

Working Memory, Cognitive Flexibility and Planning in Autism: Links with Symptomatology, Theory of Mind and Central Coherence

<https://doi.org/10.57642/AJOPSY944>

Safae Sedjari

safae.sedjari@usmba.ac.ma

Department of psychology, Faculty of Letters and Human Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fes, Morocco

Received: 20/12/2024

Mohammed El-Mir

mohammed.elmir1@usmba.ac.ma

Accepted: 30/12/2024

Published: 31/12/2024

Abstract

Executive dysfunction appears to be an omnipresent characteristic in autism spectrum disorder. Autistic symptomatology is often attributed to impaired executive functions. However, there is no consensus on the functions that are impaired or preserved in this disorder. The theory of mind and central coherence are considered among the main theories that have been developed to explain the particularities of autism. To establish the links between these different aspects, this article aims to highlight three executive functions, namely: working memory, cognitive flexibility and planning, while exposing their neurocognitive relationship with autistic symptoms on the one hand, and with the theories mentioned on the other.

Keywords: autism spectrum disorder, working memory, cognitive flexibility, planning, theory of mind, central coherence

Mémoire de Travail, Flexibilité Cognitive et Planification dans l'Autisme : Liens avec la Symptomatologie, la Théorie de l'Esprit et la Cohérence Centrale

Safae Sedjari

safae.sedjari@usmba.ac.ma

Département de Psychologie, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Dhar El Mahraz, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fes, Maroc.

Reçu : 20/12/2024

Mohammed El-Mir

mohammed.elmir1@usmba.ac.ma

Accepté : 30/12/2024

Publié : 31/12/2024

Résumé

Le dysfonctionnement exécutif semble être une caractéristique omniprésente dans le trouble du spectre de l'autisme (TSA). La symptomatologie autistique est souvent attribuée à des altérations des fonctions exécutives (FEs). Néanmoins, il n'y a pas d'unanimité sur les fonctions altérées ou préservées dans ce trouble. La théorie de l'esprit (TE) et la cohérence centrale (CC) sont considérées parmi les théories principales qui ont été développées pour expliquer les particularités de l'autisme. Dans le but d'établir les liens entre ces différents aspects, cet article vise à mettre en lumière trois fonctions exécutives : la mémoire de travail (MT), la flexibilité cognitive et la planification, tout en exposant leur relation, d'une part avec les symptômes autistiques, et d'autre part avec les théories mentionnées.

Mots-clés: trouble du spectre de l'autisme, mémoire de travail, flexibilité cognitive, planification, théorie de l'esprit, cohérence centrale

Introduction

Selon la nouvelle version du Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (5e éd., texte rév.; DSM-5-TR; Association Américaine de Psychiatrie [APA], 2022), le TSA est considéré comme un trouble neurodéveloppemental caractérisé par son impact sur plusieurs domaines de développement, contrairement à certaines conditions qui peuvent être plus spécifiques et se limitent à un aspect particulier du comportement ou de la cognition. Il se caractérise aussi par des altérations omniprésentes de la communication et des interactions sociales. Ce trouble apparaît précocement au cours de la petite enfance et persiste à l'âge adulte (APA, 2022). Outre que les anomalies dans l'interaction sociale et la communication, un grand nombre d'études récentes ont fourni des preuves d'une perturbation de FEs dans le TSA notamment la MT, la flexibilité cognitive et la planification. Pasqualotto et al. (2021) sont parmi les chercheurs qui considèrent que les déficits des FEs contribuent de façon significative aux difficultés des personnes avec TSA à mener une vie indépendante. Un certain nombre de recherches a rapporté que les déficiences de MT étaient liées à des déficits de communication et de socialisation (e.g. Oliveras-Rentas et al., 2012), et aux comportements restreints et répétitifs (e.g. Lopez et al., 2005). D'autres ont suggéré que l'altération de la flexibilité cognitive sous-tend les comportements et les intérêts restreints et répétitifs dans ce trouble (e.g. Brunson & Happé, 2014). Le déficit de la planification a été aussi lié aux symptômes autistiques par certains chercheurs (e.g. Sumiyoshi et al., 2011). En outre, des études transversales et longitudinales ont conclu qu'il existe une relation entre le fonctionnement exécutif et les grandes théories explicatives du TSA (la TE et la CC).

1. Mémoire de travail, flexibilité cognitive et planification dans le trouble du spectre de l'autisme

La MT, la flexibilité cognitive et la planification sont des habiletés cognitives de haut niveau (Cristofori et al., 2019). Elles relèvent des fonctions exécutives qui assurent le contrôle de la cognition à travers la régulation de divers processus cognitifs interreliés (Miyake et al., 2000) et qui sont utilisées dans le contrôle des pensées et des actions (Ann Bell & Meza-Cervera, 2019) tout en permettant à l'individu la résolution des nouvelles situations problèmes (Zelazo et al., 1997) qui ne peuvent être résolues par un traitement automatisé. La MT est un système conçu pour la rétention temporaire et la manipulation des informations nécessaires à la réalisation des tâches cognitives complexes (Baddeley, 1986), la flexibilité cognitive est la capacité de passer à des actions ou à des pensées distinctes selon les exigences (Geurts et al., 2009 ; Monsell, 2003), et la planification est la compétence qui permet à l'individu de décomposer la tâche en étapes réalisables, de comprendre, d'évaluer et de prévoir les obstacles qui pourraient entraver l'accomplissement de la tâche (Downing, 2015). Il ressort d'études antérieures que la mémoire de travail participe au fonctionnement cognitif, par exemple à la lecture (El-Mir, 2017, 2020, 2022 ; Naciri & El-Mir, 2019), à la compréhension de lecture ((Bouayad & El-Mir, 2022) et à la réussite scolaire (El-Mir, 2019). Il a également été démontré que son fonctionnement décline dans certains troubles neurodéveloppementaux tels que l'autisme (Guennach & El-Mir, 2019) et les troubles spécifiques du développement du langage (Kriblou & El-Mir, 2021, 2024). Des recherches ont montré que la mémoire de travail est l'une des structures mnésiques les plus affectées par la dépression (Dahbi & El-Mir, 2020) et le vieillissement (El-Mir, 2021). De plus, il a été révélé que le fonctionnement de la mémoire de travail est affecté par l'état émotionnel (Bousbaïat & El-Mir, 2021; El-Mir, 2018). L'entraînement de la mémoire de travail améliore la capacité de la mémoire de travail chez les enfants atteints de troubles du spectre autistique (Sedjari & El-Mir, 2021, Sedjari, El-Mir & Souirti, 2023) et les enfants atteints de dyslexie (Ammour & El-Mir, 2023). L'effet de l'entraînement cognitif sur plusieurs processus cognitifs, dont la mémoire de travail, a

également été confirmé (El-Mir & Sedjari, 2022). Il a également été démontré que l'entraînement cognitif améliore les performances de la mémoire de travail chez les personnes atteintes de schizophrénie (El-Haddadi & El-Mir, 2022).

Le dysfonctionnement exécutif dans l'autisme est le sujet de nombreux débats (Hill, 2004). La littérature scientifique met en évidence une hétérogénéité des résultats concernant le fonctionnement exécutif chez les personnes avec TSA. En effet, aucun consensus n'a été établi sur les sous-processus des FE qui sont altérés ou préservés dans cette condition (Czermainski et al., 2014). De nombreuses études suggèrent que les individus autistes présentent des déficits au niveau de la MT (Czermainski et al., 2014 ; Geurts & Vissers, 2012 ; Gilloty et al., 2002 ; Kercood et al., 2014 ; Landa & Golberg, 2005 ; Ozonoff et al., 1991 ; Williams et al., 2005 ; Yeung & Chan, 2020), de la flexibilité cognitive (Carotenuto et al., 2019 ; Chen et al., 2016 ; Ciesielski & Harris, 1997 ; Czermainski et al., 2014, Davids et al., 2016 ; Hill & Bird, 2006 ; Johnston et al., 2019 ; Kercood et al., 2014 ; Ozonoff et al., 1991 ; Rumsey & Hamburger, 1988 ; Seng et al., 2021 ; Sinzig et al., 2008 ; Van Eylen et al., 2011 ; Yeung & Chan, 2020) et de la planification (Bramham et al., 2009 ; Chen et al., 2016 ; Hill & Bird, 2006 ; Johnston et al., 2019 ; Lopez et al., 2005 ; Robinson et al., 2009). Alors que d'autres n'ont pas décelé une altération d'au moins une des trois FE (e.g. Bogte et al., 2008 ; Davids et al., 2016 ; Williams et al., 2005). Certains auteurs rapportent que ces contradictions peuvent être dues à la variabilité des épreuves conçues pour l'évaluation de la même fonction chez ces personnes, aux différences d'âge des participants aux études (Happé et al., 2006 ; Luna et al., 2007) et à la diversité au sein de la population, car les personnes autistes ne montrent pas toutes le même profil neuropsychologique (Marcaggi et al., 2010) et aussi à l'inclusion des participants avec des niveaux intellectuels très hétérogènes (Vogan et al., 2014). Robinson et al. (2009) suggèrent que les résultats divergents des études peuvent être dus aux caractéristiques du TSA. En outre, les sujets autistes présentent un trouble d'interaction sociale important, il est possible qu'ils se sentent plus à l'aise devant l'écran lors de la passation des tests plutôt qu'en face d'un examinateur. Les tests informatisés seront donc moins gênants pour eux.

