voigt, R. G., Killian, J. M., Weaver, A. L., & Katusic, S. K. (2012). Childhood ADHD is strongly associated with a broad range of psychiatric disorders during adolescence: a population-based birth cohort study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines, 53*, 1036-1043. doi:10.1111/j.1469-7610.2012.02567.x
- Young, A., Gurm, M., & O'Donnell, K. (2017). Assessing executive functions in young children. In M. J. Hoskyn, G. Iarocci, & A. R. Young (Eds.), *Executive functions in children's everyday lives. A handbook for professionals in applied psychology*. New York: Oxford University Press.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives, 6*, 354-360. doi:10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x

- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology, 1*, 198-226. doi:10.1037/1089-2680.1.2.198
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell Publishers. doi: 10.1002/9780470996652.ch20
- Zentner, M., & Bates, J. E. (2008). Child temperament: An integrative review of concepts, research programs, and measures. *European Journal of Developmental Science, 2*, 7-37. doi:10.3233/DEV-2008-21203
- Zhou, Q., Chen, S. H., & Main, A. (2012). Commonalities and differences in the study of children's effortful control and executive function: A call for an integrated model of self-regulation. *Child Development Perspectives, 6*, 112-121. doi:10.1111/j.1750-8606.2011.00176.x
- Ziv, Y., Benita, M., & Sofri, I. (2017). Self-Regulation in childhood: A developmental perspective. In J. L. Matson (Ed.), *Handbook of social behavior and skills in children* (pp. 149-173). Baton Rouge, USA: Springer.

## **ANNEXES**



## **Annexe I. Consentement écrit pour les écoles Salesians de Badalona**

### **SERVEI D'ASSESSORAMENT PSICOPEDAGÒGIC (SAPP)**

A l'atenció dels pares del nostre alumnat:

Ens posem en contacte amb vostès per demanar-los la seva col·laboració en la investigació que iniciarà la Universitat de Barcelona sobre el tema de personalitat, intel·ligència i impulsivitat, juntament amb l'escola CENTRE SALESIÀ SANT DOMÈNEC SAVIO. L'objectiu d'aquest estudi és analitzar la relació entre característiques de personalitat, temperament, capacitat intel·lectual, estil cognitiu i rendiment en tasques de funcions executives, en nens dels quatre cursos de l'ESO i primer de batxillerat.

Si vostè manifesta el seu acord perquè el seu fill participi en l'estudi, se'l convidarà a participar en quatre sessions d'una hora de durada en les que es duran a terme una sèrie de tasques en les instal·lacions del col·legi.

En les quatre sessions se li demanarà al seu fill que completi alguns qüestionaris sobre el seu comportament i que identifiqui i relacioni imatges presentades en un quadern. A més el seu fill haurà de realitzar tasques que impliquen l'ús de vocabulari, comprendre conceptes, lletres i nombres així com aparellar figures conegudes, solucionar laberints i ordenar imatges tenint en compte uns criteris determinats. També se li demanarà a vostè, i al professor del seu fill, que completin alguns qüestionaris relacionats amb el comportament del seu fill tant a casa com al col·legi. Al acabar la recerca, si vostè ho desitja se li proporcionarà un breu informe dels resultats del seu fill de manera oral i escrita. Les dades de caràcter personal seran tractades de forma confidencial, segons els procediments establerts en la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal 15/1999. i només s'utilitzaran per a finalitats d'investigació relacionades amb aquest estudi. Els resultats obtinguts seran tractats de forma confidencial respectant la intimitat dels participants.

El seu fill i altres persones poden beneficiar-se de la informació obtinguda a partir de l'estudi. Les mesures cognitives obtingudes poden oferir tant a vostè com a l'equip acadèmic una informació general sobre les aptituds i dificultats del seu fill en certes àrees relacionades amb la seva competència escolar, social i familiar que els orientaran millor en la comprensió del seu comportament així com en la implementació d'estratègies de suport en cas de dificultats.

Per aquests motius us demanem la col·laboració amb la intenció de poder millorar la nostra tasca educativa vers els alumnes.

Atentament

**Antonio Medina**

Cap SAPP

**Consentiment informat per a la col·laboració en l'estudi amb la UB**

Jo,.....

(Nom i Cognoms del pare/mare o tutor legal del nen)

com a..... de .....