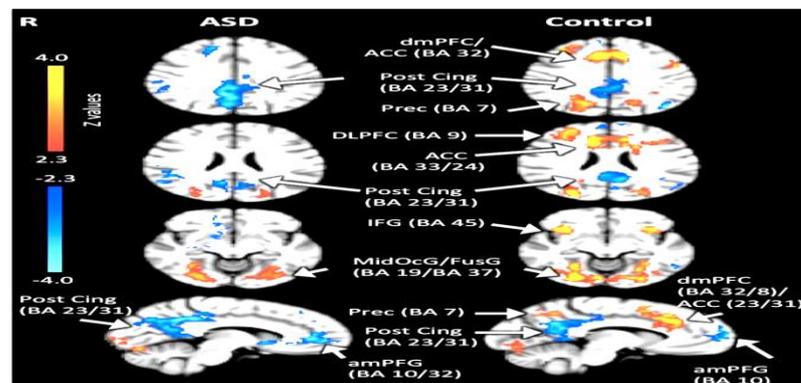
Le nombre des études en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle menées sur les FE dans le TSA est relativement restreint. Or, si certains chercheurs ont mis en évidence une activité cérébrale atypique chez les sujets atteints de ce trouble lors de l'exécution des tâches exécutives (e.g. Braden et al., 2017 ; Cavérian & Chokron, 2020 ; Gilbert et al., 2008 ; Hawco et al., 2020 ; Just et al., 2007), d'autres n'ont pas décelé de différences significatives entre les sujets avec TSA et les sujets témoins (Hill & Bird, 2006). Ces deux auteurs avancent que ces résultats mitigés peuvent être dus à l'hétérogénéité des processus appelés « FE », étant donné que c'est un terme générique qui englobe un large éventail de fonctions de haut niveau. Dawson et al. (2002) sont parmi les chercheurs qui ont repéré une activité cérébrale anormale chez les autistes. Ces chercheurs ont proposé que le dysfonctionnement exécutif peut être une conséquence d'anomalie de la fonction du lobe temporal médial. Une deuxième hypothèse était suggérée, c'est que les performances exécutives faibles dans l'autisme peuvent être dues à une intégration dysfonctionnelle des lobes frontaux avec le reste du cerveau ainsi qu'à un développement neuronal et à une myélinisation anormaux (Dawson et al., 2002 ; Luna et al., 2002). Ce point de vue est soutenu par les découvertes d'une maturation postnatale retardée des lobes frontaux dans l'autisme (Ohnishi et al., 2000 ; Zilbovicius et al., 1995) et d'une connectivité fonctionnelle réduite du cortex frontal avec d'autres régions corticales et sous-corticales (Luna et al., 2002).

Concernant la MT, Koshino et al. (2005) ont utilisé une *tâche de n-back* verbale, qui consiste en une évaluation de la capacité de mise à jour de l'information. Ils ont comparé des participants atteints de TSA à d'autres participants neurotypiques (NT) et ont constaté que le réseau de la MT chez les individus autistes était moins étendu, avec huit régions activées,

tandis que celui des individus NT comportait 11 régions activées. Les personnes autistes font davantage recours à l'hémisphère droit et aux zones postérieures indiquant un traitement de bas niveau orienté vers la perception visuelle, en plus du phénomène de désynchronisation entre les différentes régions cérébrales qui peut limiter la capacité à effectuer un traitement cognitif de haut niveau nécessitant l'implication de nombreux processus cognitifs. Vogan et al. (2014) confirment les mêmes résultats (Figure 1) chez des préadolescents avec TSA et des participants NT en utilisant la tâche de *n-back* avec couleur. Cette étude a révélé des différences significatives entre les deux groupes en fonction de l'augmentation de la charge cognitive. Les chercheurs ont observé une activation des régions frontales et pariétales du cerveau chez les participants NT, ce qui indique leur implication dans la gestion de la charge cognitive croissante. En revanche, chez les participants avec TSA, l'activation s'est limitée aux régions visuelles postérieures du cerveau, notamment au gyrus fusiforme droit et gauche et au gyrus occipital médian. Ce qui signifie que les autistes n'ont pas mobilisé les mêmes régions que les NT en réponse à l'augmentation de la charge cognitive. En utilisant la même tâche, Braden et al. (2017) ont montré une diminution de l'engagement du réseau neuronal cortico-striatal-thalamo-cortical chez des autistes en comparaison avec des personnes saines. Hawco et al. (2020) ont examiné l'activité, la connectivité et la variabilité individuelle de la réponse neuronale lors d'une tâche de MT spatiale chez 29 personnes atteintes de TSA sans déficience intellectuelle, qui présentent une altération cliniquement significative des FE, et 20 personnes en développement typique. Les résultats ont indiqué que, lors de la réalisation de la tâche de MT spatiale, les deux groupes ont activé le réseau du cortex préfrontal dorsolatéral. Cependant, une grande variabilité individuelle dans le modèle d'activité cérébrale relatif à la MT spatiale est observée chez les sujets avec TSA en comparaison avec les sujets témoins.

Figure 1

Régions activées chez le groupe des autistes et celui des neurotypiques pendant une tâche de mémoire de travail



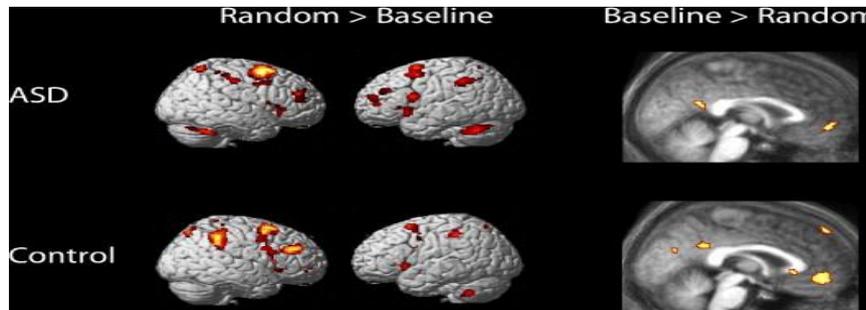
Note. ASD = Autism spectrum disorder ; dmPFC = Dorsomedial prefrontal cortex ; BA = Brodmann area; ACC = anterior cingulate cortex ; DLPFC = dorsolateral prefrontal cortex; IFG = Inferior frontal gyrus ; MidOcg = Middle occipital gyrus; amPFG = Anterior medial prefrontal gyrus. Figure tirée de Vogan et al. (2014, Figure 3).

Quant à la flexibilité cognitive, Gilbert et al. (2008) ont étudié les performances de 15 sujets avec TSA effectuant deux tâches exécutives qui font recours à cette fonction. La première est considérée comme standard ; c'est la tâche de génération de réponses aléatoires qui exige que les participants basculent entre différentes stratégies. La deuxième nécessite de basculer entre la pensée orientée vers un stimulus et la pensée indépendante du stimulus. Dans la première tâche, les différences entre les autistes et le groupe témoin ont été observées au

niveau du cervelet (Figure 2), alors qu'au cours de la deuxième tâche, la principale région montrant des différences entre les deux groupes était le cortex préfrontal rostral médian (Figure 3).