(pare/mare/tutor legal)

(nom de l'alumna/e)

**Estic d'acord en que el meu fill col·labori en la investigació duta a terme per l'escola sant Domènec Savio i la Universitat de Barcelona**

**No estic d'acord en que col·labori en la investigació**

**Signatura**

**Data:**



## **Annexe II. Consentement écrit pour les Centres de santé mentale infanto-juvenile Les Corts Centre d'Higiene Mental**

### **PROTOCOL D'INFORMACIÓ AL'S PARTICIPANTS**

#### **TÍTOL DE L'ESTUDI**

Funcions Executives, Capacitat Intel•lectual, Estil Cognitiu, Temperament i Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH

#### **1. NATURALESA I FINALITAT DE L'ESTUDI**

En aquest document vostè trobarà informació sobre les característiques de l'estudi que es va a realitzar, així com un formulari de consentiment que se li demanarà que signi, si vostè està acord amb la participació del seu fill en les diferents activitats que implica l'estudi.

L'estudi es realitza com a tesi doctoral de Virginia Edith Krieger en el Departament de Personalitat, Avaluació i Tractament Psicològics de la Universitat de Barcelona. L'objectiu de l'estudi és analitzar la relació entre la capacitat intel•lectual, l'estil cognitiu, les característiques de personalitat, el temperament i el rendiment en tasques de funcions executives, en nens amb edats compreses entre 12 i 16 anys. Si vostè decideix que el seu fill participi en l'estudi, se li convidarà a participar en quatre sessions de 1 hora de durada en les quals s'administraran una sèrie de tasques en les instal•lacions del col•legi. En les quatre sessions se li demanarà al seu fill que identifiqui i relacioni imatges, que realitzi tasques que impliquen l'ús de vocabulari, comprensió de conceptes, lletres i nombres. Igualment, se li sol•licitarà aparellar figures conegudes, solucionar laberints, ordenar imatges tenint en compte uns criteris determinats i que completi alguns qüestionaris sobre el seu comportament. També se li demanarà a vostè, i al professor del seu fill, que completin alguns qüestionaris relacionats amb el comportament del seu fill tant a casa com al col•legi. Cap d'aquestes tasques causarà malestar o molèsties al seu fill.

També li sol•licitem que completi el protocol de dades que li hem subministrat com a part del procés de recerca i si vostè ho desitja se li brindés un breu informe dels resultats del seu fill de manera oral i escrita.

#### **2. TASQUES**

##### **2.1. GRUPO CLÍNIC**

###### **2.1.1. SUBJECTE**

**Intel•ligència:** WISC-IV; **Qüestionaris diagnòstics:** Entrevista TDAH i Escales de Conners; **Memòria espacial:** WNV; **Qüestionari de temperament:** EATQ-R; **Estil cognitiu:** MFF-20; **Atenció:** d2 i CPT; **Personalitat:** BFQ-NA; **Funcions executives conductuals:** CEFI-AI; **Funcions executives cognitives:** Laberints de Porteus, WCST i Trail Making Test (part A i B).

### 2.1.2. PARES

**Qüestionaris diagnòstics:** Entrevista TDHA, Escales de Conners i Qüestionari de TDAH de Barkley; **Qüestionari de temperament:** ATQ; **Funciones executives conductuals:** CEFI-IP

### 2.1.3. PROFESSORS

**Qüestionari diagnòstic:** Escales de Conners; **Funcions executives conductuals:** CEFI-IPR

## 2.2. GRUP COMUNITARI

### 2.2.1. SUBJECTE

**Intel·ligència:** WISC-IV; **Memòria espacial:** WNV; **Qüestionari de temperament:** EATQ-R; **Estil cognitiu:** MFF-20; **Atenció:** d2 i CPT; **Personalitat:** BFQ-NA; **Funcions executives conductuals:** CEFI-AI; **Funcions executives cognitives:** Laberints de Porteus, WCST i Trail Making Test (part A i B).

### 2.2.2. PARES

**Qüestionari de temperament:** ATQ; **Funcions executives conductuals:** CEFI-IP.

### 2.2.3. PROFESSORS

**Funcions executives conductuals:** CEFI-IPR.

## 3. EXPLICACIÓ DELS PROCEDIMENTS A SEGUIR

### A. PROCEDIMENT

Si decideix que el seu fill participi en l'estudi, vostè autoritza que s'administrin al seu fill les tasques comentades anteriorment.