Figure 2

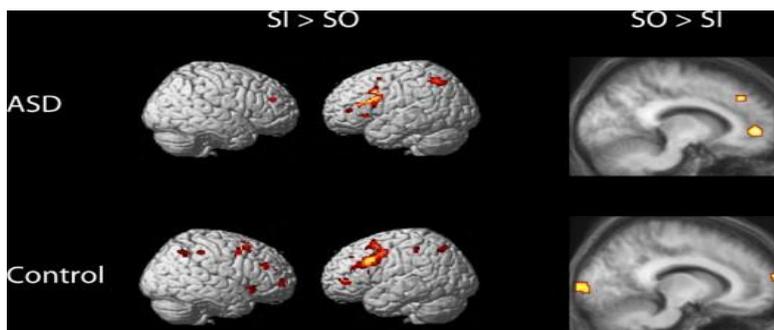
Régions activées pendant la tâche de génération de réponses aléatoire chez les autistes (la première ligne) et les neurotypiques (la deuxième ligne)



Note. ASD = Autism spectrum disorder. Figure tirée de Gilbert et al. (2008, Figure 3).

Figure 3

Régions associées à la pensée orientée et indépendante chez les autistes et les neurotypiques



Note. ASD = Autism spectrum disorder. Figure tirée de Gilbert et al. (2008, Figure 5).

Relativement à la planification, Just et al. (2007) ont mesuré l'activation cérébrale d'un groupe de participants autistes de haut niveau et d'autres NT à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle lors de l'exécution de la *tâche de la Tour de Londres*. Les résultats ont révélé que les deux groupes activent généralement les mêmes zones corticales à des degrés similaires (Figures 4 et 5). Cependant, il y avait trois différences de sous-connectivité dans le groupe des autistes. Premièrement, le degré de synchronisation entre les zones d'activation frontales et pariétales était plus faible chez les autistes que chez les participants témoins. Deuxièmement, les parties du corps calleux à travers lesquels de nombreuses zones corticales communiquent étaient plus petites chez les autistes. Troisièmement, la taille du genou du corps calleux était corrélée à la connectivité fonctionnelle frontopariétale dans le groupe contrôle.

Figure 4

Activation liée à la tâche de la Tour de Londres chez les autistes

sociale (Social Reactivity Scale). Ils ont dévoilé que la MT, la flexibilité cognitive et la planification sont parmi les processus exécutifs qui contribuent au bon fonctionnement social chez les autistes. Freeman et al. (2017) ont également souligné que la MT et la planification sont parmi les FEs qui étaient associées à un engagement réduit avec les pairs et un isolement sur le terrain de jeu chez les autistes alors que la flexibilité cognitive était reliée à la communication sociale verbale. Dans une étude récente, Zilberfayn (2019) visait à examiner la relation entre le dysfonctionnement exécutif et les déficits de communication sociale chez les personnes autistes. Trente-deux enfants et adolescents âgés entre 5 et 18 ans ont y participé. Le fonctionnement exécutif chez eux a été mesuré par (BRIEF-2), tandis que la communication sociale a été mesurée par l'*échelle de réactivité sociale- deuxième édition (Social Reactivity Scale-2)*. L'étude a montré que le dysfonctionnement exécutif en particulier le déficit de l'initiation, la flexibilité cognitive et l'autosurveillance est un contributeur important et significatif dans le trouble de la communication sociale chez cette population. Quant à eux, Sumiyoshi et al. (2011) avancent que les symptômes sociaux du TSA semblent être associés à un ensemble spécifique de FEs, en particulier la planification. Cependant Liss et al. (2001) ont mené une étude sur 21 enfants avec TSA ; le *WCST*, les *échelles de fonctionnement adaptatif de Vineland* et la *liste de contrôle des symptômes autistiques* (triade de Wing) ont été parmi les tests administrés à ses enfants. Ces chercheurs ont révélé que le fonctionnement exécutif semble être lié aux anomalies sociales mais n'est généralement pas significativement lié à des troubles de communication.

Pour les comportements restreints, répétitifs et stéréotypés, un nombre considérable de chercheurs ont étudié la relation entre les FEs et cette catégorie de symptômes. Bramham et al. (2009) ont démontré que le dysfonctionnement exécutif était lié à des comportements stéréotypés et répétitifs. Cela a été démontré même chez les tout-petits. Sadeghi et Pouretemad (2022) ont trouvé qu'il existe des associations significatives entre les FEs et les comportements stéréotypés répétitifs et restreints d'une part et entre les comportements rituels, compulsifs et l'automutilation d'autre part. Cette étude a été réalisée en recueillant les données auprès des parents à l'aide de *M-CHAT*, l'*échelle d'évaluation de l'autisme de Gilliam*, de l'*inventaire d'évaluation du comportement du fonctionnement exécutif version préscolaire* et de l'*échelle de comportement répétitif version révisée*. Le déficit de la flexibilité cognitive a été proposé comme étant fortement lié à des comportements répétitifs et persévérants (e.g. Faja & Nelson Darling, 2019 ; Jones et al., 2018 ; Lopez et al., 2005 ; Miller et al., 2015 ; Reed et al., 2013 ; South et al., 2007). Dans ce contexte, Iversen et Lewis (2021) ont réalisé une méta-analyse qui inclut 932 études visant à découvrir le lien entre la flexibilité cognitive et les comportements restreints et répétitifs. Cette méta-analyse a révélé une relation significative entre cette fonction et les niveaux élevés des comportements restreints et répétitifs. En ce qui concerne la planification, Van Eylen et al. (2015) ont détecté des liens significatifs entre cette capacité et ces comportements. Nous citons encore trois recherches qui ont visé à dévoiler la relation entre le fonctionnement exécutif et le langage pragmatique qui inclut le comportement social et les intérêts restreints (Akbar et al., 2013 ; Razavi et al., 2019). Ces recherches ont indiqué une relation positive significative entre le déficit de la MT, la flexibilité cognitive, la planification et le langage pragmatique chez des échantillons autistiques. Cependant, Kenworthy et al. (2009) n'ont trouvé aucune liaison entre la MT et les comportements restreints et répétitifs.

3. Lien entre la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, la planification et les théories explicatives du TSA

3.1. Lien entre la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, la planification et la théorie de l'esprit

La notion de théorie de l'esprit a été étudiée pour la première fois chez les chimpanzés. Elle réfère à la capacité d'interpréter les comportements d'autrui en leur attribuant des états mentaux (Baghdadli & Brisot-Dubois, 2011). C'est-à-dire la capacité à comprendre les pensées, les désirs, les émotions, les intentions et les croyances d'autrui (Baron-Cohen, 1995). Cette compétence apparaît vers 3 ou 4 ans, avant cet âge, l'enfant a tendance à être centré sur sa propre pensée (Baghdadli & Brisot-Dubois, 2011). En plus, elle se développe avec l'âge (Valeri & Speranza, 2009) mais à un rythme extrêmement lent dans l'autisme (Frith, 2003).

En effet, des chercheurs ont constaté que les processus exécutifs sont associés à la cognition sociale telle que la TE (Jones et al., 2018 ; Kouklari et al., 2018) et aux comportements adaptatifs dans les domaines de la vie quotidienne et la socialisation (Pugliese et al., 2016). D'autres ont repéré que le fonctionnement exécutif et la TE présentent des améliorations simultanées liées à l'âge (Devine & Hughes, 2014 ; Rice et al., 2016) et qu'il existe une relation étroite entre ces compétences (Devine & Hughes, 2014 ; Henning et al., 2011 ; Wang et al., 2016). La méta-analyse réalisée par Devine et Hughes, qui rassemble les données de près de 1000 enfants âgés entre 3 et 6 ans, a révélé une association modérée entre les différents aspects du fonctionnement exécutif et la compréhension des fausses croyances. Cela est également mis en évidence sur le plan cérébral : les régions spécifiques qui font partie du réseau frontopariétal, considéré comme le centre du contrôle exécutif (e.g. Vincent et al., 2008), et celle appartenant au « réseau du monde par défaut » (default mode network) lié à la TE chez les enfants (Mak et al., 2017), les adolescents (Sherman, 2014) et les adultes (Spreng & Grady, 2010) présentent une maturation fonctionnelle importante entre 2 et 6 ans. Les chercheurs affirment que cette maturation sous-tend les capacités telles que le fonctionnement exécutif, la TE et le langage. D'autres résultats méta-analytiques ont révélé aussi qu'un certain nombre de régions fréquemment associées à la TE sont identifiées parmi les régions impliquées dans le fonctionnement exécutif chez les enfants et les adultes (Alvarez & Emory, 2016 ; Houdé et al., 2010 ; Wager et al., 2004). En plus, des études sur les lésions cérébrales, les troubles dégénératifs et neurodéveloppementaux ont trouvé que, même si les capacités du fonctionnement exécutif et de la TE sont partiellement séparées sur le plan neuronal, elles présentent un chevauchement considérable (Wade et al., 2018). D'autres études longitudinales ont suggéré que le fonctionnement exécutif précoce est un prédicteur important du raisonnement ultérieur de la TE dans l'enfance (Carlson et al., 2004 ; Hughes & Ensor, 2007 ; Marcovitch et al., 2015 ; Müller et al., 2012) et que cette relation semble être constante quel que soit le contexte culturel ou les outils de mesure utilisés (Devine & Hughes, 2014). Dans ce sens, Powell et Carey (2017) ont constaté que l'épuisement du fonctionnement exécutif entrave la capacité des enfants à raisonner sur les états mentaux.

De manière générale, peu d'études ont examiné les liens spécifiques entre des aspects distincts du fonctionnement exécutif et de la TE chez les enfants. Une étude antérieure d'Olson (1989) a montré que l'évolution de la capacité des enfants à garder à l'esprit des représentations complexes peut sous-tendre leur compréhension des fausses croyances. Keenan et al. (1998) ont également été du même avis. Bull et al. (2008) ont indiqué que les performances de la TE varient en fonction des exigences de la MT. Les résultats d'une étude longitudinale récente menée par Lecce et al. (2017) sur 113 enfants au cours de la phase intermédiaire de l'enfance et dans trois temps différents suggèrent que la MT joue un rôle spécifique dans le développement de la TE pendant cette période. En revanche, Zimmerman

et al. (2016) ont constaté que les troubles de reconnaissance des émotions et de TE chez les adultes avec autisme à haut niveau de fonctionnement n'étaient pas liés à des déficits de MT. Quant à Austin et al. (2014), ils ont examiné les relations entre des tâches de fausses croyances du deuxième ordre et trois domaines du fonctionnement exécutif, y compris la MT et la flexibilité cognitive. Cette étude a été réalisée sur 1657 enfants âgés de 6 à 11 ans. Les résultats ont montré de faibles associations, mais statistiquement significatives entre chacune des deux FEs et les tâches de la TE. D'autres chercheurs ont rapporté la même conclusion (Ahmed & Miller, 2011 ; Wang et al., 2016). Devine et al. (2016) ont examiné les liens entre les mesures du fonctionnement exécutif et celles de la TE à deux temps différents couvrant une période de 4 ans pendant la phase intermédiaire de l'enfance. Parmi les tâches utilisées pour évaluer le fonctionnement exécutif, il y avait une tâche de MT, une tâche de flexibilité cognitive et une autre de planification, alors que la TE a été mesurée à l'aide des tâches classiques de fausses croyances du premier et du deuxième ordre. Les corrélations entre les trois domaines du fonctionnement exécutif et la TE étaient modérées à l'âge de 6 ans, mais faibles à l'âge de 10 ans. Ces résultats peuvent indiquer que le fonctionnement exécutif prédit le développement de la TE à l'âge préscolaire, mais pas pendant la phase intermédiaire de l'enfance (Devine et al., 2016).

En examinant l'étiologie de l'autisme et les dysfonctionnements neurocognitifs associés, des chercheurs ont proposé une base neuronale commune entre les capacités exécutives et celle liée à la TE impliquant en particulier des régions préfrontales corticales (Ellis & Gunter, 1999 ; Ozonoff et al., 1991). Pour Demetriou et al. (2018), les déficiences des FEs et de la TE sont associées au sein du TSA. Des études antérieures ont rapporté des corrélations significatives entre la MT, la flexibilité cognitive et les capacités de la TE chez les enfants et les adultes atteints de TSA (e.g. Ozonoff et al., 1999). Joseph et Tager-Flusberg (2004) ont révélé une relation entre les mesures de la MT, la planification et les tâches de la TE chez les enfants et les adolescents autistes. Quant à Kimhi et al. (2014), ils ont constaté que la flexibilité et la planification étaient significativement liées à la TE chez des enfants autistes âgés de 5 ans. Kouklari et al. (2018) ont mené une étude sur 64 enfants autistes âgés entre 8 et 12 ans. L'objectif principal de cette étude était de vérifier l'effet des tâches exécutives sur la TE et sur la communication sociale. Parmi les FEs mesurées, il y avait la MT et la flexibilité cognitive. Ces chercheurs ont conclu que les deux FEs et la TE sont associées pendant la phase intermédiaire de l'enfance dans le TSA et que ces FEs peuvent être un prédicteur crucial de la TE chez les enfants portant ce trouble. Les résultats concernant la flexibilité cognitive et la planification ont été démontrés dans des études antérieures (Pellicano, 2007, 2010) chez des jeunes enfants autistes âgés entre 4 et 7 ans. Ces chercheurs ont suggéré que ces deux FEs étaient significativement corrélées avec le développement de la TE.

3.2. Lien entre la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, la planification et la faible cohérence centrale

Le concept de « cohérence centrale » renvoie à la capacité d'intégrer et relier les informations perceptuelles pour former une image d'ensemble cohérente (Lopez et al., 2008 ; Noens & Van Berckelaer-Onnes, 2008). C'est une approche cognitive qui consiste à prendre en compte le contexte environnemental lors du traitement de l'information (Happé, 1999). La nature de la relation entre la CC et le fonctionnement exécutif a fait l'objet de peu d'études (Pellicano et al., 2005). Encore moins d'attention a été portée sur ce sujet dans l'autisme (Pellicano et al., 2006). Selon Pellicano et al. (2005), les personnes autistes se situent à l'extrémité faible du continuum de cohérence. La faible CC dans ce trouble se manifeste à plusieurs niveaux différents y compris les niveaux perceptuel et verbal- sémantique (Happé, 1999), mais la faiblesse la plus importante surgit au niveau visuo-spatial (Pellicano et al.,

2005). De manière générale, les autistes penchent sur le traitement local (les détails) en écartant le traitement global. Certains chercheurs ont émis l'hypothèse que les préférences pour le traitement local dans l'autisme pourraient s'expliquer par un dysfonctionnement exécutif (Motttron & Belville, 1993 ; Rinehart et al., 2000). D'après ces chercheurs, le traitement global limité pourrait être lié à la difficulté à détourner l'attention des détails locaux et non pas un problème de capacité à rassembler les détails dans une gestalt. Autrement dit, les difficultés de traitement global pourraient résulter d'une incapacité à basculer entre les aspect locaux et globaux d'un stimulus (Rinehart et al., 2000). Pellicano et al. (2006) ont mené une étude pour évaluer si la faible CC est liée à des déficits de FEs chez les enfants atteints de TSA. Les participants étaient âgés entre 4 et 7 ans et formaient deux groupes, un groupe de 35 enfants atteints de TSA et un autre de 40 enfants au développement typique. Quatre mesures de cohérence visuospatiale ont été administrées : trois mesures de cohérence nécessitaient une analyse locale et la quatrième repose sur le traitement intégratif, en plus des tâches conçues pour mesurer la flexibilité cognitive et la planification. Les résultats ont démontré qu'il existe une relation entre la CC et le fonctionnement exécutif dans l'autisme. De bonnes performances dans des tâches de CC étaient liées à de meilleures capacités de flexibilité cognitive et de planification.

Étant donné que les perspectives sur le développement typique favorisent la compréhension de l'autisme (Pellicano et al., 2005), nous citons aussi le travail de ces chercheurs qui visait à examiner si le contrôle exécutif et la construction visuospatiale de la CC sont associées. L'étude a été réalisée sur un échantillon de 76 enfants au développement typique âgés entre 4 et 5 ans. Pellicano et al. ont conclu que la capacité de la construction visuospatiale des enfants était significativement associée aux mesures du fonctionnement exécutif en indiquant que les enfants qui réussissent bien sur la construction visuospatiale réussissent également sur les tâches de MT, de flexibilité cognitive et de planification.

Sur un autre plan, Jarrold et al. (2000) visaient à examiner si le déficit de la TE et la faible CC pouvaient être fonctionnellement liées par le biais de trois expériences menées sur des enfants autistes et d'autres au développement typique. Deux de ces expériences ont confirmé qu'une faible CC était liée à une faible performance dans la TE chez tous les enfants. Dans l'une des expériences, Jarrold et al. ont évalué la TE chez 24 enfants au développement typique âgés de 5 ans avec une série de tâches de difficultés différentes, alors que la CC a été évaluée par deux tâches distinctes: la version préscolaire du test des figures intégrées et le test de conception des blocs. Les résultats de cette expérience ont montré une corrélation positive entre ces deux aspects (une faible capacité dans la TE est associée à une faible CC). La deuxième expérience a été réalisée sur 17 enfants autistes âgés entre 7 ans 4 mois et 12 ans. Les chercheurs ont administré les mêmes tâches de l'expérience précédente à cet échantillon. Ils ont déduit que les personnes autistes qui présentent une faible capacité de TE présentent également une faible CC et vice versa. Pour Burnette et al. (2005), la corrélation entre la faible CC verbale et la performance dans la tâche de TE était significative, alors que la corrélation entre la faible CC visuospatiale et la mesure de la TE n'était pas significative, et ce, chez un échantillon de 31 enfants autistes de haut niveau.