### B. DURADA ESPERADA DE L'ESTUDI I NOMBRE DE NENS QUE S'ESPERA QUE PARTICIPIN

En l'estudi participaran uns 90 nens dividits en tres grups: 30 nens diagnosticats amb TDAH-Combinat, 30 nens diagnosticats amb TDAH-Inatento i 30 nens Control sense cap tipus de trastorn. L'estudi es realitzarà durant el curs 2013-2014.

## 4. EFECTES SECUNDARIS, RISCOS I MOLÈSTIES POSSIBLES

En aquest estudi no existeix cap risc ni efectes secundaris relacionats amb els procediments de la recerca ja que s'administren tests i tasques que són habituals en el procés d'avaluació de les funcions executives, la capacitat cognitiva, els estils cognitius i el temperament així com les característiques de personalitat.

## 5. POSSIBLES BENEFICIS DE L'ESTUDI

El seu fill i altres persones poden beneficiar-se de la informació obtinguda a partir de l'estudi. Les mesures cognitives poden brindar-li una informació general sobre les fortaleses i

dificultats del seu fill en àrees relacionades amb el rendiment escolar i l'adaptació social i familiar.

## **6. DRET A RETIRAR-SE DE L'ESTUDI**

La decisió que el seu fill participi en l'estudi és seva. Pot decidir que no participi o que abandoni l'estudi en qualsevol moment. Després de retirar-se de l'estudi, les dades ja recollits s'analitzaran segons la planificació establerta, excepte si en el moment d'abandonar l'estudi declara que no vol permetre-ho.

## **7. CONFIDENCIALITAT**

Les dades de caràcter personal seran tractats de forma confidencial segons els procediments establerts en la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal 15/1999.

Es recopilaran i processaran dades personals, que poden ser confidencials, (p. ex., nom, data de naixement), però només per a finalitats de recerca, relacionades amb aquest estudi i cada participant s'identificarà amb un nombre en el fitxer de dades.

Les dades de l'estudi poden ser objecte d'informes o publicacions científiques. Es presentaran dades del grup de participants avaluats, però no es farà referència a cap participant pel seu nom ni serà identificat en cap informe o publicació; tampoc podran rastrejar-se les dades fins a identificar-li.

## **8. OFERIMENT DE RESPOSTA A LES PREGUNTES SOBRE L'ESTUDI**

Li agraïm que hagi pres el temps necessari per llegir la informació sobre aquest estudi. Si té qualsevol pregunta o inquietud sobre l'estudi, la seva seguretat o els seus drets ara, o en qualsevol moment, pregunti a les persones de contacte que s'indiquen a continuació:

Virginia Edith Krieger. **E-mail: vicky.krieger@neuf.fr.** Departament de Personalitat, Avaluació i Tractament Psicològic, Universitat de Barcelona. Telèfon: 673967879

Dr. Juan Antonio Amador Campos. **E-mail: jamador@ub.edu.** Departament de Personalitat, Avaluació i Tractament Psicològic, Universitat de Barcelona. Telèfon: 933125131

**CONSENTIMENT INFORMAT DELS PARES O TUTORS LEGALS DEL PARTICIPANT**

**Títol de l'Estudi:**

Funcions Executives, Capacitat Intel·lectual, Estil Cognitiu, Temperament i Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH.

Jo,.....

(Nom i Cognoms del pare/mare o tutor legal del nen)

com ..... de .....

(Pare/Mare/Tutor legal)

(Nom i Cognom del nen)

- He llegit el full d'informació que se m'ha lliurat.
- He pogut fer preguntes sobre l'estudi.
- He rebut suficient informació sobre l'estudi.
- He rebut una còpia d'aquest document.

He parlat amb:

.....

(Nom i Cognoms de l'investigador)

Comprenc que la participació del meu fill és voluntària.

Comprenc que puc retirar-ho de l'estudi:

- Quan vulgui.
- Sense haver de donar explicacions.
  
- Desig ser informat dels resultats del meu fill Si..... No.....

**Presto lliurement el meu consentiment perquè el meu fill participi en l'estudi.**

\_\_\_\_\_  
SIGNATURA DEL PARE/MARE/TUTOR

\_\_\_\_\_  
DATA

## CONSENTIMENT INFORMAT DEL PARTICIPANT

### Títol de l'Estudi:

Funcions Executives, Capacitat Intel•lectual, Estil Cognitiu, Temperament i

Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH.