En l'absence d'études spécifiques sur la CC et le fonctionnement exécutif, et compte tenu de la relation entre la CC et la TE ainsi que du lien établi entre la TE et les fonctions exécutives, notamment la MT, la flexibilité cognitive et la planification (comme présenté dans l'axe précédent), nous suggérons que ces trois fonctions, la TE et la CC, peuvent former un syllogisme. La TE est liée à la MT, à la flexibilité cognitive et à la planification (e.g., Austin et al., 2014 ; Bull et al., 2008; Devine et al., 2016; Zimmerman et al., 2016). Par ailleurs, la TE est également associée à la CC (e.g., Burnette et al., 2005 ; Jarrold et al., 2000). Ainsi, nous pouvons déduire que la CC est liée aux trois fonctions exécutives mentionnées.

Conclusion

D'après ce qui précède, et bien que les résultats des recherches soient disparates, le lien entre le dysfonctionnement exécutif et les symptômes autistiques semble relativement établi. En effet, les déficits de la MT, de la flexibilité cognitive et de la planification dans le TSA ont été observés dans plusieurs études. L'altération de ces fonctions a été liée à la symptomatologie autistique, bien que les recherches sur ce sujet soient encore peu nombreuses. Les déficits de la MT ont été associés aux troubles de la communication et de la socialisation ainsi qu'aux comportements restreints et répétitifs, tandis que l'altération de la flexibilité cognitive et de la planification a été principalement liée aux comportements restreints et répétitifs. Les recherches sur les relations spécifiques entre les différents aspects du fonctionnement exécutif, la TE et la CC sont extrêmement limitées. Néanmoins, il a été rapporté que la MT, la flexibilité cognitive et la planification sont liées à l'un des aspects complexes de la TE, à savoir la compréhension des fausses croyances, et qu'elles sont également associées à la préférence des autistes pour le traitement local plutôt que global (CC), y compris au niveau neuronal.

Références

- Ahmed, F. S., & Stephen Miller, L. (2011). Executive function mechanisms of theory of mind. *Journal of autism and developmental disorders*, 41, 667-678. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1087-7>
- Akbar, M., Loomis, R., & Paul, R. (2013). The interplay of language on executive functions in children with ASD. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(3), 494-501. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.09.001>
- Alaoui Belghiti, L. C. & El-Mir, M. (2023). Effet de l'entraînement par le programme Cogmed sur la mémoire de travail chez les enfants atteints du TDA/H [Effect of training with the Cogmed program on working memory in children with ADHD]. *Arab Journal of Psychology*, 8(1-2), 120-134. <https://doi.org/10.57642/AJOPSY-12>
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology review*, 16, 17-42. <https://doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x>
- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Ammour, A. & El-Mir, M. (2023). L'entraînement de la mémoire de travail dans la dyslexie [Working memory training in dyslexia]. *Arab Journal of Psychology*, 8(1-2), 135-154. <https://doi.org/10.57642/AJOPSY-13>
- Austin, G., Groppe, K., & Elsner, B. (2014). The reciprocal relationship between executive function and theory of mind in middle childhood: A 1-year longitudinal perspective. *Frontiers in psychology*, 5, 655. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00655>
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. New York: Oxford University Press. <https://studylib.net/doc/7657654/baddeley--a.--1986.-working-memory.-oxford--oxford-unive>
- Baghdadli, A., & Brisot-Dubois, J. (2011). *Entraînement Aux Habiletés Sociales Appliqué à L'autisme*. Elsevier Health Sciences France. <https://pdfcoffee.com/download/habiletssocialesappliquelautismeguidepourlesintervenants-elsevier-masson20112pdf-pdf-free.html>
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21(1), 37-46. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0010027785900228>
- Berger, H. J., Aerts, F. H., Spaendonck, K. P. V., Cools, A. R., & Teunisse, J. P. (2003). Central coherence and cognitive shifting in relation to social improvement in high-functioning young adults with autism. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25(4), 502-511. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.4.502.13870>
- Bogte, H., Flamma, B., van der Meere, J., & van Engeland, H. (2008). Cognitive flexibility in adults with high functioning autism. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(1), 33-41. <https://doi.org/10.1080/13803390601186668>
- Bouayad, M. & El-Mir, M. (2022). L'impact des fonctions exécutives sur la compréhension en lecture [The impact of executive functions on reading comprehension]. *Arab Journal of Psychology*, 7(1), 125-144. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21084871.v1>
- Bousbaïat, O. & El-Mir, M. (2021). تأثير انفعال الخوف على أداء الذاكرة العاملة لدى الطفل [The Effect of Fear on Working Memory in children]. *Arab Journal of Psychology*, 6(1), 125-138. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151573.v1>
- Braden, B. B., Smith, C. J., Thompson, A., Glaspy, T. K., Wood, E., Vatsa, D., Abbott, A. E., McGee, S. C., & Baxter, L. C. (2017). Executive function and functional and structural brain differences in middle-age adults with autism spectrum disorder. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 10(12), 1945-1959. <https://doi.org/10.1002/aur.1842>
- Bramham, J., Ambery, F., Young, S., Morris, R., Russell, A., Xenitidis, K., ... & Murphy, D. (2009). Executive functioning differences between adults with attention deficit hyperactivity disorder and autistic spectrum disorder in initiation, planning and strategy formation. *Autism*, 13(3), 245-264. <https://doi.org/10.1177/1362361309103790>

- Brunsdon, V. E., & Happé, F. (2014). Exploring the 'fractionation' of autism at the cognitive level. *Autism, 18*(1), 17-30. <https://doi.org/10.1177/1362361313499456>
- Bull, R., Phillips, L. H., & Conway, C. A. (2008). The role of control functions in mentalizing: Dual-task studies of theory of mind and executive function. *Cognition, 107*(2), 663-672. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.07.015>
- Burnette, C. P., Mundy, P. C., Meyer, J. A., Sutton, S. K., Vaughan, A. E., & Charak, D. (2005). Weak central coherence and its relations to theory of mind and anxiety in autism. *Journal of autism and developmental disorders, 35*(1), 63–73. <https://doi.org/10.1007/s10803-004-1035-5>
- Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L. (2004). Executive Function and Theory of Mind: Stability and Prediction From Ages 2 to 3. *Developmental Psychology, 40*(6), 1105–1122. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.6.1105>
- Carotenuto, M., Ruberto, M., Fontana, M. L., Catania, A., Misuraca, E., Precenzano, F., Lanzara, V., Messina, G., Roccella, M., & Smirni, D. (2019). Executive functioning in autism spectrum disorders: A case-control study in preschool children. *Curr Pediatric Res, 23*, 112-6. <https://www.alliedacademies.org/articles/executive-functioning-in-autism-spectrum-disorders-a-casecontrol-study-in-preschool-children-11539.html>
- Cavézian, C. & Chokron, S. (2012). À la recherche d'une atteinte cérébrale dans l'autisme : où en sommes-nous ? *Revue de neuropsychologie, 4*, 36-42. <https://doi.org/10.1684/nrp.2012.0201>
- Chen, C. C., Kuo, J. C., & Wang, W. J. (2019). Distinguishing the visual working memory training and practice effects by the effective connectivity during n-back tasks: a DCM of ERP study. *Frontiers in behavioral neuroscience, 13*, 84. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00084>
- Christ, S. E., Kanne, S. M., & Reiersen, A. M. (2010). Executive function in individuals with subthreshold autism traits. *Neuropsychology, 24*(5), 590–598. <https://doi.org/10.1037/a0019176>
- Ciesielski, K. T., & Harris, R. J. (1997). Factors related to performance failure on executive tasks in autism. *Child Neuropsychology, 3*(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/09297049708401364>
- Cristofori, I., Zhong, W., Chau, A., Solomon, J., Krueger, F., & Grafman, J. (2015). White and gray matter contributions to executive function recovery after traumatic brain injury. *Neurology, 84*(14), 1394-1401. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000001446>
- Czermainski, F. R., Riesgo, R. D. S., Guimarães, L. S. P., Salles, J. F. D., & Bosa, C. A. (2014). Executive functions in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Paidéia (Ribeirão Preto), 24*, 85-94. <https://doi.org/10.1590/1982-43272457201411>
- Dahbi S. & El-Mir, M. (2020). Impact de la dépression sur la mémoire de travail: Etude comparative du fonctionnement de la mémoire de travail chez un groupe de patients avec trouble dépressif caractérisé et un groupe témoin [Impact of depression on working memory: Comparative study of the functioning of working memory in a group of patients with characterized depressive disorder and a control group]. *Arab Journal of Psychology, 5*(2), 178-188. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151630.v1>
- Dauids, R. C., Groen, Y., Berg, I. J., Tucha, O. M., & van Balkom, I. D. (2016). Executive functions in older adults with autism spectrum disorder: Objective performance and subjective complaints. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*, 2859-2873. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2831-4>
- Dawson, G., Webb, S., Schellenberg, G. D., Dager, S., Friedman, S., Aylward, E., & Richards, T. (2002). Defining the broader phenotype of autism: Genetic, brain, and behavioral perspectives. *Development and psychopathology, 14*(3), 581-611. <https://doi.org/10.1017/S095457940200>
- Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., Hickie, I., & Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: a meta-analysis of executive function. *Molecular psychiatry, 23*(5), 1198–1204. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>
- Devine, R. T., & Hughes, C. (2014). Relations between false belief understanding and executive function in early childhood: A meta-analysis. *Child development, 85*(5), 1777-1794. <https://doi.org/10.1111/cdev.12237>
- Downing, K. (2015). *An examination of three theoretical models of executive functioning* [Thèse de doctorat, Université des arts et des sciences, Texas]. Texas Digital Library. <https://twu-ir.tdl.org/bitstream/handle/11274/7031/2015DowningOCR.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

- Ellis, H. D., & Gunter, H. L. (1999). Asperger syndrome: a simple matter of white matter?. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(5), 192-200. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01315-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01315-7)
- El-Haddadi, A. & El-Mir, M. (2022). تدريب الذاكرة العاملة لدى المصابين بالفصام [Working memory training in patients with schizophrenia]. *Arab Journal of Psychology*, 7(1), 41-53. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21084868.v2>
- El-Mir, M. (2017). The effect of working memory capacity on word recognition speed in Arabic second grade readers. *Arab Journal of Psychology*, 3(1), 149-160. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155970.v1>
- El-Mir, M. (2018). دور السيرورات الانفعالية في اشتغال الذاكرة [The role of emotional processes in memory functioning]. *Arab Journal of Psychology*, 3(2), 94-103. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155955.v1>
- El-Mir, M. (2019). Impact of memory on school performance. *Arab Journal of Psychology*, 4(2), 184-196. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12152199.v1>
- El-Mir, M. (2020). تأثير قدرة الذاكرة العاملة على النمو القراني في اللغة العربية لدى تلاميذ التعليم الابتدائي بالمغرب [Effect of working memory capacity on Arabic reading development in primary school pupils in Morocco]. *Arab Journal of Psychology*, 5(1), 92-106. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21586932.v1>
- El-Mir, M. (2021). اشتغال الذاكرة في الشيخوخة. [Memory functioning in aging]. *Nafssaniat*, 73, 17-29. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151552.v1>
- El-Mir, M. (2022). القراءة والذاكرة العاملة [Reading and working memory]. Books Cultural Center: Casablanca, Beirut, ISBN: 978-9920-677-25-7. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21096664.v1>
- El-Mir, M. & Sedjari, S. (2022). Effect of working memory training on mental disorders. *Arab Journal of Psychology*, 7(3), 91-106. <https://doi.org/10.57642/AJOPSY8>
- Faja, S., & Nelson Darling, L. (2019). Variation in restricted and repetitive behaviors and interests relates to inhibitory control and shifting in children with autism spectrum disorder. *Autism*, 23(5), 1262-1272. <https://doi.org/10.1177/1362361318804192>
- Freeman, L. M., Locke, J., Rotheram-Fuller, E., & Mandell, D. (2017). Brief report: Examining executive and social functioning in elementary-aged children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 47, 1890-1895. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3079-3>
- Geurts, H. M., Corbett, B., & Solomon, M. (2009). The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.006>
- Geurts, H. M., & Vissers, M. E. (2012). Elderly with autism: Executive functions and memory. *Journal of autism and developmental disorders*, 42, 665-675. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1291-0>
- Gilbert, S. J., Bird, G., Brindley, R., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2008). Atypical recruitment of medial prefrontal cortex in autism spectrum disorders: An fMRI study of two executive function tasks. *Neuropsychologia*, 46(9), 2281-2291. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.03.025>
- Gilotty, L., Kenworthy, L., Sirian, L., Black, D. O., & Wagner, A. E. (2002). Adaptive skills and executive function in autism spectrum disorders. *Child Neuropsychology*, 8(4), 241-248. <https://doi.org/10.1076/chin.8.4.241.13504>
- Guennach, A. & El-Mir, M. (2019). اضطراب طيف التوحد والذاكرة العاملة: دراسة مقارنة بين الأطفال ذوي اضطراب طيف التوحد والأطفال العاديين [Autism spectrum disorder and working memory: A comparative study between children with ASD and normal children]. *Arab Journal of Psychology*, 4(2), 123-133. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155694.v2>
- Happé, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *Nature neuroscience*, 9(10), 1218-1220. <https://doi.org/10.1038/nn1770>
- Hawco, C., Yoganathan, L., Voineskos, A. N., Lyon, R., Tan, T., Daskalakis, Z. J., Blumberger, D. M., Croarkin, P. E., Lai, M. C., Szatmari, P., & Ameis, S. H. (2020). Greater Individual Variability in Functional Brain Activity during Working Memory Performance in young people with Autism and Executive Function Impairment. *NeuroImage. Clinical*, 27, 102260. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102260>

- Henning, A., Spinath, F. M., & Aschersleben, G. (2011). The link between preschoolers' executive function and theory of mind and the role of epistemic states. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 513-531. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.10.006>
- Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in cognitive sciences*, 8(1), 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003>
- Hill, E. L., & Bird, C. M. (2006). Executive processes in Asperger syndrome: Patterns of performance in a multiple case series. *Neuropsychologia*, 44(14), 2822-2835. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.007>
- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A., & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental science*, 13(6), 876-885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00938.x>
- Hughes, C., & Ensor, R. (2007). Executive function and theory of mind: Predictive relations from ages 2 to 4. *Developmental Psychology*, 43(6), 1447-1459. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1447>
- Ileto, K. (2016). *Pragmatic language and its relation to executive functioning, adaptive functioning and attention-deficit/hyperactivity disorder in children with autism spectrum disorder* [Doctoral dissertation, The George Washington University]. <https://scholarspace.library.gwu.edu/downloads/9593tv13c>
- Iversen, R. K., & Lewis, C. (2021). Executive function skills are linked to restricted and repetitive behaviors: Three correlational meta-analyses. *Autism Research*, 14(6), 1163-1185. <https://doi.org/10.1002/aur.2468>
- Jarrold, C., Butler, D. W., Cottington, E. M., & Jimenez, F. (2000). Linking theory of mind and central coherence bias in autism and in the general population. *Developmental Psychology*, 36(1), 126-138. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.1.126>
- Johnston, K., Murray, K., Spain, D., Walker, I., & Russell, A. (2019). Executive function: Cognition and behaviour in adults with autism spectrum disorders (ASD). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49, 4181-4192. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04133-7>
- Jones, C. R. G., Simonoff, E., Baird, G., Pickles, A., Marsden, A. J. S., Tregay, J., Happé, F., & Charman, T. (2018). The association between theory of mind, executive function, and the symptoms of autism spectrum disorder. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 11(1), 95-109. <https://doi.org/10.1002/aur.1873>
- Joseph, R. M., & Tager-Flusberg, H. E. L. E. N. (2004). The relationship of theory of mind and executive functions to symptom type and severity in children with autism. *Development and psychopathology*, 16(1), 137-155. <https://doi.org/10.1017/S095457940404444X>
- Just, M. A., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., Kana, R. K., & Minshew, N. J. (2007). Functional and anatomical cortical underconnectivity in autism: evidence from an fMRI study of an executive function task and corpus callosum morphometry. *Cerebral cortex*, 17(4), 951-961. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl006>
- Keenan, T. (1998). Memory span as a predictor of false belief understanding. *New Zealand Journal of Psychology*, 27(2), 36. <https://www.psychology.org.nz/journal-archive/NZJP-Vol272-1998-5-Keenan.pdf>
- Kenworthy, L., Black, D. O., Harrison, B., Della Rosa, A., & Wallace, G. L. (2009). Are executive control functions related to autism symptoms in high-functioning children?. *Child Neuropsychology*, 15(5), 425-440. <https://doi.org/10.1080/09297040802646983>
- Kercood, S., Grskovic, J. A., Banda, D., & Begeske, J. (2014). Working memory and autism: A review of literature. *Research in autism spectrum disorders*, 8(10), 1316-1332. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.06.011>
- Kimhi, Y., Shoam-Kugelmas, D., Agam Ben-Artzi, G., Ben-Moshe, I., & Bauminger-Zviely, N. (2014). Theory of mind and executive function in preschoolers with typical development versus intellectually able preschoolers with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 44, 2341-2354. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2104-z>
- Koshino, H., Carpenter, P. A., Minshew, N. J., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Just, M. A. (2005). Functional connectivity in an fMRI working memory task in high-functioning autism. *Neuroimage*, 24(3), 810-821. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.09.028>

- Kouklari, E. C., Tsermentseli, S., & Auyeung, B. (2018). Executive function predicts theory of mind but not social verbal communication in school-aged children with autism spectrum disorder. *Research in developmental disabilities, 76*, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.02.015>
- Kriblou A. & El-Mir, M. (2021). اشتغال الذاكرة العاملة لدى الأطفال المصابين بالاضطرابات اللغوية النمائية النوعية [Working memory functioning in children with specific developmental language disorders]. *Arab Journal of Psychology, 6(2)*, 17-32. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151540.v1>
- Kriblou A. & El-Mir, M. (2024). تأثير التدريب المعرفي على أداء الذاكرة العاملة في المهام اللفظية لدى الأطفال المصابين بالاضطرابات اللغوية النمائية النوعية [The Effect of Cognitive Training on Working Memory Performance in Verbal Tasks in Children with Specific Developmental Language Disorders]. *Arab Journal of Psychology, 9(2)*, 6-17. <https://doi.org/10.57642/AJOPSY913>
- Landa, R. J., & Goldberg, M. C. (2005). Language, social, and executive functions in high functioning autism: A continuum of performance. *Journal of autism and developmental disorders, 35*, 557-573. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0001-1>
- Lecce, S., Bianco, F., Devine, R. T., & Hughes, C. (2017). Relations between theory of mind and executive function in middle childhood: A short-term longitudinal study. *Journal of experimental child psychology, 163*, 69-86. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.06.011>
- Leung, R. C., & Zakzanis, K. K. (2014). Brief report: cognitive flexibility in autism spectrum disorders: a quantitative review. *Journal of autism and developmental disorders, 44*, 2628-2645. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2136-4>
- Liss, M., Fein, D., Allen, D., Dunn, M., Feinstein, C., Morris, R., Waterhouse, L., & Rapin, I. (2001). Executive functioning in high-functioning children with autism. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines, 42(2)*, 261-270. <https://doi.org/10.1017/S00219630010066>
- Lopez, B., Leekam, S. R., & Arts, G. R. (2008). How central is central coherence? Preliminary evidence on the link between conceptual and perceptual processing in children with autism. *Autism, 12(2)*, 159-171. <https://doi.org/10.1177/1362361307086662>
- Lopez, B. R., Lincoln, A. J., Ozonoff, S., & Lai, Z. (2005). Examining the relationship between executive functions and restricted, repetitive symptoms of autistic disorder. *Journal of autism and developmental disorders, 35*, 445-460. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-5035-x>
- Luna, B., Doll, S. K., Hegedus, S. J., Minshew, N. J., & Sweeney, J. A. (2007). Maturation of executive function in autism. *Biological psychiatry, 61(4)*, 474-481. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.02.030>
- Luna, B., Minshew, N. J., Garver, K. E., Lazar, N. A., Thulborn, K. R., Eddy, W. F., & Sweeney, J. A. (2002). Neocortical system abnormalities in autism: an fMRI study of spatial working memory. *Neurology, 59(6)*, 834-840. <https://doi.org/10.1212/WNL.59.6.834>
- Maes, J. H., Vissers, C. T., Egger, J. I., & Eling, P. A. (2013). On the relationship between autistic traits and executive functioning in a non-clinical Dutch student population. *Autism, 17(4)*, 379-389. <https://doi.org/10.1177/1362361312442009>
- Mak, L. E., Minuzzi, L., MacQueen, G., Hall, G., Kennedy, S. H., & Milev, R. (2017). The default mode network in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Brain connectivity, 7(1)*, 25-33. <https://doi.org/10.1089/brain.2016.0438>
- Marcaggi, G., Bon, L., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2010). Memory in autism: 40 years after. *Revue de neuropsychologie, 2(4)*, 310-319. <https://doi.org/10.1684/nrp.2010.0104>
- Marcovitch, S., O'Brien, M., Calkins, S. D., Leerkes, E. M., Weaver, J. M., & Levine, D. W. (2015). A longitudinal assessment of the relation between executive function and theory of mind at 3, 4, and 5 years. *Cognitive development, 33*, 40-55. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.07.001>
- Miller, H. L., Ragozzino, M. E., Cook, E. H., Sweeney, J. A., & Mosconi, M. W. (2015). Cognitive set shifting deficits and their relationship to repetitive behaviors in autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders, 45*, 805-815. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2244-1>
- 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(1)*, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in cognitive sciences*, 7(3), 134-140. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Mottron, L., & Belleville, S. (1993). A study of perceptual analysis in a high-level autistic subject with exceptional graphic abilities. *Brain and cognition*, 23(2), 279-309. <https://doi.org/10.1006/brcg.1993.1060>
- Müller, U., Liebermann-Finestone, D. P., Carpendale, J. I., Hammond, S. I., & Bibok, M. B. (2012). Knowing minds, controlling actions: The developmental relations between theory of mind and executive function from 2 to 4 years of age. *Journal of experimental child psychology*, 111(2), 331-348. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.08.014>
- Naciri, M. & El-Mir, M. (2019). القراءة والخصوصيات الفونولوجية والمورفولوجية للغة العربية: دراسة مقارنة بين جيدي وعسيرى القراء [Reading and phonologico-morphological characteristics of Arabic: a comparative study of good readers and dyslexics]. *Arab Journal of Psychology*, 4(1), 67-79. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12155937.v1>
- Noens, I. L., & van Berckelaer-Onnes, I. A. (2008). The central coherence account of autism revisited: Evidence from the ComFor study. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2(2), 209-222. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2007.05.004>
- Ohnishi, T., Matsuda, H., Hashimoto, T., Kunihiro, T., Nishikawa, M., Uema, T., & Sasaki, M. (2000). Abnormal regional cerebral blood flow in childhood autism. *Brain*, 123(9), 1838-1844. <https://doi.org/10.1093/brain/123.9.1838>
- Oliveras-Rentas, R. E., Kenworthy, L., Roberson, R. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2012). WISC-IV profile in high-functioning autism spectrum disorders: impaired processing speed is associated with increased autism communication symptoms and decreased adaptive communication abilities. *Journal of autism and developmental disorders*, 42, 655-664. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1289-7>
- Olson, D. R. (1989). Making up your mind. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 30(4), 617-627. <https://doi.org/10.1037/h0079836>
- Ozonoff, S., & Jensen, J. (1999). Brief report: Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 29(2), 171-177. <https://doi.org/10.1023/A:1023052913110>
- Ozonoff, S., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1991). Executive function deficits in high-functioning autistic individuals: relationship to theory of mind. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 32(7), 1081-1105. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1991.tb00351.x>
- Pasqualotto, A., Mazzoni, N., Bentenuto, A., Mule, A., Benso, F., & Venuti, P. (2021). Effects of cognitive training programs on executive function in children and adolescents with Autism Spectrum Disorder: A systematic review. *Brain sciences*, 11(10), 1280. <https://doi.org/10.3390/brainsci1101280>
- Pellicano, E. (2007). Links between theory of mind and executive function in young children with autism: clues to developmental primacy. *Developmental psychology*, 43(4), 974. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.974>
- Pellicano, E. (2010). Individual differences in executive function and central coherence predict developmental changes in theory of mind in autism. *Developmental Psychology*, 46(2), 530-544. <https://doi.org/10.1037/a0018287>
- Pellicano, E., Maybery, M., & Durkin, K. (2005). Central coherence in typically developing preschoolers: does it cohere and does it relate to mindreading and executive control?. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(5), 533-547. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00380.x>
- Pellicano, E., Maybery, M., Durkin, K., & Maley, A. (2006). Multiple cognitive capabilities/deficits in children with an autism spectrum disorder: "Weak" central coherence and its relationship to theory of mind and executive control. *Development and psychopathology*, 18(1), 77-98. <https://doi.org/10.1017/S0954579406060056>
- Powell, L. J., & Carey, S. (2017). Executive function depletion in children and its impact on theory of mind. *Cognition*, 164, 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.03.022>
- Pugliese, C. E., Anthony, L. G., Strang, J. F., Dudley, K., Wallace, G. L., Naiman, D. Q., & Kenworthy, L. (2016). Longitudinal examination of adaptive behavior in autism spectrum

- disorders: Influence of executive function. *Journal of autism and developmental disorders*, 46, 467-477. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2584-5>
- Razavi, F., Pourmohamadreza-Tajrishi, M., Haghgoo, H., Bakhshi, E., Tavakoli, S., & Miri, S. M. A. (2019). Relationship between executive functions and pragmatic language in children with autism spectrum disorders. *Iranian Rehabilitation Journal*, 17(3), 225-234. <http://irj.uswr.ac.ir/article-1-954-en.html>
- Reed, P., Watts, H., & Truzoli, R. (2013). Flexibility in young people with autism spectrum disorders on a card sort task. *Autism*, 17(2), 162-171. <https://doi.org/10.1177/1362361311409599>
- Rice, C. E., Zablotsky, B., Avila, R. M., Colpe, L. J., Schieve, L. A., Pringle, B., & Blumberg, S. J. (2016). Reported wandering behavior among children with autism spectrum disorder and/or intellectual disability. *The Journal of pediatrics*, 174, 232-239. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.03.047>
- Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Moss, S. A., Brereton, A. V., & Tonge, B. J. (2000). Atypical interference of local detail on global processing in high-functioning autism and Asperger's disorder. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41(6), 769-778. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00664>
- Robinson, S., Goddard, L., Dritschel, B., Wisley, M., & Howlin, P. (2009). Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain and cognition*, 71(3), 362-368. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.06.007>
- Rumsey, J. M., & Hamburger, S. D. (1988). Neuropsychological findings in high-functioning men with infantile autism, residual state. *Journal of Clinical and experimental Neuropsychology*, 10(2), 201-221. <https://doi.org/10.1080/01688638808408236>
- Sadeghi, S., & Pouretmad, H. R. (2022). Executive functions predict restricted and repetitive behaviors in toddlers under 36 months old with autism spectrum disorder. *Infant Behavior and Development*, 67, 101721. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2022.101721>
- Sedjari, S. & El-Mir, M. (2021). Entrainement de la mémoire de travail dans le trouble du spectre de l'autisme [Working memory training in autism spectrum disorder]. *Arab Journal of Psychology*, 6(1), 194-209. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21151609.v1>
- Sedjari, S., El-Mir, M. & Souirti, Z. (2023). Entraînement de la mémoire de travail dans l'autisme: Transfert proche et éloigné [Working memory training in autism: Near and far transfer]. *La Tunisie médicale*, 101(12), 884-890.
- Seng, G. J., Tseng, W. L., Chiu, Y. N., Tsai, W. C., Wu, Y. Y., & Gau, S. S. F. (2021). Executive functions in youths with autism spectrum disorder and their unaffected siblings. *Psychological medicine*, 51(15), 2571-2580. <https://doi.org/10.1017/S0033291720001075>
- Sherman, L. E., Rudie, J. D., Pfeifer, J. H., Masten, C. L., McNealy, K., & Dapretto, M. (2014). Development of the default mode and central executive networks across early adolescence: a longitudinal study. *Developmental cognitive neuroscience*, 10, 148-159. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.08.002>
- Sinzig, J., Morsch, D., Bruning, N., Schmidt, M. H., & Lehmkuhl, G. (2008). Inhibition, flexibility, working memory and planning in autism spectrum disorders with and without comorbid ADHD-symptoms. *Child and adolescent psychiatry and mental health*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-2-4>
- South, M., Ozonoff, S., & McMahon, W. M. (2007). The relationship between executive functioning, central coherence, and repetitive behaviors in the high-functioning autism spectrum. *Autism*, 11(5), 437-451. <https://doi.org/10.1177/1362361307079606>
- Spreng, R. N., & Grady, C. L. (2010). Patterns of brain activity supporting autobiographical memory, prospection, and theory of mind, and their relationship to the default mode network. *Journal of cognitive neuroscience*, 22(6), 1112-1123. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21282>
- Sumiyoshi, C., Kawakubo, Y., Suga, M., Sumiyoshi, T., & Kasai, K. (2011). Impaired ability to organize information in individuals with autism spectrum disorders and their siblings. *Neuroscience research*, 69(3), 252-257. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2010.11.007>
- Teunisse, J. P., & de Gelder, B. (2001). Impaired categorical perception of facial expressions in high-functioning adolescents with autism. *Child Neuropsychology*, 7(1), 1-14. <https://doi.org/10.1076/chin.7.1.1.3150>

- Valeri, G. & Speranza, M. (2009). Modèles neuropsychologiques dans l'autisme et les troubles envahissants du développement. *Développements*, 1, 34-48. <https://doi.org/10.3917/devel.001.0034>
- Van Eylen, L., Boets, B., Steyaert, J., Wagemans, J., & Noens, I. (2015). Executive functioning in autism spectrum disorders: Influence of task and sample characteristics and relation to symptom severity. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24, 1399-1417. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0689-1>
- van den Bergh, S. F., Scheeren, A. M., Begeer, S., Koot, H. M., & Geurts, H. M. (2014). Age related differences of executive functioning problems in everyday life of children and adolescents in the autism spectrum. *Journal of autism and developmental disorders*, 44, 1959-1971. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2071-4>
- Vincent, J. L., Kahn, I., Snyder, A. Z., Raichle, M. E., & Buckner, R. L. (2008). Evidence for a frontoparietal control system revealed by intrinsic functional connectivity. *Journal of neurophysiology*, 100(6), 3328-3342. <https://doi.org/10.1152/jn.90355.2008>
- Vogan, V. M., Morgan, B. R., Lee, W., Powell, T. L., Smith, M. L., & Taylor, M. J. (2014). The neural correlates of visuo-spatial working memory in children with autism spectrum disorder: effects of cognitive load. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 6(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/1866-1955-6-19>
- Wade, M., Prime, H., Jenkins, J. M., Yeates, K. O., Williams, T., & Lee, K. (2018). On the relation between theory of mind and executive functioning: A developmental cognitive neuroscience perspective. *Psychonomic bulletin & review*, 25, 2119-2140. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1459-0>
- Wager, T. D., Jonides, J., & Reading, S. (2004). Neuroimaging studies of shifting attention: a meta-analysis. *Neuroimage*, 22(4), 1679-1693. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.03.052>
- Wang, Z., Devine, R. T., Wong, K. K., & Hughes, C. (2016). Theory of mind and executive function during middle childhood across cultures. *Journal of Experimental Child Psychology*, 149, 6-22. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.09.028>
- Williams, D. L., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (2005). Impaired memory for faces and social scenes in autism: Clinical implications of memory dysfunction. *Archives of clinical neuropsychology*, 20(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2002.08.001>
- Yerys, B. E., Wallace, G. L., Harrison, B., Celano, M. J., Giedd, J. N., & Kenworthy, L. E. (2009). Set shifting in children with autism spectrum disorders: reversal shifting deficits on the Intradimensional/Extradimensional Shift Test correlate with repetitive behaviors. *Autism*, 13(5), 523-538. <https://doi.org/10.1177/1362361309335716>
- Yeung, M. K., & Chan, A. S. (2020). Executive function, motivation, and emotion recognition in high-functioning autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 105, 103730. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103730>
- 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(2), 198-226. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.2>
- Zilberfayn, I. (2019). Role of Executive Dysfunction in Social Communication in Autism Spectrum Disorder. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(12), 199-200. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.115>
- Zilbovicius, M., Garreau, B., Samson, Y., Remy, P., Barthélémy, C., Syrota, A., & Lelord, G. (1995). Delayed maturation of the frontal cortex in childhood autism. *The American Journal of Psychiatry*, 152(2), 248-252. <https://doi.org/10.1176/ajp.152.2.248>
- Zimmerman, D. L., Ownsworth, T., O'Donovan, A., Roberts, J., & Gullo, M. J. (2016). Independence of hot and cold executive function deficits in high-functioning adults with autism spectrum disorder. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 24. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.04.023>