Estic d'acord a participar en aquest estudi i respondre a les tasques d'identificació i relacions d'imatges, aparellament de figures conegudes, solució de laberints i organització d'imatges el millor que pugui. He entès que realitzar aquestes tasques em prendrà quatre sessions d'uns 60 minuts aproximadament. Si no entenc el que se m'està preguntant tinc dret al fet que se m'expliqui més detalladament i si no vull contestar les tasques puc renunciar a fer-les simplement dient-li-ho a la persona que me les estigui administrant.

---

SIGNATURA DEL NEN

---

DATA

---

SIGNATURA DE L'INVESTIGADOR

---

DATA

(EL QUE OBTÉ EL CONSENTIMENT)

Cada persona haver de signar i datar de pròpia mà

*PRIMERA CÒPIA O ORIGINAL PER A L'INVESTIGADOR*

## CONSENTIMENT INFORMAT DELS PARES O TUTORS LEGALS DEL PARTICIPANT

### Títol de l'Estudi:

Funcions Executives, Capacitat Intel•lectual, Estil Cognitiu, Temperament i Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH.

Jo,.....

(Nom i Cognoms del pare/mare o tutor legal del nen)

com ..... de .....

(Pare/Mare/Tutor legal)

(Nom i Cognom del nen)

- He llegit el full d'informació que se m'ha lliurat.
- He pogut fer preguntes sobre l'estudi.
- He rebut suficient informació sobre l'estudi.
- He rebut una còpia d'aquest document.

He parlat amb:

.....

(Nom i Cognoms de l'investigador)

Comprenc que la participació del meu fill és voluntària.

Comprenc que puc retirar-ho de l'estudi:

- Quan vulgui.
- Sense haver de donar explicacions.
  
- Desig ser informat dels resultats del meu fill Si..... No.....

**Presto lliurement el meu consentiment perquè el meu fill participi en l'estudi.**

\_\_\_\_\_  
SIGNATURA DEL PARE/MARE/TUTOR

\_\_\_\_\_  
DATA

## CONSENTIMENT INFORMAT DEL PARTICIPANT

### Títol de l'Estudi:

Funcions Executives, Capacitat Intel•lectual, Estil Cognitiu, Temperament i

Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH.

Estic d'acord a participar en aquest estudi i respondre a les tasques d'identificació i relacions d'imatges, aparellament de figures conegudes, solució de laberints i organització d'imatges el millor que pugui. He entès que realitzar aquestes tasques em prendrà quatre sessions d'uns 60 minuts aproximadament. Si no entenc el que se m'està preguntant tinc dret al fet que se m'expliqui més detalladament i si no vull contestar les tasques puc renunciar a fer-les simplement dient-li-ho a la persona que me les estigui administrant.

---

SIGNATURA DEL NEN

---

DATA

---

SIGNATURA DE L'INVESTIGADOR

---

DATA

(EL QUE OBTÉ EL CONSENTIMENT)

Cada persona haver de signar i datar de pròpia mà

*PRIMERA CÒPIA O ORIGINAL PER A L'INVESTIGADOR*

### Annexe III. Acceptation du projet de collaboration de recherche pour réaliser cette étude

---

**CONVENI DE COL-LABORACIÓ ENTRE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA,  
L'ASSOCIACIÓ CENTRE D'HIGIENE MENTAL LES CORTS I VIRGINIA EDITH KRIEGER  
PEL DESENVOLUPAMENT D'UNA ESTADA D'INVESTIGACIÓ EN EL MARC DEL  
PROGRAMA DE DOCTORAT PERSONALITAT I COMPORTAMENT**

Barcelona, 1 de novembre de 2013

#### REUNITS

D'una banda, el Sr. Dídac Ramírez i Sarríó, Rector Magnífic de la Universitat de Barcelona, en virtut del nomenament per Decret 160/2012, d'11 de desembre (DOGC núm. 6272, de 12 de desembre), com representant legal d'aquesta institució en virtut de les competències que preveu l'Estatut de la Universitat de Barcelona aprovat pel Decret 246/2003, de 8 d'octubre (DOGC núm. 3993, de 22 d'octubre).

D'altra banda, Lluís Lalucat i Jo, Director Mèdic de l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts en nom i representació d'aquesta entitat, amb domicili al carrer Numància, 103-105 Planta Baixa, 08029 de Barcelona, i amb NIF G08633596.

I de l'altra, Virginia Edith Krieger amb DNI 060169102104, alumna del Programa de Doctorat en Personalitat i Comportament.

Les parts es reconeixen recíprocament la capacitat legal necessària per atorgar aquest acte, i

#### MANIFESTEN

I. Que com a part de la seva tasca dins els estudis de doctorat en Personalitat i Comportament, Virginia Edith Krieger, en consonància amb el seu Director de tesi, considera necessari efectuar una recollida de dades d'investigació relatives a Funcions Executives, Capacitat Intel·lectual, Estil Cognitiu, Temperament i Característiques de Personalitat en Adolescents amb TDAH.

II. Que tant l'alumne com el seu Director de tesi i el Coordinador del programa de Doctorat, consideren que l'objectiu a dalt esmentat es pot dur a terme de manera eficaç en col·laboració amb l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts.

III. Que l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts accepta que l'alumne esmentat faci ús dels seus recursos materials per tal de donar efectivitat a les tasques recollides a l'annex d'aquest conveni en el marc dels seus estudis de doctorat.

III. Que és per això que les parts acorden signar el present conveni de col·laboració, de conformitat amb les següents

#### CLÀUSULES

##### Primera. Objecte

Constitueix l'objecte del present conveni la col·laboració entre les parts per facilitar que Virginia Edith Krieger dugui a terme una recollida de dades d'investigació a l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts com a part de la investigació de la tesi doctoral realitzada en el programa de Personalitat i Comportament de la UB.

##### Segona. Durada de l'estada

L'estada de l'alumne a l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts es durà a terme entre els dies 1/11/2013 i 31/10/2014 amb possibilitat d'ampliació.

Cel



### **Tercera. Desenvolupament de l'estada**

L'estada acordada entre l'alumne i l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts es durà a terme sota la supervisió de Juan Antonio Amador Campos.

l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts designa com a tutor del doctorand al Dr. Lluís Lalucat i Jo.

### **Quarta. Coordinador i Director de tesi**

El Coordinador del programa de doctorat a la UB i el Director de la tesi de l'alumne Virginia Edith Krieger avalen l'oportunitat de la realització d'aquesta estada d'investigació, i a aquests efectes signen l'Annex al present conveni de col·laboració, on detallaran les tasques que el doctorand desenvoluparà durant la seva estada d'investigació.

### **Cinquena. Compromís de confidencialitat de l'alumne**

Virginia Edith Krieger es compromet a mantenir la més estricta confidencialitat sobre les informacions confidencials o reservades de l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts a que tingui accés en virtut del present conveni i que no tinguin relació amb l'objecte propi de la investigació en el marc dels seus estudis de doctorat.

### **Sisena. Protecció de dades de caràcter personal.**

En cas que Virginia Edith Krieger tingui accés a dades de caràcter personal es compromet a tractar les mateixes conforme al que disposa Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal (LOPD), i normativa concordant i a mantenir estricta confidencialitat sobre les mateixes.

### **Setena. Assegurança**

Qualsevol eventualitat d'accident ha de tractar-se sota el règim de l'assegurança escolar obligatòria per a estudiants menors de 28 anys, i si són majors a través de l'assegurança d'accidents corresponent, la qual ha de ser formalitzada per l'estudiant. La UB té contractada una pòlissa de responsabilitat civil que cobreix qualsevol risc de danys a tercers derivats de les estades dels estudiants.

### **Vuitena. Limitació d'obligacions de les parts**

La relació que s'estableix en virtut d'aquest conveni en cap cas no es considera una estada de pràctiques de l'alumne ni suposa l'assumpció per les parts d'obligacions més enllà de les estrictament establertes en aquest document, ni implicarà l'existència d'una relació laboral entre l'alumne i l'Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts.

### **Novena. Vigència**

Aquest conveni entrarà en vigor en el moment de la seva signatura i romandrà vigent fins a la finalització del període acordat en la Clàusula Segona.

### **Desena. Causes d'extinció del conveni**

Són causes d'extinció del present conveni:

- a) El transcurs de la vigència d'aquest acord.
- b) El mutu acord entre les parts abans de finalitzar el termini establert.
- c) L' incompliment greu i reiterat de qualsevol de les parts d'alguna de les estipulacions essencials del conveni.
- d) La denúncia d'una de les parts.

Qualsevol altra que contempli la normativa vigent d'aplicació

**Onzena. Denúncia**





Qualsevol de les parts pot denunciar aquest conveni de col·laboració comunicant-ho a l'altra part per escrit amb 1 mes d'antelació a la finalització o, si n'hi ha, al de les pròrrogues corresponents.

En qualsevol cas, les parts es comprometen a finalitzar el desenvolupament de les accions ja iniciades en el moment de notificació de la denúncia.

**Dotzena. Resolució de conflictes**

Les qüestions litigioses que puguin sorgir en la interpretació i compliment d'aquest conveni seran resoltes per acord de les parts i, si no fos possible aquest acord, es comprometen a sotmetre's a mediació abans d'iniciar qualsevol reclamació davant la jurisdicció que pertochi

I perquè així consti, les parts signen aquest document, per triplicat i amb un sol efecte, en el lloc i data indicats a l'encapçalament.

<b>Per la UB,</b>  UNIVERSITAT DE BARCELONA  El rector <b>Dídac Ramírez Sarrí</b>	<i>Virginia Edith Krieger</i>  <i>Virginia Edith Krieger</i> 060169102104	<b>Associació Centre d'Higiene Mental Les Corts</b>  LESCORTS CENTRE D'HIGIENE MENTAL Numància, 103-105 - 08029 Barcelona Tel. 93 445 44 51 - Fax 93 444 25 26 chmcorts@chmcorts.com Lluís Lalucat i Jo Director Mèdic
--	---	---

/

ANNEX AL CONVENI PER LA REALITZACIÓ  
D'UNA ESTADA D'INVESTIGACIÓ DE DOCTORAT

Descripció de les tasques a realitzar pel doctorand:

Avaluació de nens i adolescents amb una bateria de tests neuropsicològics, de personalitat i de temperament

**Mostra**

Seixanta participants amb edats entre 12 i 16 anys

**Instruments**

- Entrevista clínica-Versió pares
- Qüestionari TDAH
- Escales de Conners 3
- És cala d'Intel·ligència de Wechsler per a nens
- D2 test atenció
- Test d'Execució Continua de Conners
- Tasca de Memòria espacial de l'Escala no verbal d'aptitud Intel·lectual Wechsler
- Laberints de Porteus
- Wisconsin Card Sorting Test
- Test de Emparejamiento de Figures Familiars
- Comprehensive Executive Function Inventory
- The Early Adolescent Temperament Questionnaire
- Qüestionari Big Five de Personalitat per a Nens i Adolescents

Nom i cognoms del Coordinador del Programa de Doctorat: Alberto Maydeu-Olivares,

Data, segell i signatura: 5 de Diciembre de 2013

AD



Nom i cognoms del(s) Director(s) de Tesi: Juan Antonio Amador Campos

Data i signatura: Juan Antonio Amador Campos 5 de diciembre 2013

Juan Antonio Amador

Cal

## Annexe IV. Accusé de réception de la soumission de l'étude II

---

Journal of Attention Disorders

---

[# Home](#)

[✎ Author](#)

[🗨 Review](#)

---

Submission Confirmation [Print](#)

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**  
Journal of Attention Disorders

**Manuscript ID**  
JAD-18-06-171

**Title**  
Parent, teacher and self-report agreement on executive function rating scales in ADHD adolescents

**Authors**  
Krieger, Virginia  
Amador-Campos, Juan Antonio  
Peró-Cebollero, Maribel

**Date Submitted**  
08-Jun-2018

---

---

Author Dashboard

---

## Annexe V. Accusé de réception de la soumission de l'étude III

ScholarOne Manuscripts <https://mc.manuscriptcentral.com/ncen>

Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology

Home  
Author  
Review

---

### Submission Confirmation Print

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**  
Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology

**Manuscript ID**  
CEN-OA 18-109

**Title**  
Temperament, Executive function and ADHD in adolescence: the mediating role of effortful control

**Authors**  
Krieger, Virginia  
Amador-Campos, Juan Antonio  
Gallardo-Pujol, David

**Date Submitted**  
08-Jun-2018

---

[Author Dashboard](#)

---

1 de 2 08/06/2018 10:56

## Annexe VI. Accusé de réception de la soumission de l'étude IV

Scenario One Manuscripts nups://mc.manuscriptcentral.com/app

---

**Development and Psychopathology**

---

[Home](#)  
[Author](#)  
[Review](#)

---

### Submission Confirmation Print

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**  
Development and Psychopathology

**Manuscript ID**  
DPP-2018-00107

**Title**  
Executive functions as a mediator between Personality traits and ADHD symptoms in adolescents

**Authors**  
Krieger, Virginia  
Amador-Campos, Juan Antonio  
Guardia-Olmos, Joan

**Date Submitted**  
08-Jun-2018

---

[Author Dashboard](#)

---

1 de 2 08/06/2018 11:53

---



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA