

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉVALUATION DES DÉFICITS DE LA MOTRICITÉ GLOBALE CHEZ LES  
ENFANTS ATTEINTS DE TROUBLE DÉFICITAIRE DE L'ATTENTION AVEC  
HYPERACTIVITÉ AVEC OU SANS LE SYNDROME DE GILLES DE LA  
TOURETTE

MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR  
RAPHAËL-ALEXANDRE HART

JANVIER 2014

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le Dr. Leroux de l'Hôpital Rivière-des-Prairies pour l'aide qu'il nous a fourni dans le recrutement et l'encadrement des participants du projet de recherche.

Je tiens également à remercier Claudia Verret pour son aide et son appui précieux dans la mise en place du projet de recherche et aussi de m'avoir ouvert les portes de l'Hôpital Rivière-des-Prairies.

Je tiens aussi à remercier Chantal Roy pour ses commentaires constructifs concernant certains aspects de mon mémoire.

Finalement je tiens à remercier Martin Lemay, mon directeur de mémoire; professeur à l'Université du Québec à Montréal, pour son support, son encadrement, ses bons conseils et pour sa patience.

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES .....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
RÉSUMÉ .....	VIII
INTRODUCTION .....	IX
CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE .....	1
1.1 LE TROUBLE DÉFICITAIRE DE L'ATTENTION AVEC HYPERACTIVITÉ.....	1
1.1.1 DÉFINITION, CARACTÉRISTIQUES ET TRAITEMENT .....	1
1.1.2 ÉTIOLOGIE .....	4
1.1.3 LE TDAH ET LA MOTRICITÉ.....	6
1.2 LE SYNDROME DE GILLES DE LA TOURETTE .....	13
1.2.1 DÉFINITION, CARACTÉRISTIQUES ET TRAITEMENT .....	13
1.2.2 ÉTIOLOGIE .....	17
1.2.3 LE SGT ET LA MOTRICITÉ.....	18
1.3 LE TDAH ET LE SGT COMORBIDE: LEURS EFFETS SUR LA MOTRICITÉ.....	25
1.4 HYPOTHÈSE.....	26
CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE .....	27
2.1 PARTICIPANTS.....	27

2.2	CRITÈRES D'INCLUSION .....	27
2.3	CRITÈRES D'EXCLUSION .....	27
2.4	DÉROULEMENT .....	28
2.5	INSTRUMENTS DE MESURE .....	29
2.5.1	ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES .....	29
2.5.1.1	VITESSE DES SEGMENTS.....	30
2.5.1.2	AGILITÉ.....	31
2.5.1.3	ÉQUILIBRE .....	33
2.5.1.4	TEMPS DE RÉACTION.....	34
2.5.1.5	COORDINATION ET PRÉCISION .....	34
2.5.2	MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES.....	35
2.6	ASPECTS DÉONTOLOGIQUES ET CONSENTEMENT .....	35
2.7	RISQUES .....	36
2.8	QUANTIFICATIONS ET ANALYSES STATISTIQUES .....	36
CHAPITRE 3 RÉSULTATS.....		37
3.1	CARACTÉRISTIQUES DES PARTICIPANTS .....	37
3.2	BATTERIE D'ÉVALUATION UU-06 .....	38
3.2.1	VITESSE DES SEGMENTS.....	39
3.2.2	ÉPREUVES D'AGILITÉ.....	39
3.2.3	ÉPREUVES D'ÉQUILIBRE .....	39

3.2.4	ÉPREUVE DE VITESSE DE RÉACTION.....	39
3.2.5	ÉPREUVES DE COORDINATION ET PRÉCISION.....	39
3.3	ANALYSE DESCRIPTIVE : RANGS PERCENTILES.....	40
CHAPITRE 4	DISCUSSION.....	51
4.1	ÉPREUVES DE MOTRICITÉ GLOBALE PROBLÉMATIQUES CHEZ LES ENFANTS ATTEINTS DE TDAH AVEC LE SGT : EFFET DE LA COMPLEXITÉ DE LA TÂCHE? .....	51
4.2	TROUBLES MOTEURS CHEZ LES ENFANTS ATTEINTS DE TDHA AVEC LE SGT : SUPPORT POUR UNE THÉORIE ADDITIVE .....	54
4.3	IMPACT CLINIQUE.....	56
4.4	LIMITES DE L'ÉTUDE.....	57
CHAPITRE 5	CONCLUSION .....	58
ANNEXE 1	.....	59
5.1	BATTERIE DE TESTS D'HABILITÉS MOTRICES GLOBALES UQAC- UQAM .....	59
ANNEXE 2	.....	67
RÉFÉRENCES	.....	72

## LISTE DES FIGURES

Figure		Page
3.1	Résultat à l'épreuve de temps de réaction en rangs percentiles	41
3.2	Résultat aux épreuves de vitesse des segments en rangs percentiles	42
3.3	Résultat aux épreuves d'agilité en rangs percentiles	43
3.4	Résultat aux épreuves d'équilibre en rangs percentiles	44
3.5	Résultat aux épreuves de coordination et précision en rangs percentiles	45
3.6	Taux de participants à l'épreuve de temps de réaction selon les rangs percentiles	46
3.7	Taux de participants aux épreuves de vitesse des segments selon les rangs percentiles	47
3.8	Taux de participants aux épreuves d'agilité selon les rangs percentiles	48
3.9	Taux de participants aux épreuves d'équilibre selon les rangs percentiles	49
3.10	Taux de participants aux épreuves de coordination et de précision selon les rangs percentiles	50

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1.1	Synthèse des articles sur les habiletés motrices globales chez les enfants avec le TDAH	8
1.2	Modèle de l'inhibition des comportements de Barkley	12
1.3	Types de tics reliés au syndrome de Gilles de la Tourette	15
1.4	Synthèses des habiletés motrices globales chez les enfants avec le SGT	21
3.1	Valeurs descriptives des participants	37
3.2	Moyennes (écarts-types) des résultats de la batterie d'évaluation biomotrice UU-06	38

## RÉSUMÉ

Le but principal de ce mémoire est de comparer les habiletés motrices globales d'enfants atteints de trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) ainsi qu'avec le syndrome de Gilles de la Tourette (SGT) comorbide à ceux d'enfants atteints de TDAH sans le SGT. Puisque le TDAH est associé à des déficits au niveau de la motricité globale et fine et que le SGT est lui aussi associé à des déficits moteurs, principalement au niveau de la motricité fine et à un moindre degré à la motricité globale, nous croyons qu'une théorie additive puisse s'appliquer. Conséquemment, l'ajout du SGT comorbide chez les enfants atteints de TDAH devrait mener à des déficits de la motricité plus importants que chez les enfants atteints de TDAH sans le SGT.

Quinze enfants appariés par le genre atteints de TDAH ( $12,76 \pm 2,00$  ans) et quinze enfants atteints de TDAH avec le SGT ( $12,75 \pm 3,8$  ans) ont été évalués. Afin d'évaluer les habiletés motrices globales, nous avons utilisé la batterie d'évaluation bio-motrice UQAC-UQAM (2006; UU-06) qui regroupe une variété d'épreuves telles que: le temps de réaction simple, la vitesse des segments, l'agilité, l'équilibre ainsi que la coordination et la précision. L'analyse des résultats de l'évaluation des habiletés motrices globales a révélé des déficits significatifs chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT en comparaison à ceux seulement atteints de TDAH pour les épreuves de course en slalom, de coordination mains-pieds ainsi qu'une forte tendance pour l'épreuve d'équilibre les yeux fermés.

À la lumière de ces résultats, il devient maintenant important de considérer la comorbidité des deux troubles psychiatriques comme un facteur pouvant augmenter significativement les déficits moteurs. Des études plus approfondies avec un plus grand nombre de participants permettraient de mieux tracer le portrait des déficits moteurs reliés au TDAH et au SGT.

**MOTS-CLÉS:** *motricité* globale, trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, syndrome de Gilles de la Tourette, évaluation.

## INTRODUCTION

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est un trouble psychiatrique associé à des déficits aux niveaux cognitif, moteur, émotionnel, comportemental et langagier. De plus en plus d'études portant sur les déficits moteurs semblent démontrer l'important impact de ceux-ci sur le développement cognitif, social, émotionnel et comportemental de l'enfant. Le TDAH est aussi fortement associé à plusieurs autres troubles psychiatriques et développementaux. Parmi ceux-ci, le syndrome de Gilles de la Tourette (SGT) reconnu principalement par la présence de tics moteurs et vocaux, est présent chez jusqu'à 20% des enfants atteints de TDAH. Le SGT a été associé à plusieurs reprises à des déficits au niveau des habiletés motrices fines (c.-à-d. manipulation de petits objets avec précision). En ce qui concerne les habiletés motrices globales, il semble qu'elles seraient moins affectées chez les personnes atteintes du SGT que chez celles atteintes de TDAH. Toutefois, les habiletés motrices globales n'ont que très peu été étudiées chez les personnes atteintes du SGT (p.ex., contrôle postural). L'étude étiologique des deux troubles psychiatriques révèle plusieurs structures cérébrales communes, lesquelles sont associées à des troubles moteurs dont les deux troubles psychiatriques partagent. On ignore par contre si ces mêmes structures affectées seraient la cause des déficits de motricité rencontrés chez les personnes avec le TDAH et chez celles avec le SGT. L'objectif de la présente étude est de comparer les habiletés motrices d'enfants atteints de TDAH avec le SGT à celles d'enfants atteints de TDAH sans le SGT afin de confirmer ou non la théorie additive.

## CHAPITRE 1

### REVUE DE LA LITTÉRATURE

#### 1.1 Le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité

##### 1.1.1 Définition, caractéristiques et traitement

Le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) est un trouble psychiatrique affectant entre 3 à 7% des enfants d'âge scolaire et est considéré comme l'un des troubles psychiatriques les plus courants chez l'enfant (APA, 2000; Barkley, 2006). Le TDAH affecte les garçons jusqu'à 6 fois plus que les filles (Barkley, 2006) et semble persister à l'âge adulte (Cormier, 2008; Faraone et Biederman, 1998). Le trouble est caractérisé par la présence de symptômes d'hyperactivité, d'impulsivité et d'inattention (APA, 2000; Buitelaar, 2002; Kaplan et al., 1994). Selon le *Manuel Diagnostique et Statistique des Désordres Mentaux* (DSM-IV-TR : APA, 2000), ces symptômes doivent être sévères, fréquents, persistants et ne pas être associés au stade développemental de l'enfant afin que le diagnostic de TDAH puisse être émis. Mis à part les symptômes d'hyperactivité, d'impulsivité et d'inattention, les personnes affectées par le TDAH peuvent présenter des déficits aux niveaux cognitif, moteur, émotionnel, comportemental et langagier (Barkley, 2006; Chevalier et Rigal, 2006).

En plus des déficits connus et reliés au TDAH chez l'enfant, plus du deux tiers de ceux-ci sont affectés par au moins un trouble psychiatrique majeur concomitant (voir revue de Cormier, 2008). Les principaux troubles concomitants au TDAH sont : les troubles anxieux, le syndrome de Gilles de la Tourette (SGT), les troubles obsessionnels-compulsifs, les troubles oppositionnels-défiants, les troubles de conduites ainsi que l'autisme

(Barkley, 2006; Biederman et al., 1991; Caron et al., 1991). Certaines de ces comorbidités

associées au TDAH peuvent avoir un impact encore plus important sur la qualité de vie que le TDAH lui-même (Spencer et al., 2007).

Selon le DSM-IV-TR (APA, 2000), le TDAH est caractérisé par trois sous-types: le type majoritairement inattentif (TDAH-MI); le type majoritairement hyperactif-impulsif (TDAH-MHI); et le type combiné (TDAH-C) qui comprend certains symptômes des deux autres types. Afin de pouvoir diagnostiquer un des sous-types du TDAH, un certain nombre de symptômes associés à l'un de ces sous-types doit être préalablement observé.

Le diagnostic de TDAH-MI est établi si au moins six symptômes d'inattention (sur un total de neuf symptômes) sont présents depuis au moins six mois. Les neuf symptômes d'inattention sont :

- prête difficilement attention aux détails, il fait des erreurs d'inattention;
- a du mal à soutenir son attention;
- ne semble pas écouter quand on lui parle directement;
- ne se conforme pas aux consignes ou il ne termine pas ses tâches (sans qu'il s'agisse de comportements d'opposition);
- a de la difficulté à planifier et à organiser ses travaux ou ses activités;
- évite certaines tâches ou il les fait à contrecœur, surtout si elles nécessitent un effort mental soutenu;
- perd des objets nécessaires à son travail ou à ses activités;

- est facilement distrait par des stimuli externes;
- fait des oublis fréquents dans la vie quotidienne.

Le diagnostic du TDAH-MHI est établi si six symptômes d'hyperactivité ou d'impulsivité (sur un total de neuf symptômes) sont observés depuis au moins 6 mois. Les neuf symptômes associés à l'hyperactivité et l'impulsivité sont :

- remue souvent les mains et les pieds, il bouge sur son siège;
- se lève souvent dans des situations où il doit demeurer assis;
- il court ou il grimpe partout (en vieillissant : sensation de fébrilité ou de bougeotte);
- a du mal à se tenir tranquille à l'école, au travail ou dans ses loisirs;
- est souvent fébrile ou survolté;
- parle souvent trop;
- répond aux questions avant qu'on ait terminé de les poser;
- a de la difficulté à attendre son tour;
- il interrompt souvent autrui, il impose sa présence.

En ce qui concerne le diagnostic de TDAH-C, au moins six symptômes de l'échelle d'inattention et six symptômes de l'échelle d'hyperactivité et d'impulsivité doivent être présents depuis au moins six mois (APA, 2000). Nigg (2006) a établi que la prévalence des différents sous-types de TDAH serait estimée à 43% pour le type combiné, 47% pour le type majoritairement inattentif et 10% pour le type majoritairement hyperactif-impulsif. La légère

prédominance du type majoritairement inattentif par rapport au type combiné est confirmée par l'étude de Neuman et al. (2005).

Les traitements reconnus à ce jour par la *American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* (Dulcan, 1997) sont l'intervention comportementale, la prise de médication stimulante (p. ex., méthylphénidate et amphétamine), de médication non-stimulante (p.ex., atomoxétine), de médication anti-dépressive tricyclique (p. ex., désipramine), ou d'agoniste alpha (p. ex., clonidine) (Wilens, 2006) ainsi qu'une combinaison de plusieurs approches. Plusieurs études semblent démontrer que la prise de médication ou la combinaison des traitements comportementaux avec la prise de médication est plus efficace que le traitement comportemental sans médication (Arnold et al., 1997; Hinshaw et al., 2000; Jensen et al., 2001; MTA Cooperative Group, 1999 et 2004). D'autres études démontrent également qu'un traitement combiné (c.-à-d. intervention comportementale + traitement pharmacologique) est significativement plus efficace qu'un seul traitement (Conners et al., 2001; Swanson et al., 2001). Enfin, il est à noter que certains effets secondaires sont associés à la prise de médication stimulante telle que la perte d'appétit, l'insomnie ainsi que certains troubles émotionnels comme l'anxiété et l'irritabilité (Barkley et al., 1990; Efron et al., 1997).

### 1.1.2 Étiologie

Le TDAH serait expliqué majoritairement par l'héritabilité du trouble (c.-à-d. entre 75 et 90% de la présence du TDAH chez l'enfant peut être expliqué par ce facteur) (Eaves et al., 1997; Martin et al., 2002; Spencer et al., 2007)) ainsi que par certains facteurs environnementaux tels que des complications périnatales, l'exposition directe/indirecte de la mère à la nicotine ainsi que l'exposition de l'enfant à l'anesthésie générale avant l'âge de 2 ans (Amor et al., 2005; Gatzke-Kopp et al., 2007; Sprung et al., 2012). L'étiologie du TDAH serait aussi liée, du moins en partie, à des dysfonctions génétiques,

neurochimiques et neurobiologiques (Curatolo et al., 2009 et 2010; Spencer et al., 2002).

Les dysfonctions génétiques associées au TDAH affecteraient certains gènes impliqués au niveau des récepteurs ou des transporteurs de neurotransmetteurs tels que la dopamine, la sérotonine ainsi que la norépinéphrine (Curatolo et al., 2009 et 2010). De plus, Faraone et al. (2001) démontrent que le gène DRD4 codant pour le récepteur D4 de la dopamine, serait fortement impliqué dans l'étiologie du TDAH. Ces auteurs soulignent ainsi le rôle majeur de la dopamine quant à la manifestation du TDAH.

Par ailleurs, une modification du volume et une altération des fonctions de certaines structures du cerveau ont notamment été démontrées chez des personnes atteintes de TDAH (Curatolo et al., 2009; Valera et al., 2007). Une méta-analyse de Valera et al. (2007) indique que les zones du cerveau démontrant les plus grandes réductions de volume sont le vermis inférieur du lobe postérieur du cervelet, le splénium du corps calleux, le noyau caudé droit, le volume de l'hémisphère droit ainsi que le volume total du cerveau.

Les études utilisant l'imagerie fonctionnelle des structures du cerveau révèlent une différence de métabolisme dans les régions frontales, striatales (ganglions de la base) ainsi que la partie dorsale du cortex cingulaire antérieur chez les enfants atteints de TDAH (voir revue de Bush et al., 2005). L'étude de Vaidya et al. (1998) a par exemple démontré que l'activation du cortex frontal était plus importante chez les enfants avec le TDAH tandis que l'activation striatale était moins importante chez ce même groupe. Toujours selon Vaidya et al. (1998), ces changements permettraient d'expliquer les déficits au niveau du contrôle de l'inhibition chez les enfants atteints de TDAH. L'étude de Tamm et al. (2004) a permis de démontrer une réduction de métabolisme dans la partie dorsale du cortex cingulaire antérieur chez les personnes avec le TDAH en comparaison à un groupe témoin. Cette structure (c.-à-d. la partie dorsale du cortex cingulaire antérieur), selon la tâche exécutée lors de l'imagerie

fonctionnelle (c.-à-d. Go/No-go), servirait elle aussi au contrôle de l'inhibition (Tamm et al., 2004).

### 1.1.3 Le TDAH et la motricité

Les déficits moteurs des enfants atteints de TDAH sont relativement bien démontrés tant au niveau de la motricité fine (Piek et al., 1999; Pitcher et al., 2003; Tseng et al., 2004; Whitmorit et Clark, 1996) que de la motricité globale (Harvey et Reid, 1997, 2003 et 2007; Piek et al., 1999; Pitcher et al., 2003; Verret et al., 2010; Zhang, 2001). La motricité peut être définie de plusieurs manières. Selon Schmidt et Lee (2011), elle peut être classée selon la capacité à distinguer le début et la fin du mouvement (discret, en série, continu), selon la capacité à prédire le mouvement (ouvert ou fermé) ainsi que selon le type de musculature utilisé lors des tâches (fine et globale). Les différentes batteries d'évaluation de la motricité considèrent principalement une distinction des types de motricité selon le type de musculature utilisé lors de certaines tâches (voir les batteries d'évaluation décrites ci-bas). La motricité fine est caractérisée par des activités manipulatoires sollicitant l'intervention et le contrôle de petits muscles (mains ou pieds) et nécessitant de la précision ou de la dextérité (souplesse articulaire) (Chevalier et Rigal, 2006). La motricité globale quant à elle est définie par une activité motrice sollicitant plusieurs ou l'ensemble des parties du corps et nécessite l'intervention et la coordination de groupes musculaires importants (Chevalier et Rigal, 2006).

Les déficits de la motricité fine ont été démontrés grâce aux sous-échelles mesurant la motricité fine du *Movement Assessment Battery for Children* (MABC : Henderson et Sudgen, 1992), du *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* (BOTMP : Bruininks-Oseretsky, 1978), du *Test of Gross Motor Development* (TGMD : Ulrich, 1985), du *Test of Gross Motor Development 2* (TGMD-2 : Ulrich, 2000) ainsi que par l'utilisation du *Purdue Pegboard Test* (Tiffin, 1948). Les outils d'évaluation qui ont permis de décrire

les déficits de la motricité globale chez les enfants avec le TDAH sont le *Movement Assessment Battery for Children* (MABC : Henderson et Sudgen, 1992), le *Test of Gross Motor Development* (TGMD : Ulrich, 1985) et le *Test of Gross Motor Development 2* (TGMD-2 : Ulrich, 2000).

Le tableau 1 trace un portrait des différentes études ayant évalué la motricité fine et globale chez les enfants atteints de TDAH. Au niveau de la motricité fine, des déficits ont été démontrés sur plusieurs composantes telles que : la dextérité manuelle, le temps de réaction, le contrôle visuomoteur ainsi que la vitesse et dextérité des membres supérieurs. Il a été démontré que les enfants avec le TDAH ont des déficits au niveau de la motricité globale sur des tâches telles que : les habiletés de locomotion, de contrôle d'objets, d'équilibre statique et dynamique, d'agilité et vitesse de course ainsi que de coordination bilatérale.

Il est important de mentionner que selon Harvey et Reid (1997), Harvey et al. (2007) ainsi que Verret et al. (2010), la prise de médication ne semble pas améliorer ou détériorer la performance motrice chez les enfants avec le TDAH.

<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Harvey et Reid (1997)	19 enfants TDAH 7-12 ans (17 garçons, 2 filles) 17 avec stimulante médication	Motricité globale : habiletés de locomotion Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets	TGMD * Évaluation avec la médication habituelle	Normes (percentiles) (1985) TGMD	Pour les habiletés motrices globales : TDAH = 22 <sup>e</sup> percentile Pour les habiletés motrices fines : TDAH = 33 <sup>e</sup> percentile
Harvey et al. (2007)	22 enfants TDAH 6-12 ans (20 garçons, 2 filles) 9 avec médication stimulante	Motricité globale : habiletés de locomotion Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets	TGMD-2 * Évaluation avec et sans médication	Design double aveugle randomisé croisé avec placebo plus une comparaison avec un groupe témoin	TDAH < Témoin Aucun effet de la médication stimulante
Piek et al. (1999)	48 garçons 8-11 ans (16 TDAH combiné (C)) (16 TDAH inattentif (MI)) (16 témoins) Information sur la médication avant l'évaluation non disponible	Motricité globale : équilibre statique et dynamique Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets, dextérité manuelle	MABC * Évaluation médication sans	Différences entre les groupes	Pour les habiletés motrices globales : TDAH-C < TDAH-MI < Témoin Pour les habiletés motrices fines : TDAH-MI < TDAH-C < Témoin

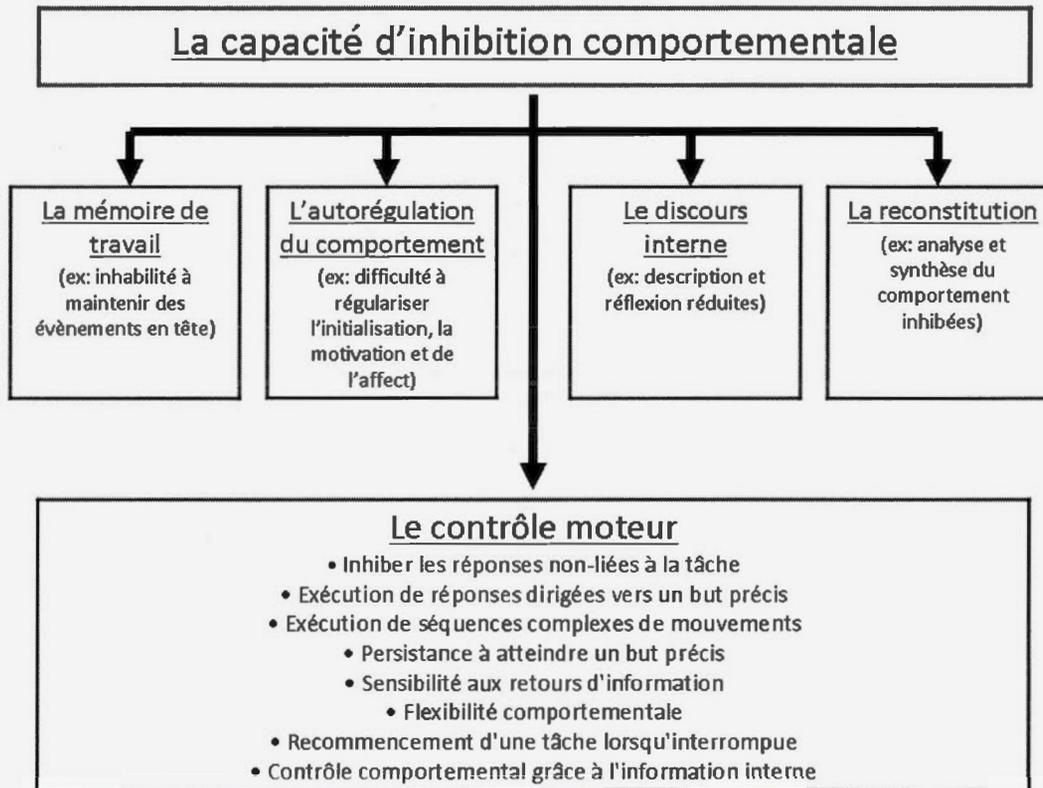
<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Pitcher et al. (2003)	143 garçons 7-12 ans (38 enfants avec TDAH combiné (C)) (50 enfants avec TDAH inattentif (MI)) (16 enfants avec TDAH hyperactif (MHI)) (39 témoins)	Motricité globale : équilibre statique et dynamique Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets, dextérité manuelle	MABC * Purdue Pegboard	TDAH vs. Témoin Sous-types TDAH vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales: TDAH < Témoin TDAH-C et TDAH-MI < TDAH-MHI < Témoin Pour les habiletés motrices fines: TDAH-C et TDAH-MI < TDAH-MHI et Témoin
Tseng et al. (2004)	42 enfants (36 garçons) TDAH-C 42 enfants (36 garçons) Témoins (paireés âge/sexe) 6-11 ans	Motricité globale: agilité et vitesse de course, équilibre, coordination bilatérale Motricité fine: temps de réaction, contrôle visuomoteur, vitesse et dextérité des membres supérieurs	BOTMP *	TDAH vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales et fines: TDAH < Témoin
Verret et al. (2010)	70 garçons 7-12 ans (24 enfants avec TDAH avec médication) (19 enfants avec TDAH sans médication) (27 témoins)	Motricité globale : habiletés de locomotion Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets	TGMD-2 *	TDAH avec médication vs. TDAH sans médication vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales: TDAH avec et sans médication < Témoin

<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Whitmorit et Clark (1996)	48 enfants 7-12 ans (24 enfants avec TDAH) (20 garçons) (24 témoins) (18 garçons)	Motricité fine: temps de réaction, contrôle visuomoteur, vitesse et dextérité des membres supérieurs	BOTMP *	TDAH vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales et fines: TDAH < Témoin
Zhang (2001)	21 enfants (12 garçons, 9 filles) 5-10 ans (9 enfants avec TDAH) (7 enfants avec troubles apprentissage) (5 enfants avec retard mental) Information sur la médication avant l'évaluation non disponible	Motricité globale : habiletés de locomotion Motricité fine : habiletés de contrôle d'objets	TGMD *	Normes TGMD (1985)	TDAH et troubles apprentissage < moyenne locomotion TDAH et troubles apprentissage = moyenne contrôle objets

Note: BOTMP\* (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency), MABC\* (Movement Assessment Battery for Children), TGMD\* (Test of Gross Motor Development), TGMD-2\* (Test of Gross Motor Development 2)

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer les déficits de la motricité associés au TDAH. Le modèle de Barkley (1997 et 2006) (voir Tableau 2), permet de mieux comprendre les causes pouvant affecter les performances motrices chez les personnes atteintes de TDAH. Selon ce modèle, les troubles moteurs du TDAH seraient liés à un déficit de la capacité d'inhibition de la réponse. Cette fonction représente la capacité à cesser une action lorsque désiré ainsi qu'à retarder l'initiation de la planification d'une nouvelle séquence motrice (Schultz et al., 1998). La capacité d'inhibition des comportements serait associée à quatre fonctions exécutives: la mémoire de travail; l'autorégulation du comportement; le discours interne; ainsi que la reconstitution (analyse et synthèse du comportement). Si l'une de ces quatre fonctions exécutives est déficitaire, les fonctions motrices seraient alors affectées. Ce modèle peut être appuyé par la présence d'atteintes au niveau des circuits fronto-striataux chez les personnes avec le TDAH et l'association de ces circuits à la capacité d'inhibition de la réponse (voir la revue de Seidman, 2006).

Tableau 1.2 : Modèle de l'inhibition des comportements de Barkley



Adapté de "Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment, 2006".

Selon Harvey et al. (2007), des facteurs tels que le manque d'expérience en activité physique (voir aussi Bouffard et al., 1996), les faibles habiletés sociales, le manque de motivation ainsi que les difficultés d'autorégulation (c.-à-d. capacité d'inhibition comportementale) seraient aussi des facteurs pouvant influencer les habiletés motrices chez les enfants avec un TDAH. À cet égard, Wall (2004) précise qu'avec l'âge, l'écart entre les enfants avec un déficit moteur et ceux sans déficit moteur tend à s'agrandir puisque la difficulté des tâches motrices augmente.

Harvey et al. (2007) suggèrent également que les comorbidités associées au TDAH peuvent également avoir un impact sur les déficits moteurs. Toutefois, l'influence des comorbidités sur les troubles moteurs des enfants avec TDAH

est mal comprise. Parmi ces comorbidités, le SGT est particulièrement fréquent (c.-à-d. jusqu'à 20 %) (Banaschewski et al., 2007).

## 1.2 Le syndrome de Gilles de la Tourette

### 1.2.1 Définition, caractéristiques et traitement

Le syndrome de Gilles de la Tourette (SGT) est un trouble héréditaire et neurodéveloppemental caractérisé par l'apparition en bas âge de formes multiples de tics moteurs et sonores qui tendent à disparaître vers l'âge adulte (APA: *American Psychiatric Association*, 2000). La prévalence du SGT chez les enfants d'âge scolaire pourrait s'élever jusqu'à 1% de la population (Robertson, 2003) et touche de trois à cinq fois plus souvent les garçons que les filles (APA, 2000).

Selon le *DSM-IV-TR* (APA, 2000), la présence de multiples tics moteurs et d'au moins un tic vocal à un moment ou un autre de la maladie est nécessaire afin d'établir le diagnostic du SGT. Ces tics doivent être présents plusieurs fois par jour, presque tous les jours ou de manière intermittente et ce pour plus d'un an. Les tics ne doivent pas être absents pour une période de plus de trois mois consécutifs. L'apparition des tics ne doit pas être causée par les effets physiologiques directs d'une substance ou d'une condition médicale générale (p. ex., maladie de Huntington, encéphalite post-virale). Finalement, les tics doivent apparaître avant l'âge de 18 ans.

Les tics sont des mouvements soudains, rapides, et stéréotypés de type moteurs (p. ex., clignements des yeux) et sonores (p. ex., raclement de la gorge) (Du et al., 2010). Les tics associés au SGT diffèrent de ceux produits par d'autres troubles hyperkinétiques tels que la dystonie, la myoclonie et les chorées (p. ex., maladie de Huntington) en raison de la présence de sensations prémonitoires précédant les tics (Jankovic et Kurlan, 2011). Ces sensations prémonitoires se situent habituellement à l'endroit de provenance du tic et sont caractérisées par une sensation de tension qui disparaît après le

tic. Il est aussi possible que la sensation prémonitoire soit plus généralisée à travers le corps (Jankovic et Kurlan, 2011).

Les tics observés chez les personnes avec le SGT sont caractérisés selon leur provenance (motrice ou vocale) ou leur complexité (simple ou complexe) (Leckman, 2003). Un tic moteur simple est produit par un seul groupe musculaire tandis qu'un tic moteur complexe englobe une séquence de mouvements coordonnés et se produit donc à travers plusieurs groupes musculaires. Les tics sonores simples sont habituellement caractérisés par des sons produits par le déplacement de l'air à travers les cordes vocales, le nez, le pharynx, le larynx ainsi que les muscles respiratoires. Quant aux tics sonores complexes, ils sont habituellement formés par des mots ou des syllabes pouvant former des phrases obscènes (coprolalie), une répétition de mots provenant d'autrui (écholalie) et une répétition de ses propres mots ou syllabes (palilalie) (Leckman, 2003). Afin de mieux distinguer les différentes formes de tics, le tableau 3 ci-dessous illustre plusieurs exemples pour chacun des types de tics.

Tableau 1.3 : Types de tics reliés au syndrome de Gilles de la Tourette

Tics moteurs simples	Tics moteurs complexes	Tics sonores simples	Tics sonores complexes
Clignement des yeux	Mouvements des yeux	Sons	Syllabes
Mouvements des yeux	Mouvements de la bouche	Bruits (tousseur, raclements de gorges, reniflements, bruits d'animaux)	Mots
Mouvements du nez	Mouvements faciaux et expressions		Coprolalie (mots obscènes)
Mouvements de la bouche	Mouvements de la tête		Écholalie (répéter les mots des autres)
Grimaces faciales	Mouvements des épaules		Pailalie (répéter ses propres mots)
Mouvements brusques de la tête	Mouvements des bras		Blocage
Élévation des épaules	Mouvements des mains		Désinhibition du langage
Mouvements des bras	Tics d'écriture		
Mouvements des mains	Dystonie ou postures anormales		
Contractions abdominales	Se plier ou mouvements giratoires		
Mouvements des jambes, pieds, orteils	Rotations		

Adapté de "Managing Tourette Syndrome, 2008".

Les premiers tics apparaissent à l'âge moyen de 5,6 ans (Jankovic et Kurlan, 2011). Le pic de sévérité des tics quant à lui se situe généralement vers l'âge de 10 ans (Jankovic et Kurlan, 2011). Vers la fin de l'adolescence et le début de l'âge adulte, plus d'un tiers des personnes avec le SGT n'auront plus aucun tic apparent (Du et al., 2010). Moins de la moitié continueront à avoir des tics légers tandis que moins du quart auront des tics modérés à sévères qui vont persister à l'âge adulte (Du et al., 2010; Eapen et al., 2002).

La fluctuation des tics, c.-à-d. un changement constant de l'intensité et de la fréquence de ceux-ci dans le temps, représente un aspect important du SGT et peut mener à un mauvais diagnostic lorsque les tics sont peu apparents (APA, 2000; Freeman et al., 2000). Une augmentation de la sévérité des tics peut être liée à une augmentation du niveau de stress, d'anxiété, de l'excitation, de la fatigue et de la rage (Robertson, 2000; Silva et al., 1995). Une réduction de la sévérité des tics peut être observée lors de l'exécution d'une tâche demandant une concentration soutenue (Jankovic et Kurlan, 2011). Il est aussi possible d'inhiber les tics durant une certaine période de temps (p.ex., à l'école ou lors d'un rendez-vous chez le médecin). Certains auteurs proposent que l'action d'inhiber les tics mène à une recrudescence des tics par la suite (Cohen et al., 1988; Comings, 1990; O'Connor, 2002) alors que les études plus récentes démontrent plutôt un niveau inférieur de sévérité des tics suite à la suppression de ceux-ci, et ce, autant chez l'adulte que chez l'enfant (Himle et al., 2005; Meidinger et al., 2005).

Les traitements les plus communs et qui semblent produire les meilleurs résultats dans le traitement des tics sont les thérapies cognitivo-comportementales et les approches pharmacologiques (Azrin et Peterson, 1988; Dion et al., 2002; O'Connor et al., 2001 et 2009; Robertson, 2000). Les médicaments les plus utilisés pour le traitement des tics sont les neuroleptiques tels que le Haloperidol et le Risperidone (Dion et al., 2002).

Le SGT est aussi caractérisé par la présence de multiples comorbidités pouvant affecter les personnes atteintes du SGT. Les conditions les plus communes sont le TDAH et les troubles obsessionnels-compulsifs ayant des occurrences jusqu'à 60-70% pour le TDAH et 30-50% pour les troubles obsessionnels-compulsifs chez l'enfant (Woods et al., 2008). On observe aussi la présence concomitante de troubles anxieux, troubles de l'humeur, d'épisodes explosifs, de crises de rages, et de troubles d'apprentissage (Woods et al., 2008). Les comorbidités associées au SGT se doivent d'être prises en compte puisqu'il semblerait que seulement 12% des personnes atteintes du SGT ne sont pas affectées par d'autres troubles ou comorbidités associées (Freeman et al., 2000). Les comorbidités affectent souvent plus la qualité de vie que le SGT en soi (Woods et al., 2008).

Les impacts fonctionnels que peuvent avoir ces troubles associés au SGT sur le développement de l'enfant sont relativement bien démontrés (Barkley et al., 2006; Bernard et al., 2009; Rasmussen et Gillberg, 2000; Sukhodolsky et al., 2003). Plus particulièrement, Sukhodolsky et al. (2003 et 2005) rapportent que la présence du TDAH chez les enfants avec le SGT est significativement associée à des déficits au niveau du fonctionnement psychosocial.

### 1.2.2 Étiologie

À ce jour, les études sur l'étiologie du SGT ne convergent toujours pas vers une hypothèse unique (Díaz-Anzaldúa et al., 2005; Freeman et al., 2000). L'étiologie du SGT demeure largement incomprise et repose possiblement sur un modèle multifactoriel regroupant plusieurs causes (APA, 2000; O'Connor, 2005; Woods et al., 2006).

Il est de plus en plus accepté qu'il existe une forte composante génétique associée au SGT (Cohen et al., 1988; Cohen, 1999; Paschou et al., 2004). Les parents qui ont le SGT ont 50% de chances de transmettre les gènes reliés au SGT à leurs enfants. De ces enfants chez qui les gènes reliés au SGT ont été transmis, 70% des filles et 99% des garçons développeront le

SGT (Cohen et al., 1988; Cohen, 1999; Paschou et al., 2004). Cependant, l'hypothèse génétique est complexe puisque à ce jour, aucune étude n'a permis d'identifier de façon fiable les gènes impliqués (APA, 2000; Díaz-Anzaldúa et al., 2005).

L'hypothèse périnatale tente de lier certaines atteintes subites avant, pendant et après la naissance de l'enfant à certains troubles associés au SGT. L'hypothèse périnatale la plus souvent proposée est celle de l'infection au streptocoque auto-immune chez l'enfant. Il semblerait qu'un enfant affecté par ce type de streptocoque aurait plus de chance de développer un trouble neurodéveloppemental comme le SGT (Church et al., 2003; Kurlan, 1998; Robertson et al., 2000; Swedo et al., 1998). Cette hypothèse demeure toutefois controversée (Kirkman et al., 2008).

Une possible hausse du niveau de dopamine ou une baisse du niveau de sérotonine est souvent proposée afin d'expliquer la présence des tics (Cohen, 1999). Cette hypothèse est toutefois basée sur des observations indirectes provenant notamment de résultats démontrant une diminution des tics lors de la prise d'antagonistes de la dopamine (Robertson et Stern, 2000). Le rôle exact que peut prendre ces neurotransmetteurs dans l'étiologie du SGT demeure largement méconnu (Comings, 1990; Cohen, 1999). Plusieurs études ont aussi démontrées des anomalies au niveau du volume ou de l'activité du lobe frontal (Cohen et al., 1988; Lussier et al., 2001) et des ganglions de la base (Hyde et al., 1995; Moriarty et al., 1995; Peterson et al., 1999 et 2003). Ces structures sont aussi affectés dans d'autres troubles du mouvement tels que la maladie de Parkinson (Karagulle Kendi et al., 2008) et la maladie de Huntington (Aylward et al., 1998).

### 1.2.3 Le SGT et la motricité

À ce jour, la majorité des études évaluant la motricité chez les enfants avec le SGT se limite à la motricité fine (Bloch et al., 2006; Buse et al., 2012; Randolph et al., 1993; Schuerholz et al., 1997; Schultz et al., 1998;

Sukhodolsky et al., 2010). La motricité fine a été évaluée à l'aide du *Purdue Pegboard Test* (Tiffen, 1948) et du *Physical and Neurological Examination of Subtle Signs* (PANESS : Denckla, 1985). Ces tests évaluent la dextérité manuelle des membres supérieurs par l'utilisation de tâches incluant des niveaux de complexité variables, le tout étant effectué sur une période de temps déterminée. À notre connaissance, le contrôle postural statique est l'unique aspect de la motricité globale qui a été évaluée chez les enfants avec le SGT (Lemay et al., 2007 et 2010). Cette évaluation s'est faite grâce à une plateforme de force selon trois conditions : bipodale avec les yeux ouverts et fermés ainsi qu'unipodale avec les yeux ouverts.

Le tableau 4 présente un sommaire des études ayant évalué la motricité des enfants atteints du SGT. Les résultats obtenus aux différentes évaluations de la motricité fine chez les enfants avec le SGT demeurent contradictoires. Alors que certaines études démontrent que la dextérité manuelle est affectée (Bloch et al., 2006; Randolph et al., 1993; Schultz et al., 1998; Sukhodolsky et al., 2010), d'autres ne démontrent aucun déficit (Buse et al., 2012). Il est à noter que cette dernière étude comportait des enfants avec SGT sans TDAH, soulevant l'implication possible du TDAH dans les problèmes de motricité des enfants avec SGT.

Au niveau des problèmes de motricité fine observés, on dénote des déficits au niveau de la rapidité de placement de tiges dans une planche trouée avec la main dominante, non-dominante et les deux mains. En ce qui a trait à la motricité globale, il a été démontré que le contrôle postural est affecté chez les enfants atteints du SGT en comparaison à des enfants sans SGT lors de conditions diverses (c.-à-d. les yeux ouverts, les yeux fermés et en équilibre sur une jambe avec les yeux ouverts) (Lemay et al., 2007) et que ce déficit pourrait s'expliquer, du moins en partie par des troubles attentionnels (Lemay et al., 2010). Des résultats préliminaires de Blanchet et al. (manuscrit en préparation) démontrent aussi la présence de déficits au niveau du contrôle postural chez des adolescents avec le SGT lors de conditions similaires à

Lemay et al. (2007 et 2010). À notre connaissance, aucune autre étude n'évalue la motricité globale chez les enfants avec SGT.

Tableau 1.4: Synthèses des habiletés motrices fines et globales chez les enfants atteints du SGT

<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Bloch et al. (2006)	32 enfants (24 garçons) 8-14 ans (23 SGT) (9 SGT+TOC) Sous-échantillon et groupe témoin provenant de Schultz et al. (1990)	Motricité fine	<i>Purdue Pegboard</i>	Étude corrélationnelle entre les fonctions neuropsychologiques et la sévérité des tics à 7,5 ans d'intervalle	Pour les habiletés motrices fines : SGT obtient un résultat entre 0.5 à 1.0 ET sous la moyenne du groupe témoin (Schultz et al., 1998)
Buse et al. (2012)	53 enfants (tous garçons) 10-14 ans (27 SGT) (26 Témoins (appariés-âge))	Motricité fine	<i>Purdue Pegboard</i>	SGT vs. Témoin	Pour les habiletés motrices fines : Aucune différence significative entre SGT et Témoins.
Lemay et al. (2007)	49 enfants 7-16 ans (13 SGT) (12 TDAH+SGT) (8 SGT+TOC) (16 témoins)	Équilibre statique: yeux ouverts, yeux fermés, yeux ouverts sur une jambe	Déplacement du centre de pression (CP)	SGT vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales: SGT vs. Témoin: Plus grande vitesse et écart maximal du déplacement du CP (réduction de l'équilibre).

<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Lemay et al. (2010)	81 enfants 7-15 ans (9 SGT) (25 TDAH+SGT) (19 SGT+TOC) (28 témoins)	Équilibre ouverts statique: yeux	Déplacement du centre de pression (CP)	SGT vs. Témoin	Pour les habiletés motrices globales:  SGT vs. Témoin: Plus grande vitesse de déplacement du CP (réduction de l'équilibre).
Randolph et al. (1993)	24 enfants 8-16 ans (10 SGT) (10 TMC**) (2 TT*) (2 sans symptômes)	Motricité fine	<i>Purdue Pegboard</i>	Symptômes sévères vs. légers des tics	Pour les habiletés motrices fines :  Symptômes sévères tics vs légers: moins bonne performance de la main dominante.
Schuerholz et al. (1997)	94 enfants (73 garçons) (17 SGT (9,9 ans)) (27 TDAH+SGT (10,4 ans)) (50 TDAH (8,9 ans))	Motricité fine	PANESS*	Groupes vs. Complexité vs. Latéralité	Pour les habiletés motrices fines :  Performance adéquate selon l'âge : SGT 76,4% TDAH 64,8% TDAH+SGT 53,8%  Séquences complexes : TDAH+SGT < TDAH < SGT

<u>Auteurs (année)</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Variables mesurées</u>	<u>Méthode de mesure de la motricité globale et fine</u>	<u>Méthodes de comparaison des résultats</u>	<u>Résultats</u>
Schultz et al. (1998)	50 enfants SGT (35 garçons) 8,1-14,3 ans (10 SGT) (34 TDAH+SGT) (6 SGT+TOC)  23 enfants témoins (11 garçons) 8,2-13,7 ans	Motricité fine	<i>Purdue Pegboard</i>	SGT vs. Témoin  Analyses sous-groupes SGT (TDAH+SGT vs. SGT-TDAH)	Pour les habiletés motrices fines:  SGT < Témoins
Sukhodolsky et al. (2010)	236 enfants 11,37 ans (56 SGT) (45 TDAH+SGT) (64 TDAH) (71 Témoins)	Motricité fine	<i>Purdue Pegboard</i>	Groupes	Pour les habiletés motrices fines:  Garçons SGT < Témoins ADHD < Tous les groupes

Note: TMC\* (Tics moteurs chroniques), TOC (troubles obsessifs-compulsifs), TT\* (Tics transitoires), PANESS\* (Physical and Neurological Examination of Subtle Signs).

Une hypothèse neurologique a été émise quant aux possibles causes des déficits de la motricité fine chez les enfants atteints du SGT. Cette hypothèse relie la difficulté de produire des mouvements complexes, coordonnés et guidés visuellement aux anomalies observées au niveau des circuits des ganglions de la base (Schultz et al., 1998). L'une des sous-structures des ganglions de la base, le noyau caudé, aurait d'ailleurs un volume réduit chez les enfants et les adultes atteints du SGT (Bloch et al., 2005; Peterson et al., 2003). Or, le noyau caudé serait impliqué dans les mécanismes d'intégration sensorimotrice (Alexander et al., 1986). Ces processus sont particulièrement importants pour les tâches de motricité fine tel que le *Purdue Pegboard Test*, comme en témoigne les corrélations significatives entre le *Purdue Pegboard Test* et les mesures d'intégrations visuomotrices (p.ex., *Beery-Buktenica Visual-Motor Integration Test* (VMI : Beery, 1989)) de Schultz et al. (1998). À cet effet, il a aussi été rapporté que les enfants avec le SGT développent une force de préhension excessive lorsqu'ils agrippent un objet, ce qui confirme un déficit à transformer l'information sensorielle en réponse motrice adéquate (Nowak et al., 2005).

En lien avec l'hypothèse précédente, Como (2001) suggère que les personnes atteintes du SGT performeraient moins bien à des tâches motrices nécessitant une capacité accrue de traitement de l'information visuelle. Selon Georgiou et al. (1995), ce phénomène serait causé par une plus grande dépendance aux afférences visuelles lors de l'exécution d'actions motrices chez les personnes avec le SGT. Cette dépendance accrue se manifeste de façon plus importante lorsque les tâches sont réalisées selon une séquence complexe ainsi que lors d'une diminution des afférences visuelles. L'hypothèse d'un problème d'intégration sensorimotrice causé par une dépendance à l'information visuelle pourrait donc expliquer, du moins en partie, les déficits au niveau de la motricité chez les enfants atteints du SGT.

### 1.3 Le TDAH et le SGT comorbide: leurs effets sur la motricité

Le SGT et le TDAH sont tous deux associés à des déficits tant au niveau des habiletés motrices fines que globales. Compte tenu du haut pourcentage de comorbidité du SGT chez les personnes atteintes de TDAH (jusqu'à 20%) et du TDAH associé au SGT (jusqu'à 70%) (Banaschewski et al., 2007; Woods et al., 2008), il est important d'évaluer les effets que pourrait avoir cette concomitance des deux troubles sur les habiletés motrices.

La concomitance des deux troubles peut mener à des effets non-additifs ou additifs sur la motricité. Il est possible que les troubles moteurs observés au niveau du TDAH et du SGT aient une base neurologique commune. Dans ce cas, la présence du SGT chez les enfants atteints de TDAH ne devrait pas mener à une augmentation marquée des troubles moteurs (effets non-additifs). À cet effet, le circuit fronto-striatal semble être particulièrement affecté dans les deux troubles (Sheppard et al., 1999) et pourrait constituer la source principale des troubles moteurs du TDAH et du SGT.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire que les troubles moteurs associés au TDAH et au SGT proviennent d'atteintes neurologiques distinctes, les effets seraient alors additifs et mèneraient à une amplification des déficits moteurs chez les enfants atteints de TDAH avec un SGT lorsque comparé aux enfants atteints de TDAH sans SGT (voir Schuerholz et al., 1997 pour une hypothèse similaire; Banaschewski et al., 2007). À cet effet, tel que mentionné précédemment, les causes probables avancées pour expliquer les troubles moteurs du TDAH et du SGT semblent différer. Au niveau du SGT, des problèmes d'intégration sensorimotrice ont été suggérés, alors que pour le TDAH, la cause des troubles moteurs serait davantage reliée à un déficit de la capacité d'inhibition.

Très peu d'études ont évalué les habiletés motrices chez les enfants avec le SGT et le TDAH concomitants. Une seule étude, celle de Sukhodolsky et al. (2010) semble confirmer l'idée que les troubles moteurs sont non-additifs.

Cette étude a démontré que les enfants avec le TDAH et le SGT n'ont pas de troubles moteurs (c.-à-d. motricité fine) plus sévères que les enfants avec TDAH sans SGT. À l'opposé, l'étude de Schuerholz et al. (1997) rapporte des résultats permettant d'appuyer la théorie additive. En effet, il est démontré que les habiletés motrices fines (c.-à-d. séquence de mouvements complexes des doigts à l'opposé des mouvements simples des doigts) seraient plus affectées chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT que chez ceux avec le TDAH sans SGT.

Par ailleurs, tel que décrit dans les sections précédentes, la motricité globale n'a que très peu été évaluée chez les enfants atteints du SGT contrairement à ceux avec le TDAH. Les effets d'un déficit de la motricité globale chez l'enfant peuvent avoir un impact majeur comme en témoignent Diamond et al. (2000), Piek et al. (2008) et Wassenberg (2005). En effet, selon ces auteurs, les déficits de la motricité globale chez l'enfant en bas âge seraient fortement reliés au développement cognitif chez l'enfant d'âge scolaire (c.-à-d. plus particulièrement la mémoire de travail ainsi que la vitesse de traitement). De plus, il semblerait que les enfants avec de faibles habiletés motrices auraient plus de chance de développer des problèmes sociaux, émotionnels et comportementaux liés à leurs faibles habiletés motrices (Piek et al., 2006).

Afin de déterminer l'effet de la concomitance du TDAH et du SGT sur les habiletés motrices, nous utiliserons une batterie d'évaluation de la motricité globale (UU-06: UQAC-UQAM, 2006). Cette batterie comprend des tâches variées, simples et complexes avec différents niveaux de traitement de l'information sensorielle, et ce, afin d'évaluer l'impact de la concomitance du SGT et du TDAH sur la motricité globale.

#### 1.4 Hypothèse

Les déficits de la motricité globale seront plus importants chez les enfants atteints de TDAH avec SGT en comparaison aux enfants atteints de TDAH sans SGT, supportant ainsi l'hypothèse additive.

## CHAPITRE 2

# MÉTHODOLOGIE

### 2.1 Participants

Quinze participants âgés entre 7 et 15 ans (moyenne : 12,76 ans; écart-type : 2,00 ans) avec un diagnostic de TDAH sans concomitance de SGT ainsi que 15 participants âgés entre 7 et 17 ans (moyenne : 12,75 ans; écart-type : 3,08 ans) avec un diagnostic de TDAH et de SGT concomitants ont été évalués. Les deux groupes ont été appariés selon l'âge, le sexe et l'indice de masse corporelle (IMC).

### 2.2 Critères d'inclusion

Les participants âgés entre 6 et 18 ans avec un diagnostic de TDAH et un diagnostic de TDAH avec SGT référés par les médecins de l'Hôpital Rivière-des-Prairies (HRDP) ont été considérés pour cette l'étude. Le diagnostic de SGT et de TDAH a été émis préalablement par un médecin de l'HRDP selon les critères du *DSM-IV-TR (American Psychiatric Association, 2000)* et de la *CADDRA (Canadian ADHD Ressource Alliance)*.

### 2.3 Critères d'exclusion

Les enfants qui présentaient un trouble du spectre autistique, une déficience intellectuelle, un trouble épileptique, des maladies respiratoires chroniques ou cardiovasculaires connus ont été exclus de l'étude.

Les participants ont aussi été exclus s'ils avaient des conditions musculo-squelettiques affectant le mouvement des membres ou tout autre contre-indications à faire de l'exercice (p. ex., myocardite, thyrotoxicose, prise de bêta-bloquants). Les critères psychiatriques pour l'exclusion étaient la

présence d'un diagnostic de l'axe I tel que : schizophrénie, troubles somatoformes, troubles dissociatifs et troubles reliés à la consommation de substances. Les enfants atteints de ces troubles étaient exclus afin d'homogénéiser notre échantillon.

#### 2.4 Déroulement

Le médecin spécialisé en psychiatrie de l'Hôpital Rivière-des-Prairies (Dr. Leroux) rencontrait les enfants lors du suivi de routine (environ tous les 6 mois). Lors de la première rencontre, si leurs diagnostics et âges concordaient avec nos critères d'inclusion, ils leurs étaient proposés de participer au projet de recherche. À la suite du rendez-vous avec le médecin, les parents des participants ont été contactés par téléphone. Lors de ce contact téléphonique, le protocole de recherche a été expliqué aux parents. S'ils acceptaient de participer au projet de recherche, un rendez-vous était fixé afin d'évaluer la performance motrice de l'enfant. L'évaluation se déroulait en une rencontre.

L'évaluateur accueillait d'abord le jeune et sa famille et leur expliquait le déroulement de la séance d'évaluation. L'évaluateur présentait ensuite le formulaire d'information et si les parents et le participant acceptaient de participer, ils devaient signer le formulaire de consentement. L'évaluateur avait pris soin de remplir au préalable le questionnaire d'informations générales non nominatives en se référant au dossier médical (diagnostic selon les 5 axes du DSM IV-TR, médication prescrite, durée de la prescription actuelle, âge au test, date de naissance). Finalement, l'évaluation des capacités motrices du jeune était réalisée à l'aide de la batterie d'évaluation bio-motrice développée par l'UQAC-UQAM (2006 : UU-06) (voir description à la section 2.5.1. Ce rendez-vous était d'une durée approximative de 60 minutes.

L'évaluation des performances motrices s'effectuait selon l'ordre établis par les investigateurs de la batterie d'évaluation: évaluation du temps de réaction simple sur ordinateur; de la vitesse des membres supérieurs (main dominante); de la vitesse des jambes (jambe dominante); de la course

navette; de la course en cercle; de la course en pas chassés; de la course en slalom; de l'équilibre sur une jambe les yeux ouverts; de l'équilibre sur une jambe les yeux fermés; de l'équilibre instable sur une planche; de la coordination mains-pieds; et de la précision des lancés. L'évaluation s'est déroulée dans un laboratoire pour l'évaluation du temps de réaction simple et de la vitesse des membres supérieurs et ensuite dans un gymnase pour les autres évaluations pour des raisons d'accessibilité du matériel.

## 2.5 Instruments de mesure

L'instrument de mesure principal était la batterie d'évaluation bio-motrice développée par l'UQAC-UQAM (2006 : UU-06). D'autres instruments complémentaires permettant les mesures anthropométriques (poids et grandeur) ont aussi été utilisés.

### 2.5.1 Évaluation des habiletés motrices

Les habiletés motrices ont été évaluées à l'aide de la batterie d'évaluation bio-motrice développée par l'UQAC-UQAM (2006) (voir annexe 1). Cette batterie est intéressante pour la présente étude puisqu'elle a été normée (N=1494 pour les garçons et N=1551 pour les filles) pour des enfants québécois sans troubles de santé mentale de 6 à 12 ans et elle évalue une grande variété de composantes de la motricité globale. Il est aussi possible d'interpréter les résultats selon le percentile dans lequel l'enfant se situe en comparaison à un groupe d'enfants du même âge en santé (selon des tranches d'âges de 1.0 an). Selon les auteurs de la batterie UU-06, un résultat se situant sous le 20<sup>e</sup> percentile représente un résultat "à améliorer", un résultat se situant entre le 20<sup>e</sup> et le 40<sup>e</sup> percentile représente un résultat "faible", un résultat se situant entre le 40<sup>e</sup> et le 60<sup>e</sup> percentile représente un résultat "moyen", un résultat se situant entre le 60<sup>e</sup> et le 80<sup>e</sup> percentile représente un résultat "bon" et un résultat au-delà du 80<sup>e</sup> percentile représente un résultat "excellent". De plus, selon Albaret et al. (2005), le 25<sup>e</sup> percentile représenterait la limite

cliniquement établie en ce qui a trait au besoin de services d'éducation physique adaptés pour les enfants.

Dans le cadre du présent projet, les participants étant plus âgés que 12.9 ans ont été classés comme faisant partie de cette dernière tranche d'âge (12 à 12.9 ans), les données normatives pour les enfants de plus de 13 ans n'étant pas disponibles. Cette méthode est utilisée selon la prémisse que les patrons moteurs évalués par la batterie de tests sont suffisamment développés vers l'âge de 12 et 13 ans et demeurent stables par la suite (Barrow et al., 1971; Fleishman, 1964; Strand et al., 1993). Cela nous permet donc d'établir qu'un certain plafond est atteint en ce qui a trait aux performances motrices et que les résultats d'enfants plus âgés que 12.9 ans peuvent être associés aux percentiles de cette tranche d'âge. L'ensemble des épreuves de la batterie d'évaluation UU-06 provient de travaux dont la validité et la fidélité ont déjà été démontrées (Barrow et McGee, 1979; Fleishman, 1964; Strand et Wilson, 1993).

La batterie de tests permet l'évaluation de la vitesse des segments ; de l'agilité ; de l'équilibre statique et dynamique ; du temps de réaction; et de la coordination et de la précision. Chaque évaluation autre que celles du temps de réaction et de la précision est effectuée deux fois et le meilleur résultat est conservé.

#### *2.5.1.1 Vitesse des segments*

L'évaluation de la vitesse des segments (voir annexe 1) englobe deux exercices servant à distinguer les déficits possibles concernant la vitesse des membres supérieurs et inférieurs.

L'épreuve de vitesse de bras se fait avec la main dominante tandis que la main non-dominante est posée sur la table entre deux cercles de 20 cm de diamètre séparés par 60 cm. Au signal, le participant doit toucher les cibles de manière alternative (c.-à-d. alterner la cible gauche et droite) le plus de fois

possibles en 20 secondes et ce en débutant par celle de droite. Le résultat est noté en nombre de répétitions.

L'épreuve de vitesse de jambes est mesurée alors que le participant est debout face à un mur sur lequel est apposé un carré en carton de 30 cm<sup>2</sup> placé à 40 cm du sol. Le participant se place à une distance adéquate du mur afin de pouvoir atteindre facilement la cible avec les orteils lorsque la jambe est élevée. Le mouvement de jambes consiste à élever la jambe droite jusqu'à ce que l'angle entre la cuisse et le mollet soit d'environ 90 degrés. Il doit ensuite frapper la cible (c.-à-d. un carré avec un X à l'intérieur) deux fois consécutives avec la pointe du pied pour ensuite reposer la jambe et refaire le même mouvement avec la jambe gauche. Lorsque le signal est donné, l'enfant doit faire ce mouvement de manière alternative et ce le plus de fois possibles en 20 secondes. Chaque fois que le participant touche deux fois la cible avec son pied, cela compte comme une répétition.

#### *2.5.1.2 Agilité*

L'évaluation de l'agilité (voir annexe 1) se fait en quatre parties. Elle comprend entre autre, une course navette sur 5 mètres, une course en cercle, une course en pas chassés ainsi qu'une course en slalom.

L'épreuve de course navette sur 5 mètres sert à évaluer la capacité de l'enfant à changer de manière abrupte la direction de son corps lorsque celui-ci est en mouvement. Deux lignes sont tracées au sol à 5 mètres l'une de l'autre et deux points sont marqués par des cônes. Lorsque le signal est donné, le participant doit courir du premier cône vers le deuxième cône et ce à 5 reprises (5 x 5 mètres). Lorsqu'il atteint le cône il doit s'assurer d'effectuer un virage abrupte de 180 degrés afin de repartir dans la direction opposée. Le résultat est noté en secondes avec un niveau de précision de 0,1 seconde.

L'épreuve de course en cercle sert à évaluer la capacité de l'enfant à changer la direction de son corps en mouvement et ce de manière continue. Un

cercle dont le diamètre correspond à 3,5 mètres est tracé au sol ainsi qu'une ligne à un endroit quelconque du cercle correspondant à la ligne de départ et d'arrivée. Lorsque le signal est donné, le participant doit courir 5 tours à l'extérieur du cercle en sens horaire et ce sans toucher ou traverser la ligne intérieure du cercle. À chaque fois que cette règle est enfreinte, une pénalité de 0,5 seconde est imposée au participant. Le résultat est noté en secondes avec un niveau de précision de 0,1 seconde.

L'épreuve de course en pas chassés sert à évaluer la capacité de l'enfant à déplacer son corps de manière latérale et ce, le plus rapidement possible. Deux lignes sont tracées au sol à 4 mètres l'une de l'autre et deux points sont marqués par des cônes. L'enfant débute avec les deux pieds derrière le cône de gauche. Lorsque le signal est donné, le participant doit parcourir en pas chassés, 5 fois la distance de 4 mètres et toucher à la ligne avec son pied le plus rapproché à chaque fois. Le participant doit conserver l'alignement de son tronc perpendiculaire à l'alignement de la trajectoire entre les deux cônes. Il ne doit pas non plus croiser les jambes lors de la course en pas chassés. Le résultat est noté en secondes avec un niveau de précision de 0,1 seconde.

L'épreuve de course en slalom sert à évaluer la capacité de l'enfant à changer rapidement la position de son corps en mouvement et ce en contournant des obstacles. Six cônes sont installés selon la disposition illustrée à l'annexe 1 (figure 9). Deux rangées de trois cônes sont placées à 2 mètres de distance entre les cônes de la même rangée et entre les deux rangées. La ligne de départ est placée à 2,5 mètres des premiers cônes. Lorsque le signal est donné, le participant doit se déplacer vers l'extérieur droit de la première colonne de cône pour ensuite contourner la deuxième colonne à la gauche de celle-ci ainsi de suite pour enfin refaire le parcours une deuxième fois (voir lettre A sur la figure 9 de l'annexe 1). Lorsque le parcours est complété pour une deuxième fois, le participant doit terminer sa course en dépassant la ligne d'arrivée. Le résultat est noté en secondes avec un niveau de précision de 0,1 seconde.

### 2.5.1.3 Équilibre

L'évaluation de l'équilibre (voir annexe 1) se fait en trois parties. Elle comprend entre autre, l'équilibre sur une jambe les yeux ouverts, l'équilibre sur une jambe les yeux fermés ainsi que l'équilibre statique sur surface instable.

L'épreuve d'équilibre statique sert à évaluer la capacité de l'enfant à maintenir son équilibre en appui sur sa jambe dominante. La jambe dominante est déterminée selon quelle jambe le participant préfère utiliser lorsqu'il frappe un ballon. Le participant doit maintenir son équilibre sur un rail de bois de 5 cm de hauteur, 2 cm de largeur et 60 cm de longueur. Lorsque le participant est prêt, il soulève sa jambe non-dominante qui est en appui au sol et se tient en équilibre sur sa jambe dominante et ce pour le plus longtemps possible jusqu'à un maximum de 30 secondes. Dès que le participant touche au sol ou que le temps maximal de 30 secondes est atteint, l'évaluateur arrête le chronomètre. La tâche est effectuée avec les yeux ouverts en premier et par la suite avec les yeux fermés. Le résultat est noté en secondes avec une précision de 0,1 seconde.

L'épreuve d'équilibre statique sur surface instable sert à évaluer la capacité de l'enfant à maintenir son équilibre sur une surface instable. La surface instable est une plateforme mesurant 60 cm de longueur par 30 cm de largeur et 2,5 cm d'épaisseur. Sous la plateforme et en son centre est fixé un rail de bois de 30 cm de longueur par 5 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Lorsque le participant est prêt, il tente de trouver son point d'équilibre avec l'aide de l'évaluateur. Lorsque ce point d'équilibre est trouvé, l'évaluateur s'éloigne du participant et le chronomètre est immédiatement activé. Dès que le participant ou l'un des côtés de la planche touche au sol ou que le temps maximal de 20 secondes est atteint, l'évaluateur arrête le chronomètre. Le résultat est noté en secondes avec une précision de 0,1 seconde.

#### *2.5.1.4 Temps de réaction*

L'épreuve évaluant le temps de réaction (voir annexe 1) est faite à l'ordinateur et évalue le temps de réaction simple. L'épreuve de temps de réaction sert à évaluer la capacité de l'enfant à réagir rapidement à un signal visuel. L'épreuve est effectuée à l'aide d'un programme informatique. Celui-ci fait apparaître un signal visuel (triangle) pour lequel le participant doit appuyer sur la touche d'espacement dès qu'il aperçoit le signal. Lorsque le participant a réalisé 50 essais dont le temps de réaction se situe entre 100 et 350 millisecondes, l'épreuve se termine. Le résultat est noté en millisecondes dans un fichier et la moyenne des 50 essais représente la mesure conservée.

#### *2.5.1.5 Coordination et précision*

L'évaluation de la coordination et de la précision (voir annexe 1) se fait en deux parties. Elle comprend entre autre, la coordination mains-pieds et la précision (coordination œil-main).

L'épreuve de coordination mains-pieds sert à évaluer la capacité de l'enfant à bouger de manière alternative ses membres supérieurs et inférieurs de façon synchrone et ce le plus rapidement possible. Le participant doit faire la séquence de mouvements suivante : toucher le pied gauche avec la main droite grâce à une flexion de la jambe vers l'avant; toucher le pied droit avec la main gauche de la même manière; toucher le pied droit avec la main gauche en pliant la jambe vers l'arrière; toucher le pied gauche avec la main droite de la même manière. L'enfant doit répéter cette séquence à quatre reprises et ce le plus rapidement possible. Le résultat est noté en secondes et précis à 0,1 seconde.

L'épreuve de précision sert à mesurer la capacité de l'enfant à faire un mouvement balistique du bras dominant nécessitant une coordination œil-main par un lancer de précision. Le participant est situé derrière une ligne qui elle est tracée à 6 mètres du mur sur lequel il y a une cible de 60 cm de

diamètre (avec un centre de 20 cm de diamètre) et placée à 120 cm du sol. Lorsque le participant est prêt, il doit lancer 10 balles (une à la fois) sur le centre de la cible. Les balles qui atteignent la cible donnent un point tandis que celles qui atteignent le centre de 20 cm de diamètre donnent deux points. Le résultat est calculé en points pour un maximum de 20 points.

### 2.5.2 Mesures anthropométriques

La taille du patient était mesurée à l'aide d'un stadiomètre et le poids à l'aide d'une balance électronique. La mesure finale de l'indice de masse corporel (IMC) est obtenue par la formule : poids (kg) / hauteur (m<sup>2</sup>). L'IMC se subdivise en différentes catégories, lesquelles permettent d'évaluer les différents stades de surpoids. Les catégories consistent en : un sous-poids (IMC ≤ 18,5); une corpulence normale (IMC = 18,5 à 25); un surpoids (IMC = 25 à 30); et l'obésité (IMC ≥ 30). Selon Romero-Corral et al. (2008), l'IMC est la mesure la plus utilisée afin de définir l'obésité dans la pratique clinique. Cette mesure initiale avait pour but de contrôler les possibles influences de l'IMC sur les performances motrices des enfants atteints de TDAH avec ou sans SGT. La présence d'un surpoids chez l'enfant a d'ailleurs été associée à une réduction de la vitesse de déplacement lors du test de course Léger sur 20 mètres (voir la revue de Cairney et al., 2008).

### 2.6 Aspects déontologiques et consentement

Le présent projet a été accepté par le comité d'éthique et scientifique de l'Hôpital Rivière-des-Prairies le 7 Mai 2012 (voir annexe 2). Les participants et leurs familles ont signé un formulaire de consentement, après avoir pris connaissance du formulaire d'information et posés toutes les questions nécessaires à sa bonne compréhension.

## 2.7 Risques

Aucune évaluation invasive n'a été utilisée. Bien qu'il y ait un risque de chute, ce risque ne diffère pas de celui encouru lors des activités de la vie quotidienne des participants.

## 2.8 Quantifications et analyses statistiques

La normalité de la distribution des variables dépendantes a été testée à l'aide du test Kolmogorov-Smirnov. Étant donné que la distribution des variables dépendantes était normale, les groupes ont donc été comparés à l'aide de tests-t. Le seuil alpha a été fixé à 0.05. Les résultats de cette population seront aussi présentés selon leur rang respectif à la cohorte UQAC-UQAM (rang percentile).

## CHAPITRE 3

### RÉSULTATS

#### 3.1 Caractéristiques des participants

Une analyse des données anthropométriques des participants n'a révélée aucune différence significative entre les deux groupes en ce qui a trait à l'âge, au poids, à la taille ainsi qu'à l'indice de masse corporel (IMC) (voir tableau 5).

Tableau 3.1 : Valeurs descriptives des participants

	Participants		Tests statistiques
	TDAH (n=15)	TDAH+SGT (n=15)	
Âge	12,76(2,00)	12,75(3,08)	p=0,99
Poids (kg)	53,31(19,90)	52,51(20,54)	p=0,91
Taille (m)	1,57(0,14)	1,54 (0,17)	p=0,65
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,23(6,16)	21,22(5,31)	p=0,99

### 3.2 Batterie d'évaluation UU-06

Les moyennes et écarts-types des résultats de la batterie d'évaluation UU-06 sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 3.2 : Moyennes (écarts-types) des résultats de la batterie d'évaluation bio-motrice UU-06

	Participants	
	TDAH (n=15)	TDAH+SGT (n=15)
Vitesse des bras (nb/20sec)	66,60(13,15)	64,60(12,57)
Vitesse des jambes (nb/20sec)	22,07(3,53)	21,47(4,24)
Course navette (sec)	10,45(1,40)	11,13(1,42)
Course en cercle (sec)	20,68(3,07)	22,50(2,91)
Course en pas chassés (sec)	10,56(2,60)	11,25(1,75)
Course slalom (sec)	17,13(2,37)	19,10(2,10)*
Équilibre YO (sec)	21,01(9,60)	15,13(11,73)
Équilibre YF (sec)	5,07(3,70)	3,10(1,56)†
Équilibre instable (sec)	5,63(5,01)	5,71(5,78)
Coordination mains-pieds (sec)	9,59(2,96)	13,97(7,32)*
Précision (nb de points)	4,80(3,12)	4,00(2,39)
Vitesse de réaction (ms)	275,67(18,99)	275,07(17,64)

\*  $p \leq 0.05$

†  $p = 0.08$

#### Interprétation des résultats

*Vitesse des bras et des jambes : plus le nombre est élevé, meilleure est la performance.*

*Courses : plus la valeur est basse (temps en secondes), meilleure est la performance.*

*Équilibre : plus la valeur est élevée (temps en secondes), meilleure est la performance.*

*Coordination : plus la valeur est basse (temps en secondes), meilleure est la performance.*

*Précision : plus la valeur est élevée (nb de points), meilleure est la performance.*

*Vitesse de réaction : plus la valeur est basse (temps en ms), meilleure est la performance.*

### 3.2.1 Vitesse des segments

L'analyse de la vitesse des bras et des jambes n'a révélée aucune différence significative entre les deux groupes : pour la vitesse des bras,  $t(28) = -0.43, p=0,67$ ; et pour la vitesse des jambes,  $t(28) = -0.42, p=0,68$ .

### 3.2.2 Épreuves d'agilité

L'analyse de la course navette, de la course en cercle, de la course en pas chassés et de la course slalom a révélé une différence significative entre les groupes pour la course en slalom,  $t(28) = 2.41, p=0,02$ . Le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT a pris plus de temps afin de compléter l'épreuve de course en slalom que le groupe d'enfants atteint de TDAH seulement. À l'opposé, aucune différence significative n'a été observée pour les épreuves de course navette,  $t(28) = 1.32, p=0,2$ ; de course en cercle  $t(28) = 1.67, p=0,11$ ; et de course en pas chassés,  $t(28) = 0.86, p=0,4$ .

### 3.2.3 Épreuves d'équilibre

L'analyse de l'équilibre avec les yeux ouverts, avec les yeux fermés et l'équilibre instable n'a révélé aucune différence significative entre les groupes : pour l'équilibre les yeux ouverts,  $t(28) = -1.5, p=0,15$ ; et pour l'équilibre instable,  $t(28) = 0.04, p=0,96$ . Toutefois, le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT tend à maintenir son équilibre les yeux fermés moins longtemps que le groupe d'enfants avec le TDAH;  $t(27) = -1.85, p=0,08$ .

### 3.2.4 Épreuve de vitesse de réaction

L'analyse de la vitesse de réaction n'a révélé aucune différence significative entre les groupes;  $t(28) = -0.09, p=0,93$ .

### 3.2.5 Épreuves de coordination et précision

L'analyse de la coordination mains-pieds ainsi que de la précision a révélé une différence significative entre les groupes pour la coordination mains-pieds;  $t(28) = 2.2, p=0,04$ . Le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT a pris plus de temps afin de compléter l'épreuve de coordination mains-pieds que le groupe d'enfants avec le TDAH. À l'opposé, aucune différence significative n'a été observée pour l'épreuve de précision;  $t(28) = -0.80, p=0,44$ .

### 3.3 Analyse descriptive : rangs percentiles

Les résultats en rangs percentiles des deux groupes aux différentes épreuves sont présentés dans les figures 1 à 5. Ces résultats permettront d'appuyer les résultats significatifs révélés lors de l'analyse statistique.

Les figures 1 et 2 démontrent que les deux groupes se situent approximativement au même niveau autant pour les épreuves de temps de réaction simple que de vitesse des segments.

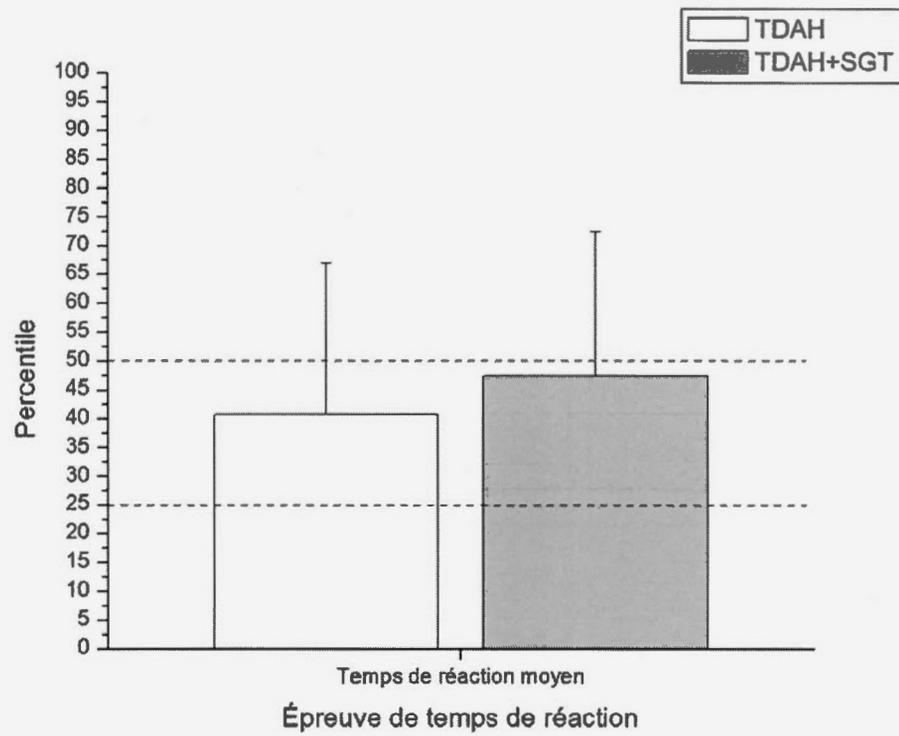


Figure 3.1: Résultat à l'épreuve de temps de réaction en rangs percentiles

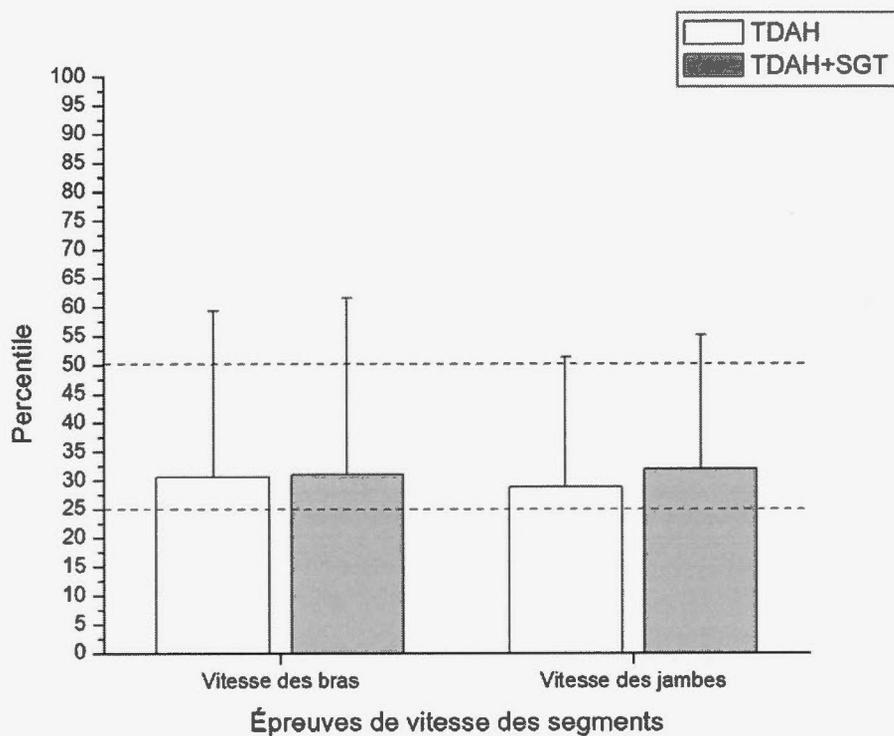


Figure 3.2: Résultat aux épreuves de vitesse des segments en rangs percentiles

Tel qu'indiqué à la figure 3, les épreuves d'agilité semblent être celles illustrant les déficits les plus constants chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT en comparaison aux enfants avec le TDAH. Plus précisément, les enfants atteints de TDAH se situent au-dessus de la moyenne à toutes les épreuves d'agilité en comparaison aux enfants atteints de TDAH avec le SGT, qui eux se situent bien en dessous de la moyenne.

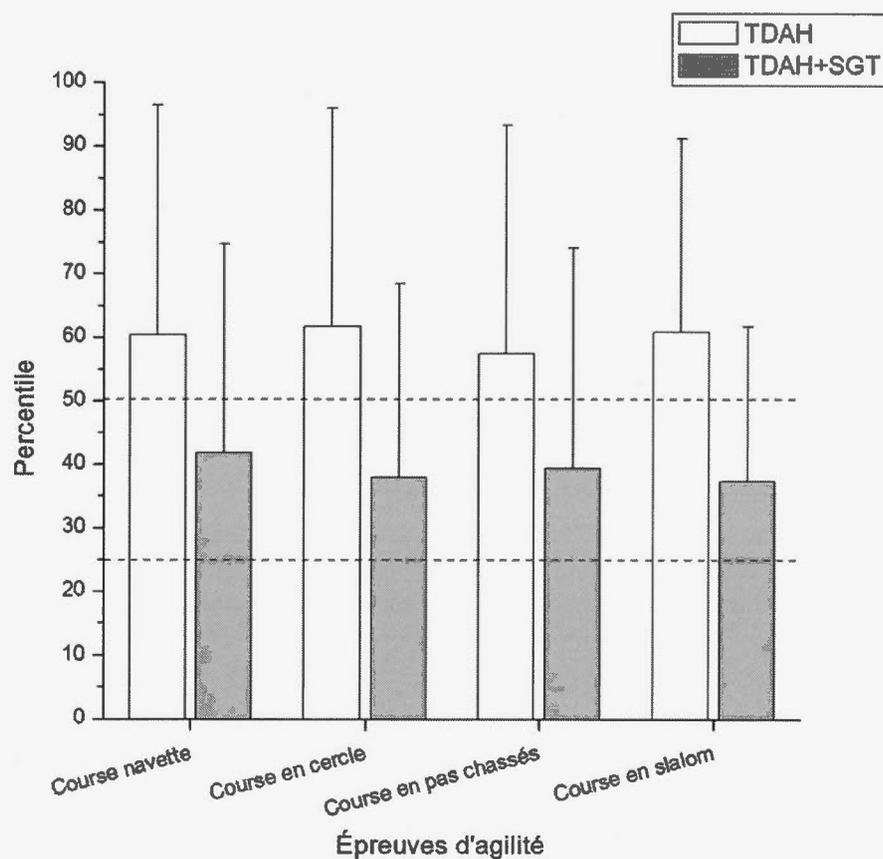


Figure 3.3: Résultat aux épreuves d'agilité en rangs percentiles

La figure 4 illustre l'important déficit présent lors de l'épreuve d'équilibre avec les yeux fermés chez les deux groupes mais tout particulièrement chez le groupe atteint de TDAH avec le SGT. Toujours concernant la figure 4, il est intéressant de noter que les deux groupes se situent pour cette épreuve (avec les yeux fermés) sous le seuil requérant une intervention adaptée (c.-à-d. 25<sup>e</sup> percentile). Le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT semble avoir obtenu de moins bon résultats à l'épreuve d'équilibre les yeux fermés. En ce qui concerne l'épreuve d'équilibre instable, les deux groupes semblent avoir obtenu des résultats similaires.

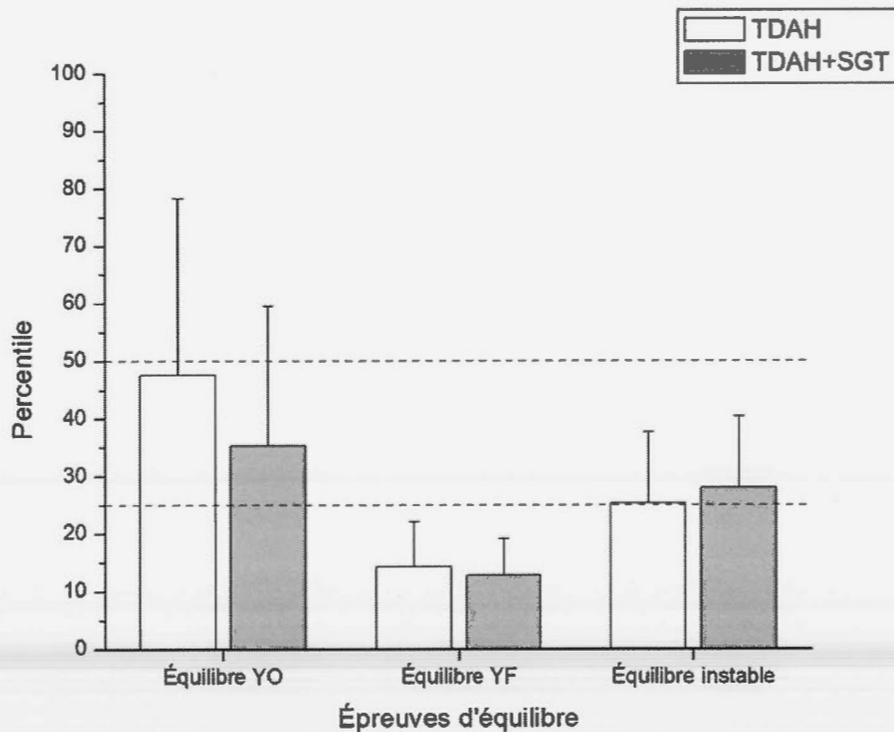


Figure 3.4: Résultat aux épreuves d'équilibre en rangs percentiles

La figure 5 confirme quant à elle la présence d'un déficit important de coordination, particulièrement pour l'épreuve de coordination mains-pieds chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT en comparaison au groupe avec le TDAH. En effet, le groupe atteint de TDAH avec le SGT se situe près du 25<sup>e</sup> percentile tandis que le groupe avec le TDAH se situe au-delà du percentile médian. Ce résultat permet donc d'appuyer la différence significative de groupe révélée lors de l'analyse statistique de cette épreuve.

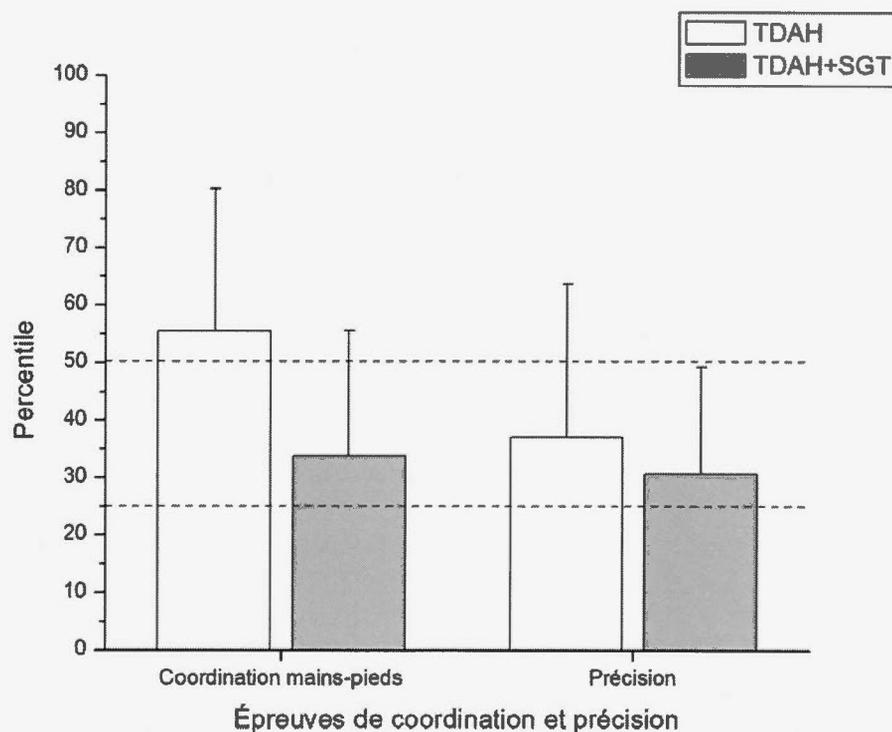


Figure 3.5: Résultat aux épreuves de coordination et précision en rangs percentiles

Les figures 6 à 10 permettent de mieux illustrer la distribution de la performance motrice des participants des deux groupes. Elles permettent plus précisément d'illustrer le taux (pourcentage) de participants nécessitant une intervention particulière ( $\leq 25^{\text{e}}$  percentile); sous la moyenne ( $\leq 50^{\text{e}}$  percentile); ainsi qu'au-delà de la moyenne ( $> 50^{\text{e}}$  percentile) (selon les critères proposés par Albaret et al., 2005).

Les figures 6 et 7 illustrent très peu de différence dans la distribution des groupes pour les épreuves de temps de réaction et de vitesse des segments.

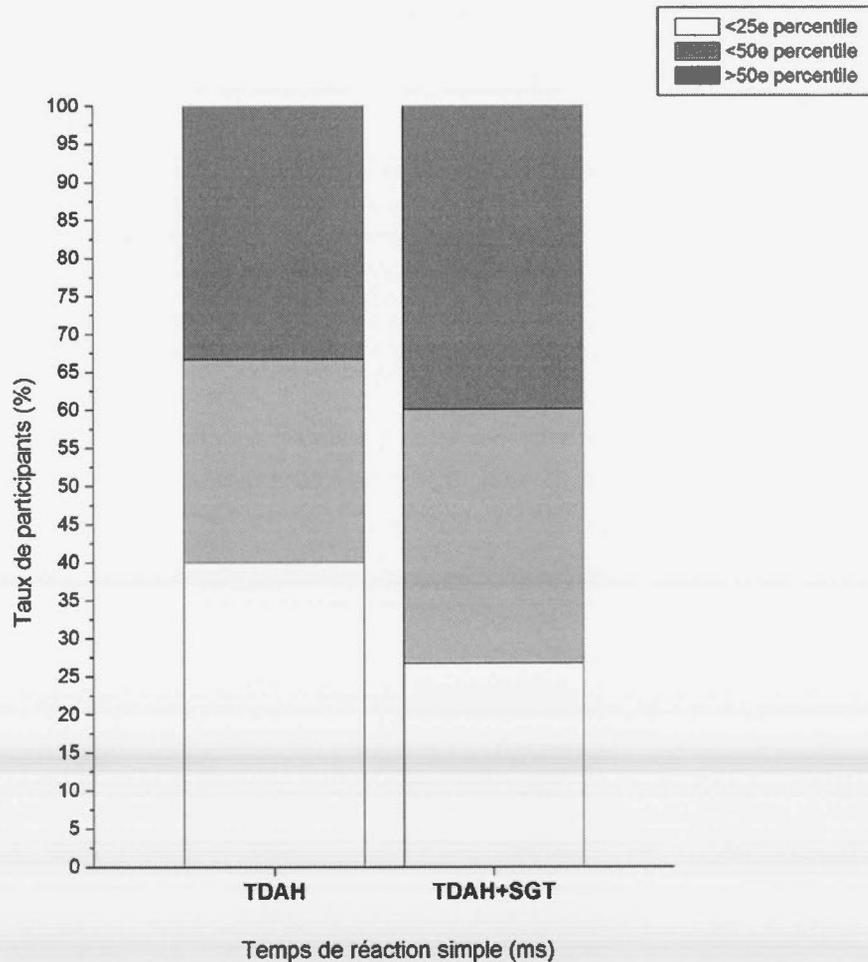


Figure 3.6: Taux de participants à l'épreuve de temps de réaction selon les rangs percentiles

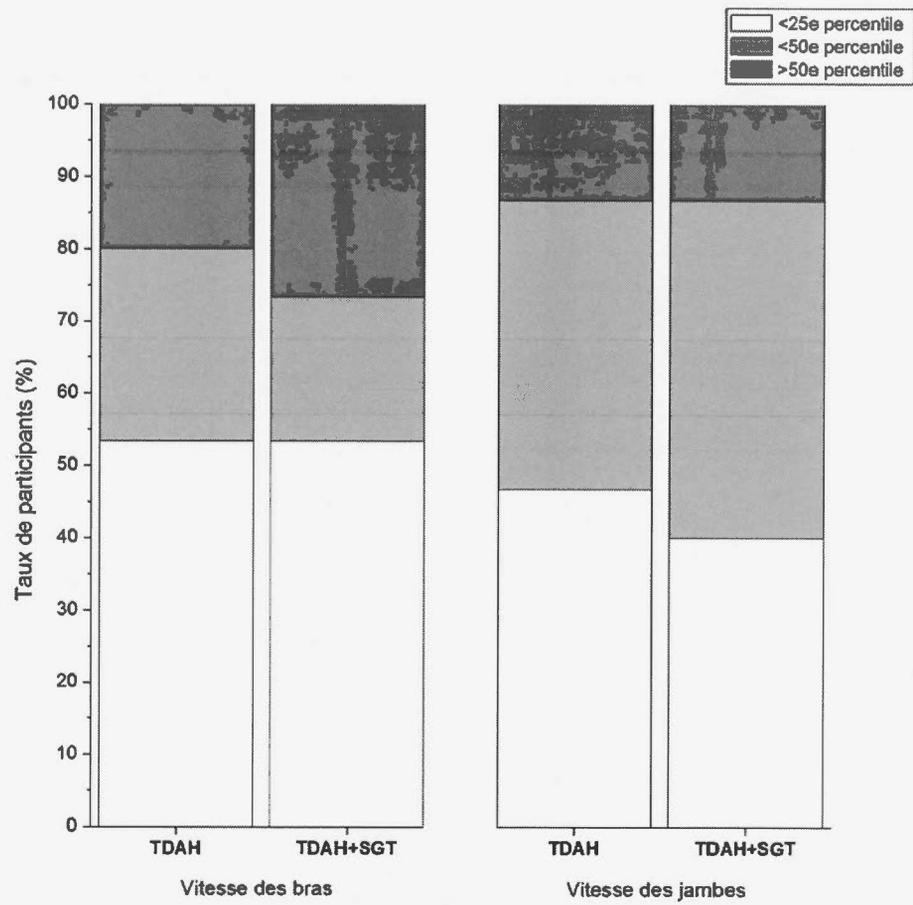


Figure 3.7: Taux de participants aux épreuves de vitesse des segments selon les rangs percentiles

La figure 8 illustre l'importante différence entre la distribution des groupes pour l'épreuve de course en slalom. En effet, 80% des participants du groupe atteint de TDAH avec le SGT se situent sous le 50<sup>e</sup> percentile en comparaison à 35% des participants du groupe avec le TDAH. La figure 8 illustre aussi une tendance générale similaire dans la distribution des participants atteints de TDAH avec le SGT qui se situe sous le 25<sup>e</sup> percentile, ceux-ci étant plus nombreux sur les quatre épreuves lorsque comparé au groupe avec le TDAH.

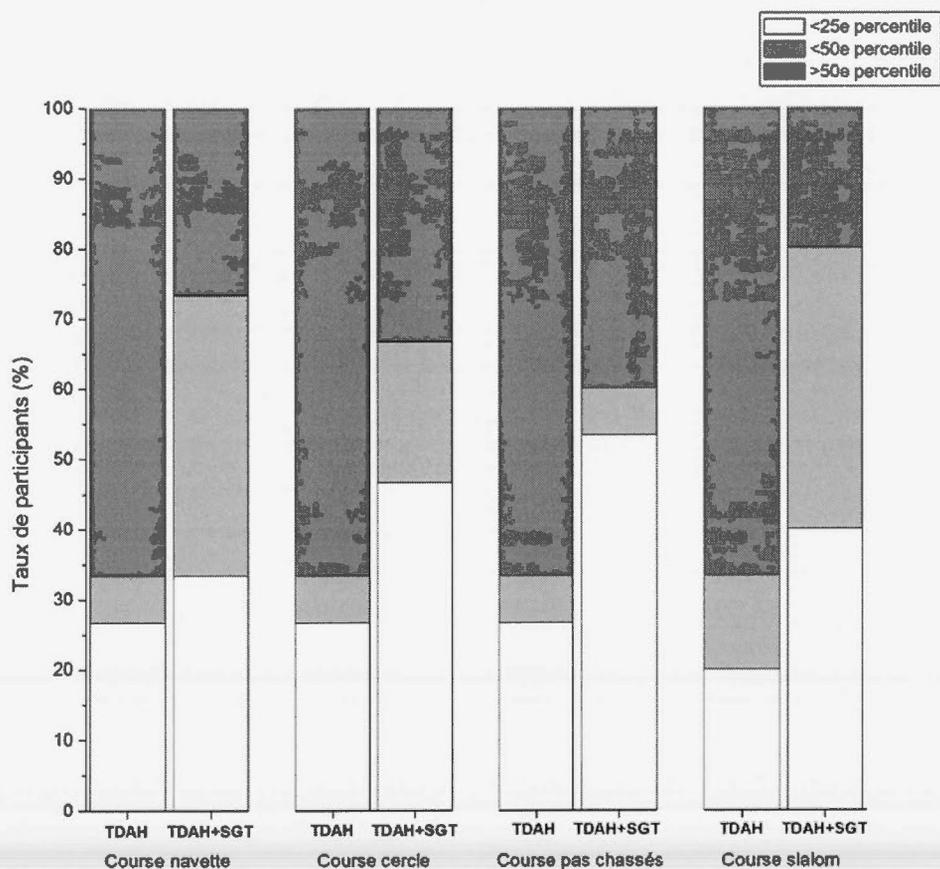


Figure 3.8: Taux de participants aux épreuves d'agilité selon les rangs percentiles

En ce qui concerne la figure 9, plus précisément l'épreuve d'équilibre les yeux fermés, 95% des participants atteints de TDAH se situent sous le 25<sup>e</sup> percentile en comparaison à 100% de ceux atteints de TDAH avec le SGT. Ces résultats illustrent l'important déficit présent pour cette épreuve concernant les participants des deux groupes. L'épreuve d'équilibre instable était d'une grande difficulté ce qui pourrait expliquer les faibles résultats des deux groupes.

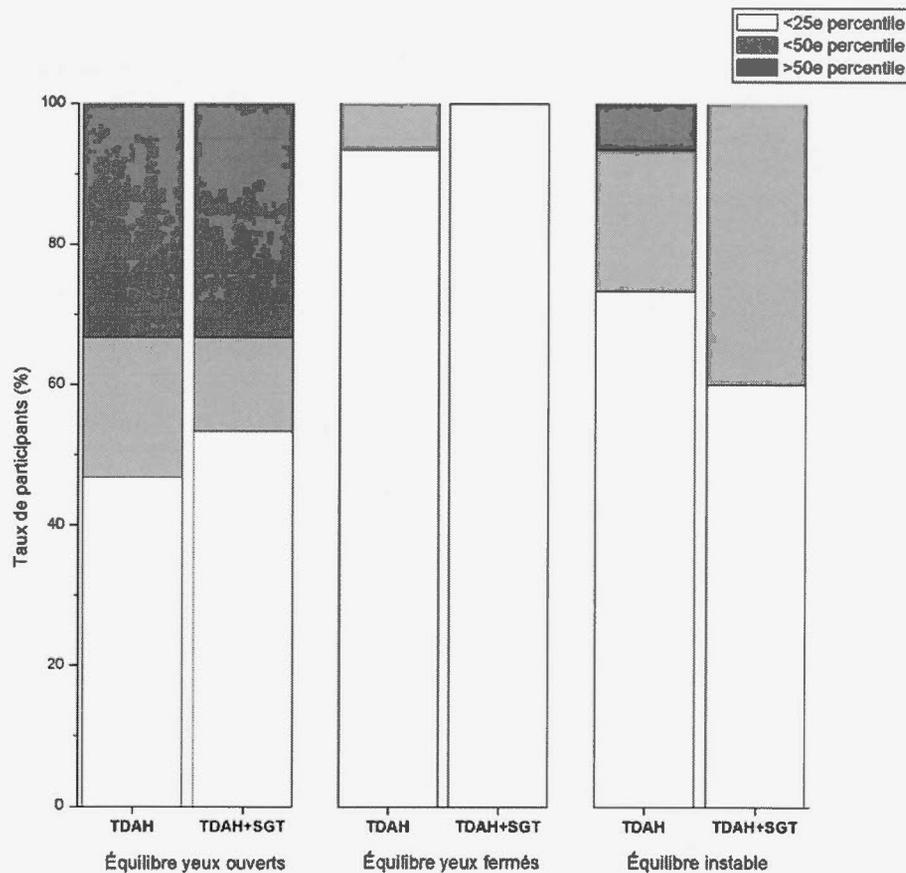


Figure 3.9: Taux de participants aux épreuves d'équilibre selon les rangs percentiles

La figure 10 illustre une grande différence de distribution des groupes à l'épreuve de coordination mains-pieds. En effet, le groupe atteint de TDAH avec le SGT diffère grandement du groupe avec le TDAH autant au niveau du taux de participants sous le 50<sup>e</sup> percentile (83% vs. 33% respectivement) qu'au-delà du 50<sup>e</sup> percentile (13% vs. 66% respectivement). La distribution des participants pour l'épreuve de précision quant à elle semble similaire entre les groupes.

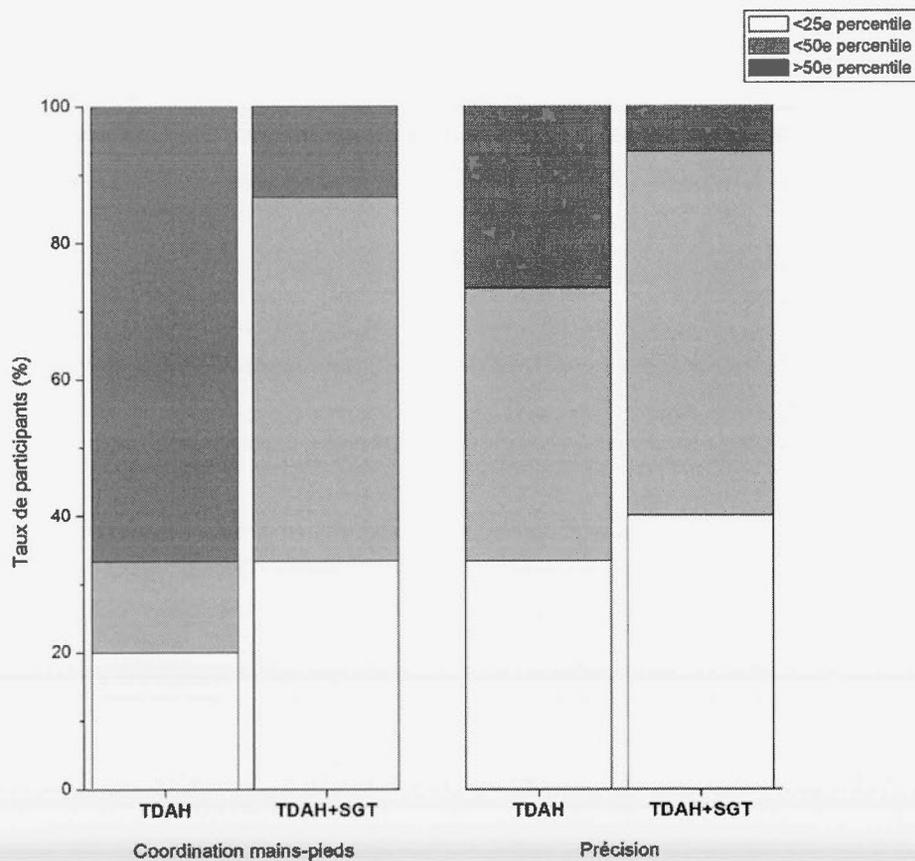


Figure 3.10: Taux de participants aux épreuves de coordination et précision selon les rangs percentiles

## CHAPITRE 4

### DISCUSSION

Le but principal de cette étude était de comparer la motricité globale d'enfants atteints de TDAH avec le SGT à un groupe d'enfants atteints de TDAH sans le SGT. Nos résultats indiquent la présence de différences significatives démontrant un déficit plus important chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT sur deux des douze épreuves servant à mesurer la motricité globale. Il s'agit des épreuves de la course en slalom ainsi que de la coordination mains-pieds. Les enfants atteints de TDAH avec le SGT semblent aussi démontrer des difficultés plus importantes que le groupe atteint de TDAH au niveau de l'équilibre les yeux fermés. Ces résultats semblent donc appuyer la théorie additive en ce qui concerne les troubles de la motricité globale associés aux épreuves de course en slalom et de la coordination mains-pieds chez des enfants atteints de TDAH avec le SGT en comorbidité, laquelle suggère que la combinaison des deux troubles (SGT et TDAH) entraîne une amplification des difficultés motrices. Ces résultats sont confirmés par l'analyse descriptive démontrant des difficultés motrices plus importantes pour la majorité des tâches motrices chez le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT lorsque comparé au groupe d'enfants atteint de TDAH.

#### 4.1 Épreuves de motricité globale problématiques chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT : effet de la complexité de la tâche?

Les résultats suggèrent que les enfants atteints de TDAH avec le SGT ont un déficit plus important au niveau des épreuves de course en slalom et de la coordination mains-pieds. Dans la prochaine section, nous discuterons de ces résultats en abordant d'abord la course en slalom, puis l'épreuve de coordination mains-pieds. Nous démontrerons que les différences significatives entre les groupes pourraient s'expliquer par le niveau de complexité plus élevé de ces tâches.

À notre connaissance, aucune étude n'a évalué les caractéristiques de la course chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT. Ces enfants ont pris davantage de temps pour compléter la tâche de course en slalom que les enfants atteints de TDAH. De plus, le groupe atteint de TDAH avec le SGT se situe au 37<sup>e</sup> percentile tandis que le groupe avec le TDAH se situe au 61<sup>e</sup> percentile sur cette épreuve lorsque comparé à des enfants en santé du même âge. Selon les auteurs de la batterie UU-06, le 37<sup>e</sup> percentile représenterait un résultat faible tandis que le 61<sup>e</sup> représenterait un bon résultat. L'épreuve de course en slalom en comparaison aux autres épreuves de course de la batterie UU-06 représente une plus grande complexité en raison des changements multiples de directions effectués (types de déplacements mixtes) mais aussi puisque la tâche requiert une charge cognitive plus importante afin de se rappeler du trajet pendant son exécution. Les autres épreuves de course évaluées dans le cadre de ce projet sont moins complexes puisqu'elles se composent de déplacements unilatéraux (c.-à-d. vers l'avant, en cercle dans une seule direction, vers les côtés).

Les enfants atteints de TDAH avec le SGT ont aussi pris davantage de temps pour compléter la tâche de coordination mains-pieds que les enfants avec le TDAH. Le groupe avec le TDAH et le SGT se situe au 34<sup>e</sup> percentile tandis que le groupe avec le TDAH se situe au 55<sup>e</sup> percentile sur cette épreuve. À nouveau, selon les auteurs de la batterie UU-06, le 34<sup>e</sup> percentile représenterait un résultat faible tandis que le 55<sup>e</sup> représenterait un résultat moyen. L'épreuve de coordination mains-pieds représente aussi une tâche complexe puisqu'elle requiert de la coordination bilatérale. Selon Williams (1983), la coordination bilatérale se réfère à l'habileté d'utiliser les deux hémisphères du corps de manière intégrée et habile. Cette tâche nécessite une intégration sensorimotrice des afférences vestibulaires et proprioceptives (Ayres, 1972). Selon Magalhaes et al. (1989), les mouvements de coordination bilatéraux nécessitant une utilisation asymétrique des membres supérieurs et inférieurs (mouvements simultanés du bras et de la jambe opposés) seraient les tâches de coordination bilatérale les plus complexes (en

comparaison aux *jumping jacks* et aux sauts symétriques sur place qui eux nécessitent une action miroir des deux hémisphères ou une coordination du bras et de la jambe du même côté respectivement). Selon les auteurs, ce type de mouvement (coordination bilatérale nécessitant une utilisation asymétrique des membres supérieurs et inférieurs) devrait être acquis chez les enfants de plus de 9 ans. S'il ne l'est pas, cela suggérerait que les mécanismes neuromoteurs nécessaires à l'accomplissement de cette tâche ne sont pas complètement développés et que l'enfant présente un déficit moteur lorsque celui-ci est plus âgé que 9 ans.

Chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT, les déficits moteurs aux deux épreuves (course en slalom et coordination mains-pieds) pourraient donc être reliés au niveau plus élevé de complexité de ces tâches. Ce niveau de complexité plus élevé serait en lien avec la charge cognitive plus grande ainsi qu'à un niveau d'intégration sensorimotrice plus important pour ces tâches. Cette théorie est en lien direct avec les conclusions de Georgiou et al. (1995) et de Schuerholz et al. (1997) qui indiquent que les enfants avec le SGT ont un déficit de la motricité associé à la complexification d'une tâche motrice et ce surtout lorsque celle-ci est liée à une rétroaction nécessitant les afférences visuelles, ce qui ne semble pas être le cas chez les enfants atteints de TDAH sans SGT. Plusieurs études font état d'un déficit d'intégration sensorimotrice chez les enfants avec le SGT (voir la revue et les résultats de Schultz et al., 1998). À cet effet, Nowak et al. (2005) rapportent une utilisation excessive de force de préhension chez les enfants avec le SGT suggérant des difficultés au niveau de la transformation de l'information sensorielle en une réponse motrice adéquate. Quant à l'ajout d'une charge cognitive, cela semble aussi affecter la motricité globale d'enfants atteints du SGT. En effet, selon l'étude de Lemay et al. (2010), les enfants avec le SGT auraient un moins bon contrôle postural lorsqu'une tâche cognitive légère est ajoutée et cela indépendamment des déficits de l'attention.

Les enfants atteints de TDAH avec le SGT tendent aussi à présenter des difficultés plus importantes que le groupe atteint de TDAH au niveau de l'équilibre unipodale les yeux fermés ( $p=0,08$ ). Lorsque l'on compare les résultats de cette épreuve à ceux des autres épreuves d'équilibre, l'ajout de difficulté créé par la soustraction de la vision affecte encore plus les enfants atteints de TDAH avec le SGT que ceux avec le TDAH. En ce qui concerne l'épreuve d'équilibre instable, la tâche semble être autant déficitaire chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT que ceux avec le TDAH (soit 28<sup>e</sup> et 25<sup>e</sup> percentile respectivement). Il est intéressant de noter que les deux groupes se situent sous le 20<sup>e</sup> percentile (à améliorer) pour l'épreuve d'équilibre les yeux fermés (13<sup>e</sup> percentile pour TDAH avec le SGT; et 14<sup>e</sup> percentile pour TDAH) ce qui pourrait démontrer un déficit majeur commun aux deux troubles psychiatriques. Similaire à nos résultats, Lemay et al. (2007) rapportent des déficits au niveau du contrôle postural chez un groupe d'enfants atteint du SGT en comparaison à un groupe d'enfants sans le SGT. Ces déficits étaient présents lors des conditions bipodales avec les yeux ouverts, les yeux fermés ainsi que lors de la condition unipodale avec les yeux ouverts. Selon Lemay et al. (2007), ces déficits pourraient être causés par une difficulté au niveau de l'intégration sensorimotrice. En effet, tel que mentionné précédemment, plusieurs études font état d'un déficit d'intégration sensorimotrice de type visuel chez des enfants atteints du SGT (voir la revue et les résultats de Schultz et al., 1998). Cela permettrait donc d'expliquer l'impact négatif du retrait de la vision sur l'équilibre chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT.

#### 4.2 Troubles moteurs chez les enfants atteints de TDHA avec le SGT : support pour une théorie additive

Selon Schuerholz et al. (1997), la théorie additive suggère que la présence des deux troubles psychiatriques devrait représenter un état dans lequel les déficits et troubles rattachés au TDAH combiné au SGT se verraient additionnés. À l'opposé des résultats de l'étude de Schuerholz et al. (1997),

l'étude de Sukhodolsky et al. (2010) ne semble pas appuyer la théorie additive. Il se peut que la tâche utilisée par Sukhodolsky et al. (2010) (c.-à-d. *Purdue Pegboard* (Tiffin, 1948)) n'ait pas été assez complexe et sensible pour relever une différence significative entre les deux groupes. En effet, cela pourrait expliquer les résultats de Schuerholz et al. (1997) qui eux ont utilisés une tâche incluant des épreuves plus complexes (c.-à-d. PANESS (Denckla, 1985)). Notre étude confirme donc la théorie additive en démontrant que le groupe d'enfants atteint de TDAH avec le SGT est plus affecté au niveau moteur que le groupe d'enfants avec le TDAH, du moins pour les tâches motrices plus complexes. Les causes permettant d'appuyer la théorie additive seront décrites dans les prochains paragraphes.

Comme il a été décrit précédemment, les déficits moteurs observés chez les enfants atteints de TDAH avec le SGT pourraient être liés à la complexité de la tâche. La complexification de la tâche serait fortement tributaire du niveau d'intégration sensorimotrice requis pour exécuter la tâche. Bien que les déficits d'intégration sensorimotrice soient rapportés autant chez les enfants avec le TDAH (Buderath et al., 2009; Hassan et al., 2012; Shum et al., 2009; Zhang et al., 2007) que ceux avec le SGT (Georgiou et al., 1995; Nowak et al., 2005; Schuerholz et al., 1997; Schultz et al., 1998), l'origine de ces troubles semblent différer entre les deux types d'atteintes (SGT vs. TDAH). En effet, une réduction du volume du cervelet (c.-à-d. le vermis inférieur du lobe postérieur du cervelet) serait étroitement liée aux troubles de l'intégration sensorimotrice chez les enfants avec le TDAH (Buderath et al., 2009; Hassan et al., 2012; Shum et al., 2009; Zhang et al., 2007) tandis qu'une réduction du volume ou une asymétrie des ganglions de la base (c.-à-d. noyau caudé, putamen, globus pallidus) serait la cause des troubles d'intégration sensorimotrice chez les enfants atteints du SGT (Alexander et al., 1986; Lemay et al., 2007; Sheppard et al., 1999; Visser et Bloem, 2005). Les deux troubles possèderaient donc une étiologie distincte en ce qui a trait aux troubles de l'intégration sensorimotrice. Cette étiologie distincte explique que

la concomitance du SGT avec le TDAH entraîne un déficit encore plus important lors de tâches motrices nécessitant de l'intégration sensorimotrice.

Enfin, la théorie additive est indirectement appuyée par l'analyse des rangs percentiles des enfants atteints de TDAH avec le SGT et des enfants avec le TDAH sans SGT. Les deux groupes se situent largement en dessous des moyennes établies (50<sup>e</sup> percentile) sur la majorité des tests (voir les figures 1 à 5). Plus précisément, le groupe atteint de TDAH avec le SGT a obtenu des résultats faibles et à améliorer (c.-à-d. selon l'interprétation des résultats des auteurs de la batterie UU-06) dans 10 des 12 épreuves et le groupe avec le TDAH sans SGT a obtenu des résultats faibles et à améliorer dans 5 des 12 épreuves. De plus, le groupe atteint de TDAH avec le SGT obtient des résultats en percentile plus faibles que ceux du groupe avec le TDAH sans SGT sur 8 des 12 épreuves. Il semble donc que les troubles de la motricité du SGT et du TDAH s'additionnent; confirmant une fois de plus la théorie additive.

#### 4.3 Impact clinique

Selon les résultats sur les rangs percentiles précédemment décrits, les enfants atteints de TDAH avec le SGT, et dans une moindre mesure les enfants avec le TDAH sans SGT pourraient grandement bénéficier d'une intervention visant à améliorer leur motricité globale. Plus précisément, ils bénéficieraient d'une intervention en activité physique pour des mouvements similaires aux épreuves de course en slalom, de coordination mains-pieds ainsi que d'équilibre unipodale les yeux fermés. De manière générale, il serait aussi recommandé à ces enfants de participer au plus grand nombre d'activités sportives possibles afin de développer leurs habiletés motrices globales (Fransen et al., 2012).

Il serait aussi important de porter attention sur l'influence que peuvent avoir les comorbidités sur les habiletés motrices chez les enfants atteints de TDAH. Plus particulièrement, l'importance de diagnostiquer les comorbidités

associées au TDAH le plus tôt possible afin de minimiser les effets potentiels sur le développement de la motricité globale de ces enfants.

#### 4.4 Limites de l'étude

L'étude actuelle comprend certaines limites. Le nombre de participants inclus dans l'étude est relativement faible; ce qui a comme effet de réduire la puissance statistique des résultats. Malgré que des différences de groupes aient été observées pour deux des douze épreuves de motricité globale, il n'en demeure pas moins que, les différences démontrées demeurent relativement faibles et doivent donc être interprétées avec prudence. De plus, il était initialement proposé d'inclure une mesure de la sévérité des tics (YGTSS: *Yale Global Tic Severity Scale*, Leckman et al., 1989) afin d'ajouter cette mesure comme co-variable. Cela aurait permis de prendre en compte la sévérité des symptômes du SGT comme facteur pouvant influencer la motricité globale. Il n'a toutefois pas été possible de recueillir les données de la mesure de la sévérité des tics pour chaque participant atteints du SGT. En ce qui concerne le portrait moteur des enfants évalués, il aurait été intéressant d'inclure une mesure des habitudes de pratique d'activités physiques afin de déterminer si la durée, l'intensité et le type d'activités physiques pratiquées auraient pu influencer les performances motrices.

## CHAPITRE 5

## CONCLUSION

En conclusion, la théorie additive semble s'appliquer aux habiletés motrices d'enfants atteints de TDAH avec SGT, plus particulièrement lorsque la complexité des tâches augmente et résulte en un déficit plus important chez ce groupe que chez les enfants atteints de TDAH sans SGT. Ces résultats suggèrent l'importance de mettre une plus grande emphase sur la détection précoce des déficits moteurs et l'amélioration des habiletés motrices chez les enfants atteints de TDAH et du SGT. Ils permettent aussi d'améliorer les connaissances concernant les troubles de la motricité globale rattachés au SGT comorbide.

## ANNEXE 1

### 5.1 Batterie de tests d'habiletés motrices globales UQAC-UQAM

La batterie de tests a été développée par:

- Claude Bordeleau, Ph.D., UQAC;
- Jean Boucher, Ph.D., UQAM;
- Alain Comtois, Ph.D., UQAM;
- Émilie Kalinova, Ph.D., UQAM;
- Luc Léger, Ph.D., UdeM;
- Mario Leone, Ph.D., UQAM.

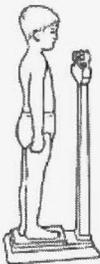
Elle permet l'évaluation de:

- A. Mesures anthropométriques;
- B. La vitesse des segments;
- C. L'agilité;
- D. L'équilibre statique et dynamique;
- E. Le temps de réaction;
- F. La coordination.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES

### A. MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES

#### 1. Mesure du poids



Le poids doit être mesuré alors que la personne porte un minimum de vêtements. L'enfant se tient debout bien droit en regardant devant lui (figure 1). Les pieds sont légèrement écartés de manière à ce que le poids soit distribué également. La lecture est prise à une précision de 0.5 kg.

Figure 1.

#### 2. Mesure de la taille

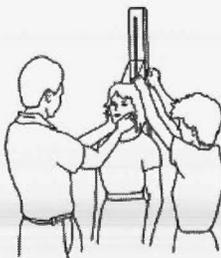


Figure 2.  
Prenez la lecture de la taille directement sous la base du triangle. La précision désirée est de 0.1 cm.

L'enfant se tient debout face à l'évaluateur. La mesure doit être prise sans souliers. À l'aide d'un anthropomètre portable, l'enfant est mesuré debout, le dos et la tête bien centrés directement sur l'appareil (figure 2). Une fois le sujet bien en place, demander à l'enfant de prendre une inspiration maximale tout en étirant le cou vers le haut. La tête est droite et le menton dressé, pointant vers l'avant et parallèle au sol (figure 3). Alors que la personne retient sa respiration, appliquer doucement le triangle sur le sommet de la tête (vertex). Une fois le triangle bien en place, demander à l'enfant de se retirer. M



Figure 3.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES

### B. VITESSE DE SEGMENTS

#### 1. Vitesse de bras

Ce test mesure la vitesse à laquelle l'enfant peut horizontalement faire des mouvements d'abduction et d'adduction avec le bras dominant. Le sujet est assis à une table sur laquelle sont dessinés deux cercles de 20 cm de diamètre qui sont séparés de 60 cm (figure 4). La main non dominante est placée entre les deux cercles et est immobile. Au signal, les doigts de la main dominante doivent frapper le centre du cercle de droite puis immédiatement après, celui de gauche. Le but du test est de réaliser le maximum de touches en 20 secondes. Pour faciliter le décompte, calculer  $1 \text{ cycle} = 2 \text{ touches}$  d'où le nombre de cycles  $\times 2 = \text{résultat final}$ .



Figure 4.

#### 2. Vitesse de jambes

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à fléchir et d'étirer l'articulation de la hanche, le plus rapidement possible. Le sujet se tient debout face à un mur sur lequel est dessiné un carré de  $30 \text{ cm}^2$  placé à 40 cm du sol. Au signal, l'enfant doit fléchir la hanche droite de manière à ce que l'angle cuisse-mollet soit d'environ  $90^\circ$  (figure 5). De cette position, il s'agit alors de frapper du bout du pied, le centre du carré deux fois consécutivement pour ensuite répéter le même geste avec la jambe gauche. Le but du test est de réaliser un maximum de doubles touches en 20 secondes. Encore ici, il est possible de procéder par cycles (  $1 \text{ cycle} = \text{une double touches du pied droit et une double touches du pied gauche}$ ) et de multiplier par 2.



Figure 5

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES

### C. ÉPREUVES D'AGILETÉS

#### 1. Course navette de 5 mètres

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant à changer abruptement et complètement la direction de son corps en mouvement, le plus rapidement possible. Deux lignes parallèles séparées de 5 mètres sont tracées au sol. Au signal, le sujet doit couvrir le plus rapidement possible la distance de 5 mètres, traverser complètement la ligne (les deux pieds), exécuter un virage abrupte de 180° et revenir à la ligne de départ (figure 6). L'enfant doit franchir ainsi une distance de 25 mètres (5 X 5 mètres). Le parcours est chronométré et le temps noté avec une précision de 0.1 seconde.

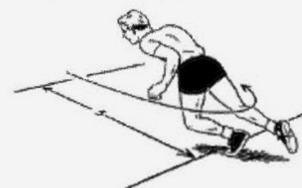


Figure 6.

#### 2. Course en cercle

L'objectif de ce test est de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la direction de son corps en mouvement, de manière continue. Il s'agit d'abord de tracer au sol un cercle de 3.5 mètres de diamètre (un alignement de petits cônes pour délimiter le cercle est préférable). Identifier un point de départ en traçant une ligne au sol (figure 7). Au signal, le sujet doit réaliser le plus rapidement possible, 5 fois consécutivement le tour du cercle (sens horaire). Le résultat consiste à chronométrer le temps total afin de compléter l'épreuve. Une pénalité de 0.5 seconde est imposée chaque fois que l'enfant touche ou traverse la ligne qui délimite le cercle. La précision



Figure 7.

recherchée est 0.1 seconde.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES

### C. ÉPREUVES D'AGILITÉS

#### 3. Course en pas chassés

Ce test consiste à mesurer l'habileté de l'enfant à déplacer son corps en mouvement latéralement, le plus rapidement possible. Il s'agit d'abord de tracer 2 lignes parallèles séparées par 4 mètres de distance. Le sujet prend position les deux pieds derrière la ligne à sa gauche. Au signal, l'enfant doit se déplacer d'une ligne à l'autre en pas chassés et franchir les 4 mètres 5 fois consécutivement pour une distance totale de 20 mètres (figure 8). Aux extrémités, le sujet doit toucher la ligne avec le pied le plus rapproché avant de redémarrer en direction opposée. De plus, les croisements de jambes ne sont pas permis et le corps de l'enfant doit toujours être orienté face à l'évaluateur (placé directement devant le sujet). Le temps est chronométré et inscrit avec une précision de 0.1 seconde.

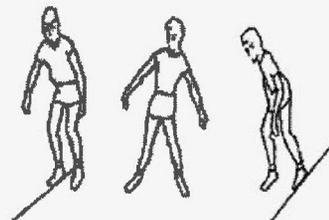


Figure 8.

#### 4. Course en slalom

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à changer la position de son corps en mouvement lorsqu'il court le plus rapidement possible en contournant des obstacles. Il s'agit d'abord d'installer 6 cônes selon la disposition présentée à la figure 23. Ainsi, deux rangées de cônes placées parallèlement sont séparées par une distance de 2 mètres (en largeur). Dans le sens de la longueur du parcours, 2.5 mètres séparent la ligne de départ du premier cône. La distance entre les deux cônes suivants est de 2.0 mètres chacun. Au signal, le sujet doit courir le plus rapidement possible vers sa droite et contourner chacun des obstacles (slalom). Une fois le parcours complété et sans s'arrêter, l'enfant recommence de nouveau (en suivant la trajectoire A) puis termine sa course en franchissant la ligne de départ. Noter le temps chronométré avec une précision de 0.1 seconde.

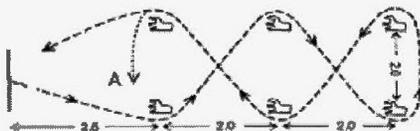


Figure 9.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES

### D. ÉPREUVES D'ÉQUILIBRE

#### 1. Équilibre statique sur une jambe

Le but de cette épreuve est de mesurer l'habileté de l'enfant à maintenir son équilibre en appui sur sa jambe dominante. Le sujet est placé debout sur un rail de bois de 5 cm de hauteur, 2 cm de largeur et 60 cm de longueur. L'évaluateur aide le sujet à maintenir son équilibre en le tenant sous le bras jusqu'au début du test. La tâche consiste à se maintenir en équilibre sur la jambe dominante le plus longtemps possible. Les mains sont placées sur les hanches (figure 10). Le test prend fin lorsque l'enfant touche le sol ou si les mains quittent les hanches. Ce test peut être également réalisé en demandant au sujet de fermer les yeux. Le résultat consiste à chronométrer le temps total durant lequel l'enfant a maintenu son équilibre (maximum 30 secondes). La précision désirée est de 0.1 seconde.



Figure 10.

#### 4. Équilibre statique sur surface instable

Ce test permet de mesurer l'habileté de l'enfant de maintenir son équilibre sur une surface instable. La plateforme mesure 60 cm de largeur par 30 cm de longueur et 2.5 cm d'épaisseur. Au centre et sous la plate-forme est fixé un rail de bois de 30 cm de longueur par 5 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Avec l'aide de l'évaluateur, le sujet doit trouver son point d'équilibre. Une fois le point d'équilibre atteint, l'évaluateur démarre le chronomètre et l'enfant doit maintenir son équilibre le plus longtemps possible (figure 11). Le test prend fin lorsque le sujet ou une des extrémités de la plateforme touchent le sol. La durée maximale du test est de 20 secondes et le temps est noté avec une précision de 0.1 seconde.



Figure 11.

**PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILITÉS MOTRICES****E. ÉPREUVE DE VITESSE DE RÉACTION****1. Temps de réaction simple (ordinateur)**

Ce test mesure la capacité de la personne à réagir rapidement à un signal visuel. À l'aide d'un programme informatique, il s'agit pour le sujet de réagir le plus rapidement possible à l'apparition d'un signal visuel (triangle qui apparaît à l'écran) en appuyant sur la barre d'espacement. Le sujet doit réaliser 50 essais dont le temps de réaction se situe entre 100 et 350 ms. Le résultat est calculé à partir de la moyenne des 50 essais.

Figure 13.

## PROTOCOLE D'ÉVALUATION DES HABILÉTÉS MOTRICES

### F. ÉPREUVES DE COORDINATION ET DE PRÉCISION

#### 1. Coordination mains-pieds

Cette épreuve propose de mesurer l'habileté de l'enfant à mouvoir alternativement et le plus rapidement possible, ses membres supérieurs et inférieurs avec synchronisme. Le test se déroule selon la séquence suivante (figure 4) : 1. Toucher le pied gauche avec la main droite par une flexion de la jambe vers l'avant (A); 2. Même mouvement, pied droit et main gauche (B); 3. Toucher le pied droit avec la main gauche par une flexion de la jambe vers l'arrière (C); 4. Même mouvement, pied gauche et main droite (D). Cette séquence (A à D) représente un cycle. Le résultat consiste à chronométrer le temps requis pour réaliser 4 cycles consécutifs. La précision recherchée est de 0.1 seconde.

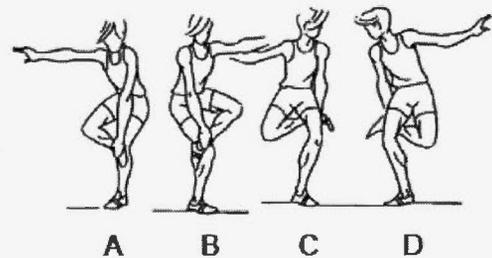


Figure 14.

#### 2. Coordination oeil-main (précision)

Ce test propose de mesurer l'habileté de l'enfant à réaliser un mouvement balistique à partir du bras dominant dans un geste nécessitant une coordination oeil-main lors d'un lancer de précision. Le sujet se place debout derrière une ligne située à 6 mètres d'une cible de 60 cm de diamètre (centre 20 cm de diamètre) et placée à 120 cm du sol. L'enfant doit lancer une balle de tennis vers la cible par un mouvement au dessus de l'épaule (figure 15). L'enfant a droit à 10 essais. Un point est accordé si la cible est atteinte. Un point boni supplémentaire est alloué si le lancer atteint le centre de la cible. Le résultat est le nombre de points accumulé (maximum de 20 points). Ce test est réalisé une fois (10 balles).

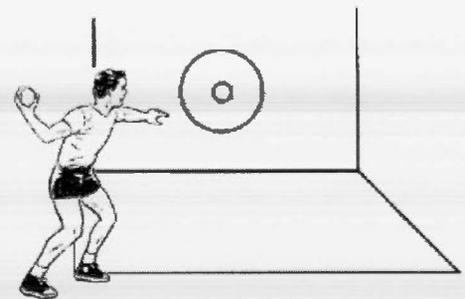


Figure 15.

## ANNEXE 2



Hôpital  
Rivière-des-Prairies

Centre hospitalier de soins psychiatriques



ORIGINAL



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

**Évaluation des déficits de la motricité globale chez les enfants avec le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité avec ou sans le syndrome de Gilles de la Tourette : étude exploratoire**

Claudia Verret, Ph.D., Professeure, département de Kinanthropologie,  
Université du Québec à Montréal

Martin Lemay, Ph.D., Professeur, département de Kinanthropologie,  
Université du Québec à Montréal

Alain Steve Comtois, Ph.D., Professeur, département de Kinanthropologie, Université du Québec à Montréal, Chercheur CRIR-IRGLM et HRDP, Directeur unité de programme de cycles supérieurs

Jacques R.Leroux, Pédiatre, Clinique des troubles de l'attention, Hôpital Rivière-des-Prairies

Raphaël Hart, Ms.C. (en cours), Kinanthropologie, Université du Québec à Montréal

---

Bonjour,

*Votre enfant est invité à participer à un projet de recherche. Il est important de bien lire et comprendre le présent formulaire d'information et de consentement. Il se peut que cette lettre contienne des mots ou des expressions que vous ne compreniez pas ou que vous ayez des questions. Si c'est le cas, n'hésitez pas à nous en faire part.*

*Prenez tout le temps nécessaire pour vous décider.*

### 1. Description du projet

À ce jour, la présence de déficits moteurs est relativement bien démontrée chez les enfants avec le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Le TDAH est aussi communément associé à la présence de tics provenant du syndrome de Gilles de la Tourette.

Il n'existe que peu de données concernant les déficits moteurs pouvant être associés aux enfants avec un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) et le syndrome de Gilles de la Tourette (SGT) concomitants. Cette recherche permettra d'évaluer les déficits moteurs des jeunes avec le TDAH et le SGT et de les comparer aux déficits moteurs déjà connus chez les enfants avec le TDAH.

Compte tenu la nature exploratoire de ce projet, les résultats obtenus nous permettront de mieux décrire le phénomène de concomitance du SGT et du TDAH sur la motricité globale et de par la suite mieux approfondir nos connaissances par le développement de projets de plus grandes envergures.

FIC 18 avril 2012

1

ORIGINAL

## 2. Procédures de l'étude

Si vous acceptez de participer à ce projet, un rendez-vous sera fixé par téléphone afin de mettre à l'horaire une session d'évaluation en fonction de vos disponibilités. Cette session d'évaluation comprend l'évaluation de la performance motrice de votre enfant ainsi que la passation du questionnaire de la sévérité des tics. Cette évaluation sera d'une durée maximale de 60 minutes et se fera au gymnase de l'Hôpital Rivières-des-Prairies.

De plus, nous souhaitons consulter le dossier médical de votre enfant afin d'obtenir la date de naissance, le sexe, le diagnostic ainsi que la médication actuellement prescrite.

## 3. Avantages et bénéfices pour le sujet

Il n'y a aucun avantage direct pouvant découler de votre participation ou de celle de votre enfant. Toutefois, vous aurez contribué à l'avancement des connaissances dans ce domaine.

## 4. Inconvénients et risques

Il n'y a aucun risque pour vous ou votre enfant à participer au présent projet de recherche. L'implication de votre enfant dans ce projet de recherche nécessite toutefois de venir à un rendez-vous d'évaluation complémentaire.

## 5. Modalités prévues en matière de confidentialité

Tous les renseignements recueillis dans le cadre de ce projet de recherche seront traités de façon strictement confidentielle. Seuls l'équipe de recherche y aura accès. Le dossier recherche de votre enfant sera codé de manière à assurer la confidentialité de ses renseignements personnels. Quant aux données nominales permettant d'identifier votre enfant, elles seront conservées à part, sous clef au laboratoire d'évaluation en kinésiologie (porte E3.192) et seul l'équipe de recherche y aura accès. L'original du formulaire d'information et de consentement sera conservé au dossier de recherche et une copie vous sera remise. Les données de recherche seront conservées pendant une période de 7 ans, au terme de laquelle elles seront détruites.

À des fins de surveillance ou de contrôle de la recherche, il est possible que l'équipe de recherche doive permettre l'accès à votre dossier de recherche au Comité d'éthique de la recherche de L'HRDP. Le Comité adhère à une politique de stricte confidentialité.

Vous pouvez, en tout temps, demander à l'équipe de recherche de consulter votre dossier de recherche pour vérifier les renseignements que vous avez donnés et les faire rectifier au besoin et ce, aussi longtemps que le chercheur responsable du projet ou l'établissement détiennent ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique du projet, il est possible que vous n'ayez accès à certaines de ces informations qu'une fois votre participation à la recherche terminée.

La communication des résultats de la recherche, que ce soit dans le rapport écrit ou verbal, portera sur des tendances de groupes (par exemple, des moyennes) et en aucun moment ne portera sur des participants en particulier. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme de communications scientifiques, articles scientifiques, mémoires de maîtrise ou de thèses de doctorat, ne permettront pas d'identifier les participants.

## ORIGINAL

Clause d'utilisation secondaire des données s'il y a lieu : Avec votre permission, il se peut que les renseignements que vous fournirez soient utilisés, avant la date prévue de destruction, dans le cadre de quelques projets de recherche qui porteront sur les différentes facettes du thème pour lequel vous êtes approché aujourd'hui. Ces projets éventuels seront sous la responsabilité des chercheurs principaux et seront autorisés par le Comité d'éthique de la recherche de l'HRDP. L'équipe de recherche s'engage à maintenir et à protéger la confidentialité de vos données aux mêmes conditions que pour le présent projet.

### 6. Diffusion des résultats de la recherche

Les résultats du projet seront diffusés en tant que données générales pour l'ensemble des participants. Cela signifie que vous ne pourrez pas obtenir vos résultats individuels. Si vous souhaitez obtenir un résumé écrit des résultats généraux de la recherche, veuillez indiquer une adresse (courriel ou postale) où nous pourrions vous le faire parvenir : \_\_\_\_\_

### 7. Compensation financière pour la participation à la recherche

Aucune compensation financière n'est prévue.

### 8. Responsabilités en cas de préjudices

S'il survenait un incident dû à votre participation à cette recherche, vous pourrez faire valoir tous les recours légaux garantis par les lois en vigueur au Québec, sans que cela n'affecte en rien les soins qui vous seraient autrement prodigués ni vos relations avec l'équipe traitante. En signant ce formulaire d'information et de consentement, vous ne renoncez à aucun de vos droits et ne libérez ni les chercheurs, ni l'établissement de leur responsabilité civile et professionnelle.

### 9. Liberté de participation et de retrait

La participation à ce projet de recherche est tout à fait volontaire. Vous êtes donc libre d'accepter ou de refuser d'y participer. Vous êtes aussi libre de vous en retirer à tout moment sans avoir à le motiver. Advenant un retrait de votre enfant du projet de recherche, toutes les données le concernant seront détruites.

Vous pouvez faire valoir tous les recours légaux garantis par les lois en vigueur au Québec, sans que cela affecte en rien les soins qui seraient autrement prodigués à votre enfant. Toutes nouvelles connaissances acquises durant le déroulement de l'étude qui pourraient affecter votre décision d'y participer vous sera communiquées dans les plus brefs délais.

### 10. Nom des personnes-ressources

Si vous désirez de plus amples renseignements au sujet de ce projet de recherche ou si vous voulez nous aviser de votre retrait, vous pourrez toujours contacter la responsable de la recherche, Mme Claudia Verret, Ph.D., au 514-987-3000 poste 7033.

ORIGINAL

Si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, ou si vous avez des questions concernant vos droits en tant que participant à une recherche, vous pouvez communiquer avec la commissaire aux plaintes et à la qualité des services de l'Hôpital Rivière-des-Prairies, Mme Hélène Bousquet, au (514) 323-7260 poste 2154.

#### 11. Consentement

J'ai lu et compris le contenu du présent formulaire pour le projet qui requiert la participation de mon enfant. Je certifie qu'on me l'a expliqué verbalement. J'ai eu l'occasion de poser toutes mes questions et on y a répondu à ma satisfaction. Je sais que mon enfant est libre de participer au projet et qu'il demeure libre de s'en retirer en tout temps, par avis verbal, sans que cela n'affecte la qualité des traitements, des soins futurs et des rapports avec son médecin ou le centre hospitalier. Je demeure aussi libre de l'en retirer à tout moment aux mêmes conditions.

Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision. Je certifie que le projet a été expliqué à mon enfant dans la mesure du possible et qu'il accepte d'y participer sans contrainte ou pression de qui que ce soit. Je comprends que je recevrai une copie du présent formulaire. Je consens à ce que mon enfant participe à ce projet.

\_\_\_\_\_  
Nom du participant mineur

\_\_\_\_\_  
Nom du représentant légal

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

#### Accord écrit du participant mineur

\_\_\_\_\_  
Nom du participant

\_\_\_\_\_  
Signature du participant

\_\_\_\_\_  
Date

Accord verbal de l'enfant incapable de signer mais capable de comprendre la nature de la participation au projet

Oui ( ) Non ( )

#### 12. Utilisation secondaire des données

En cas d'utilisation secondaire des données: *J'accepte que les renseignements que mon enfant fournit soient utilisés dans le cadre de projets de recherche ultérieurs visant à approfondir nos connaissances quant au sujet de recherche actuel ou autre sujets connexes.*

Oui ( ) Non ( )

\_\_\_\_\_  
Nom du représentant légal

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

ORIGINAL

**13. Engagement du chercheur**

Je certifie qu'un membre de l'équipe de recherche ou moi-même avons bien expliqué au signataire les termes du présent formulaire d'information et de consentement, avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard, lui avoir clairement indiqué la possibilité de se retirer du projet à tout moment sans encourir de préjudice et que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement.

\_\_\_\_\_  
 Nom du chercheur en majuscules      Signature du chercheur      Date

Si la personne qui explique la recherche au sujet et qui obtient le consentement n'est pas le chercheur, cette personne doit aussi signer le formulaire de consentement.

\_\_\_\_\_  
 Nom de la personne désignée pour expliquer la recherche et obtenir le consentement      Signature      Fonction  
 \_\_\_\_\_  
 Date

**14. Informations de type administratif**

Le présent formulaire est signé en deux exemplaires. Un exemplaire est remis aux parents et un exemplaire est conservé sous clé dans un classeur dans le laboratoire d'évaluation en kinésiologie (porte E3.192) de l'hôpital Rivière-des-Prairies. Le projet de recherche est approuvé par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Rivières-des-Prairies et ce comité en assure le suivi.

Comité d'éthique de la recherche  
 Hôpital Rivière-des-Prairies  
 Projet accepté le: 07/05/2012  
 Signature: [Signature] pour Delphine Roigt

## RÉFÉRENCES

- Albaret, J. M., & De Castelneau, P. (2005). Démarches diagnostiques pour le Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC). *Le Trouble de l'Acquisition de la Coordination. Evaluation et rééducation de la maladresse chez l'enfant*, 29-85.
- Alexander, G. E., DeLong, M. R., & Strick, P. L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual review of neuroscience*, 9(1), 357-381.
- American Psychiatric Association (Ed.). (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV-TR®*. American Psychiatric Pub.
- Amor, L. B., Grizenko, N., Schwartz, G., Lageix, P., Baron, C., Ter-Stepanian, M., ... & Joobar, R. (2005). Perinatal complications in children with attention-deficit hyperactivity disorder and their unaffected siblings. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 30(2), 120.
- Arnold, L. E., Abikoff, H. B., Cantwell, D. P., Conners, C. K., Elliott, G. R., Greenhill, L. L., ... & Wells, K. C. (1997). NIMH collaborative multimodal treatment study of children with ADHD (MTA): Design, methodology, and protocol evolution. *Journal of Attention Disorders*, 2(3), 141-158.
- Aylward, E. H., Anderson, N. B., Bylsma, F. W., Wagster, M. V., Barta, P. E., Sherr, M., ... & Ross, C. A. (1998). Frontal lobe volume in patients with Huntington's disease. *Neurology*, 50(1), 252-258.
- Ayres, A. J. (1972). Sensory integration and learning disabilities. *Western Psychological Services. Los Angeles*.
- Azrin, N. H., & Peterson, A. L. (1988). Habit reversal for the treatment of Tourette syndrome. *Behaviour Research and Therapy*, 26(4), 347-351.
- Banaschewski, T., Neale, B. M., Rothenberger, A., & Roessner, V. (2007). Comorbidity of tic disorders & ADHD. *European child & adolescent psychiatry*, 16(9), 5-14.
- Barkley, R. A., McMurray, M. B., Edelbrock, C. S., & Robbins, K. (1990). Side effects of metylphenidate in children with attention deficit hyperactivity disorder: a systemic, placebo-controlled evaluation. *Pediatrics*, 86(2), 184-192.

- Barkley, R. A. (1997). Attention-deficit Hyperactivity Disorder and the Nature of Self-control. Guilford Press.
- Barkley, R.A. (2006). Attention-deficit hyperactivity disorder : A handbook for diagnosis and treatment. Third edition. The Guilford Press, New York.
- Barrow, H. M., & McGee, R. (1979). *A practical approach to measurement in physical education*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Beery, K. E., & Buktenica, N. A. (1989). *The VMI developmental test of visual-motor integration*. Modern Curriculum Press.
- Bernard, B. A., Stebbins, G. T., Siegel, S., Schultz, T. M., Hays, C., Morrissey, M. J., ... & Goetz, C. G. (2009). Determinants of quality of life in children with Gilles de la Tourette syndrome. *Movement Disorders*, 24(7), 1070-1073.
- Biederman, J., Newcorn, J., & Sprich, S. (1991). Comorbidity of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Am J Psychiatry*, 148(5).
- Bloch, M. H., Leckman, J. F., Zhu, H., & Peterson, B. S. (2005). Caudate volumes in childhood predict symptom severity in adults with Tourette syndrome. *Neurology*, 65(8), 1253-1258.
- Bloch, M. H., Peterson, B. S., Scahill, L., Otko, J., Katsovich, L., Zhang, H., & Leckman, J. F. (2006). Adulthood outcome of tic and obsessive-compulsive symptom severity in children with Tourette syndrome. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 160(1), 65.
- Bouffard, M., Watkinson, E. J., Thompson, L. P., Causgrove Dunn, J., & Romanow, S. K. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *APAQ*, 13(1).
- Bruininks, R. H. (1978). *Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency: Examiner's manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Buderath, P., Gärtner, K., Frings, M., Christiansen, H., Schoch, B., Konczak, J., ... & Timmann, D. (2009). Postural and gait performance in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Gait & posture*, 29(2), 249-254.
- Buitelaar, J. K. (2002). *Epidemiological aspects: What have we learned over the last decade* (pp. 30-63). Sandberg, S (Hg.): Hyperactivity and attention disorders of childhood. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Buse, J., August, J., Bock, N., Doerfel, D., Rothenberger, A., & Roessner, V. (2012). Fine motor skills and interhemispheric transfer in treatment-naive male children with Tourette syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(7), 629-635.

- Bush, G., Valera, E. M., & Seidman, L. J. (2005). Functional neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and suggested future directions. *Biological psychiatry*, 57(11), 1273-1284.
- Cairney, J., Hay, J. A., Faught, B. E., Léger, L., & Mathers, B. (2008). Generalized self-efficacy and performance on the 20-metre shuttle run in children. *American Journal of Human Biology*, 20(2), 132-138.
- Caron, C., & Rutter, M. (1991). Comorbidity in child psychopathology: Concepts, issues and research strategies. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 32(7), 1063-1080.
- Chang, S., Himle, M. B., Tucker, B. T., Woods, D. W., & Piacentini, J. (2009). Initial psychometric properties of a brief parent-report instrument for assessing tic severity in children with chronic tic disorders. *Child & Family Behavior Therapy*, 31(3), 181-191.
- Chevalier, N., Guay, M. C., & Achim, A. (Eds.). (2006). Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité: Soigner, éduquer, surtout valoriser. PUQ.
- Church, A. J., Dale, R. C., Lees, A. J., Giovannoni, G., & Robertson, M. M. (2003). Tourette's syndrome: a cross sectional study to examine the PANDAS hypothesis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(5), 602-607.
- Cohen, D. J., Bruun, R. D. E., & Leckman, J. F. (1988). *Tourette's syndrome and tic disorders: Clinical understanding and treatment*. John Wiley & Sons.
- Cohen, D. J. (1999). Tourette's syndrome--tics, obsessions, compulsions: developmental psychopathology and clinical care. John Wiley & Sons.
- Comings, D. E. (1990). *Tourette syndrome and human behavior*. Hope Press.
- Como, P. G. (2001). Neuropsychological function in Tourette syndrome. *Advances in neurology*, 85, 103.
- Conners, C. K., Epstein, J. N., March, J. S., Angold, A., Wells, K. C., Klaric, J., ... & Wigal, T. (2001). Multimodal treatment of ADHD in the MTA: an alternative outcome analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(2), 159-167.
- Cormier, E. (2008). Attention deficit/hyperactivity disorder: a review and update. *Journal of pediatric nursing*, 23(5), 345-357.
- Curatolo, P., Paloscia, C., D'Agati, E., Moavero, R., & Pasini, A. (2009). The neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *European journal of paediatric neurology*, 13(4), 299-304.

- Curatolo, P., D'Agati, E., & Moavero, R. (2010). The neurobiological basis of ADHD. *Ital J Pediatr*, 36(1), 79.
- Denckla, M. B. (1984). Revised neurological examination for subtle signs (1985). *Psychopharmacology bulletin*, 21(4), 773-800.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, 71(1), 44-56.
- Díaz-Anzaldúa, A., Rivière, J. B., Dubé, M. P., Joobar, R., Saint-Onge, J., Dion, Y., ... & Rouleau, G. A. (2005). Chromosome 11-q24 region in Tourette syndrome: Association and linkage disequilibrium study in the French Canadian population. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 138(3), 225-228. Dion, Y., Annable, L., Sandor, P., & Chouinard, G. (2002). Risperidone in the treatment of Tourette syndrome: a double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of clinical psychopharmacology*, 22(1), 31-39.
- Du, J. C., Chiu, T. F., Lee, K. M., Wu, H. L., Yang, Y. C., Hsu, S. Y., ... & Leckman, J. F. (2010). Tourette syndrome in children: an updated review. *Pediatrics & Neonatology*, 51(5), 255-264.
- Dulcan, M. (1997). Practice parameters for the assessment and treatment of children, adolescents, and adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(10 Suppl), 85S.
- Eaves, L. J., Silberg, J. L., Meyer, J. M., Maes, H. H., Simonoff, E., Pickles, A., ... & Hewitt, J. K. (1997). Genetics and developmental psychopathology: 2. The main effects of genes and environment on behavioral problems in the Virginia Twin Study of Adolescent Behavioral Development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 38(8), 965-980.
- Efron, D., Jarman, F., & Barker, M. (1997). Side effects of methylphenidate and dexamphetamine in children with attention deficit hyperactivity disorder: a double-blind, crossover trial. *Pediatrics*, 100(4), 662-666.
- Faraone, S. V., & Biederman, J. (1998). Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 44(10), 951-958.
- Faraone, S. V., & Doyle, A. E. (2001). The nature and heritability of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*.
- Fleishman, E. A. (1964). The structure and measurement of physical fitness.

- Fransen, J., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6–12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *Journal of sports sciences*, 30(4), 379-386.
- Freeman, R. D., Fast, D. K., Burd, L., Kerbeshian, J., Robertson, M. M., & Sandor, P. (2000). An international perspective on Tourette syndrome: selected findings from 3500 individuals in 22 countries. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(7), 436-447.
- Gatzke-Kopp, L. M., & Beauchaine, T. P. (2007). Direct and passive prenatal nicotine exposure and the development of externalizing psychopathology. *Child psychiatry and human development*, 38(4), 255-269.
- Georgiou, N., Bradshaw, J. L., Phillips, J. G., Bradshaw, J. A., & Chiu, E. (1995). Advance information and movement sequencing in Gilles de la Tourette's syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 58(2), 184-191.
- Harvey, W. J., & Reid, G. (2003). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Review of Research on Movement Skill Performance and Physical Fitness. *Adapted Physical Activity Quarterly*.
- Harvey, W. J., Reid, G., Grizenko, N., Mbekou, V., Ter-Stepanian, M., & Joobar, R. (2007). Fundamental movement skills and children with attention-deficit hyperactivity disorder: Peer comparisons and stimulant effects. *Journal of abnormal child psychology*, 35(5), 871-882.
- Harvey, W. J., & Reid, G. (1997). Motor performance of children with attention-deficit hyperactivity disorder: A preliminary investigation. *Adapted physical activity quarterly*.
- Hassan, D. M., & Azzam, H. (2012). Sensory integration in attention deficit hyperactivity disorder: Implications to postural control. *Contemporary trends in ADHD research*, 1-12.
- Henderson, S.E. & Sugden, D.A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. London : The Psychological Corporation.
- Himle, M. B., & Woods, D. W. (2005). An experimental evaluation of tic suppression and the tic rebound effect. *Behaviour Research And Therapy*, 43(11), 1443-1451.
- Hinshaw, S. P., Owens, E. B., Wells, K. C., Kraemer, H. C., Abikoff, H. B., Arnold, L. E., ... & Wigal, T. (2000). Family processes and treatment outcome in the MTA: Negative/ineffective parenting practices in relation to multimodal treatment. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28(6), 555-568.

- Hyde, T. M., Stacey, M. E., Coppola, R., Handel, S. F., Rickler, K. C., & Weinberger, D. R. (1995). Cerebral morphometric abnormalities in Tourette's syndrome A quantitative MRI study of monozygotic twins. *Neurology*, 45(6), 1176-1182.
- Jankovic, J., & Kurlan, R. (2011). Tourette syndrome: evolving concepts. *Movement Disorders*, 26(6), 1149-1156.
- Jensen, P. S., Hinshaw, S. P., Kraemer, H. C., Lenora, N., Newcorn, J. H., Abikoff, H. B., ... & Vitiello, B. (2001). ADHD comorbidity findings from the MTA study: comparing comorbid subgroups. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(2), 147-158.
- Kaplan, H. I., Sadock, B. J., & Grebb, J. A. (1994). Attention-deficit disorders. *Kaplan and Sadock's Synopsis of Psychiatry*, 1063-1068.
- Kendi, A. K., Lehericy, S., Luciana, M., Ugurbil, K., & Tuite, P. (2008). Altered diffusion in the frontal lobe in Parkinson disease. *American Journal of Neuroradiology*, 29(3), 501-505.
- Kirkman, N. J., Libbey, J. E., Sweeten, T. L., Coon, H. H., Miller, J. N., Stevenson, E. K., ... & Fujinami, R. S. (2008). How relevant are GFAP autoantibodies in autism and Tourette syndrome?. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(2), 333-341.
- Kurlan, R. (1998). Tourette's syndrome and 'PANDAS' Will the relation bear out?. *Neurology*, 50(6), 1530-1534.
- Leckman, J. F., Riddle, M. A., Hardin, M. T., Ort, S. I., Swartz, K. L., Stevenson, J. O. H. N., & Cohen, D. J. (1989). The Yale Global Tic Severity Scale: initial testing of a clinician-rated scale of tic severity. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 28(4), 566-573.
- Leckman, J. F. (2003). Phenomenology of tics and natural history of tic disorders. *Brain and Development*, 25, S24-S28.
- Lemay, M., Termoz, N., Lesperance, P., Chouinard, S., Rouleau, G. A., & Richer, F. (2007). Postural control anomalies in children with Tourette syndrome. *Experimental brain research*, 179(3), 525-530.
- Lemay, M., Lê, T. T., & Richer, F. (2010). Effects of a secondary task on postural control in children with Tourette syndrome. *Gait & posture*, 31(3), 326-330.
- Lussier, F., & Flessas, J. (2001). Syndromes frontaux. *Neuropsychologie de l'enfant, troubles développementaux et de l'apprentissage*. Paris: Dunod, 307-58.

- Magalhaes, L. C., Koomar, J. A., & Cermak, S. A. (1989). Bilateral motor coordination in 5-to 9-year-old children: A pilot study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 43(7), 437-443.
- Martin, N., Scourfield, J., & McGUFFIN, P. E. T. E. R. (2002). Observer effects and heritability of childhood attention-deficit hyperactivity disorder symptoms. *The British Journal of Psychiatry*, 180(3), 260-265.
- Meidinger, A. L., Miltenberger, R. G., Himle, M., Omgig, M., Trainor, C., & Crosby, R. (2005). An investigation of tic suppression and the rebound effect in Tourette's disorder. *Behavior modification*, 29(5), 716-745.
- Moriarty, J. O. H. N., Costa, D. C., Schmitz, B., Trimble, M. R., Ell, P. J., & Robertson, M. M. (1995). Brain perfusion abnormalities in Gilles de la Tourette's syndrome. *The British Journal of Psychiatry*, 167(2), 249-254.
- MTA Cooperative Group. (1999). Multimodal Treatment Study of Children with ADHD. A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*, 56(12), 1073-86.
- MTA Cooperative Group. (2004). The NIMH MTA follow-up: 24-month outcomes of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Pediatrics*, 113, 754-761.
- Neuman, R. J., Sitdhiraksa, N., Reich, W., Ji, T. H., Joyner, C. A., Sun, L. W., & Todd, R. D. (2005). Estimation of prevalence of DSM-IV and latent class-defined ADHD subtypes in a population-based sample of child and adolescent twins. *Twin Research and Human Genetics*, 8(4), 392-401.
- Nigg, J. T. (2006). *What causes ADHD?: Understanding what goes wrong and why*. Guilford Press.
- Nowak, D. A., Rothwell, J., Topka, H., Robertson, M. M., & Orth, M. (2005). Grip force behavior in Gilles de la Tourette syndrome. *Movement disorders*, 20(2), 217-223.
- O'Connor, K. P., Brault, M., Robillard, S., Loisel, J., Borgeat, F., & Stip, E. (2001). Evaluation of a cognitive-behavioural program for the management of chronic tic and habit disorders. *Behaviour research and therapy*, 39(6), 667-681.
- O'Connor, K. (2002). A cognitive-behavioral/psychophysiological model of tic disorders. *Behaviour research and therapy*, 40(10), 1113-1142.
- O'Connor, K. (2005). *Cognitive-behavioral management of tic disorders*. John Wiley & Sons.

- O'Connor, K. P., Laverdure, A., Taillon, A., Stip, E., Borgeat, F., & Lavoie, M. (2009). Cognitive behavioral management of Tourette's syndrome and chronic tic disorder in medicated and unmedicated samples. *Behaviour research and therapy*, 47(12), 1090-1095.
- Paschou, P., Feng, Y., Pakstis, A. J., Speed, W. C., DeMille, M. M., Kidd, J. R., ... & Kidd, K. K. (2004). Indications of linkage and association of Gilles de la Tourette syndrome in two independent family samples: 17q25 is a putative susceptibility region. *The American Journal of Human Genetics*, 75(4), 545-560.
- Peterson, B. S., Leckman, J. F., Arnsten, A., Anderson, G., Staib, L. H., Gore, J. C., ... & Cohen, D. J. (1999). Neuroanatomical circuitry. *Tourette Syndrome: Tics, obsessions, Compulsions*. New York. Wiley & Sons, 230-60.
- Peterson, B. S., Thomas, P., Kane, M. J., Scahill, L., Zhang, H., Bronen, R., ... & Staib, L. (2003). Basal ganglia volumes in patients with Gilles de la Tourette syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 60(4), 415.
- Piek, J. P., Pitcher, T. M., & Hay, D. A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental medicine & child neurology*, 41(3), 159-165.
- Piek, J. P., Baynam, G. B., & Barrett, N. C. (2006). The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human Movement Science*, 25(1), 65-75.
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human movement science*, 27(5), 668-681.
- Pitcher, T. M., Piek, J. P., & Hay, D. A. (2003). Fine and gross motor ability in males with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45(8), 525-535.
- Randolph, C., Hyde, T. M., Gold, J. M., Goldberg, T. E., & Weinberger, D. R. (1993). Tourette's syndrome in monozygotic twins: relationship of tic severity to neuropsychological function. *Archives of Neurology*, 50(7), 725.
- Rasmussen, P., & Gillberg, C. (2000). Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: a controlled, longitudinal, community-based study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(11), 1424-1431.
- Robertson, M. M. (2000). Tourette syndrome, associated conditions and the complexities of treatment. *Brain*, 123(3), 425-462.

- Robertson, M. M. (2003). Diagnosing Tourette syndrome: is it a common disorder?. *Journal of psychosomatic research*, 55(1), 3-6.
- Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R. J., Collazo-Clavell, M. L., Korinek, J., ... & Lopez-Jimenez, F. (2008). Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International Journal of Obesity*, 32(6), 959-966.
- Seidman, L. J. (2006). Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clinical psychology review*, 26(4), 466-485.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). Motor control and learning: A behavioral emphasis. *Human Kinetics*, Fifth Edition.
- Schuerholz, L. J., Cutting, L., Mazzocco, M. M., Singer, H. S., & Denckla, M. B. (1997). Neuromotor functioning in children with Tourette syndrome with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of child neurology*, 12(7), 438-442.
- Schultz, R. T., Carter, A. S., Gladstone, M., Scahill, L., Leckman, J. F., Peterson, B. S., ... & Pauls, D. (1998). Visual-motor integration functioning in children with Tourette syndrome. *Neuropsychology*, 12(1), 134.
- Sheppard, D. M., Bradshaw, J. L., Purcell, R., & Pantelis, C. (1999). Tourette's and comorbid syndromes: obsessive compulsive and attention deficit hyperactivity disorder. A common etiology?. *Clinical Psychology Review*, 19(5), 531-552.
- Shum, S., & Pang, M. Y. (2009). Children with attention deficit hyperactivity disorder have impaired balance function: involvement of somatosensory, visual, and vestibular systems. *The Journal of pediatrics*, 155(2), 245-249.
- Silva, R. R., Munoz, D. M., Barickman, J., & Friedhoff, A. J. (1995). Environmental factors and related fluctuation of symptoms in children and adolescents with Tourette's disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(2), 305-312.
- Spencer, T. J., Biederman, J., Wilens, T. E., & Faraone, S. V. (2002). Overview and neurobiology of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 63, 3-9.
- Spencer, T. J., Biederman, J., & Mick, E. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: diagnosis, lifespan, comorbidities, and neurobiology. *Ambulatory Pediatrics*, 7(1), 73-81.
- Sprung, J., Flick, R. P., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Barbaresi, W. J., Bojanić, K., ... & Warner, D. O. (2012, February). Attention-

deficit/hyperactivity disorder after early exposure to procedures requiring general anesthesia. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 87, No. 2, pp. 120-129). Elsevier.

- Strand, B. N., & Wilson, R. (1993). *Assessing sport skills*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sukhodolsky, D. G., Scahill, L., Zhang, H., Peterson, B. S., King, R. A., Lombroso, P. J., ... & Leckman, J. F. (2003). Disruptive behavior in children with Tourette's syndrome: association with ADHD comorbidity, tic severity, and functional impairment. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42(1), 98-105.
- Sukhodolsky, D. G., do Rosario-Campos, M. C., Scahill, L., Katsovich, L., Pauls, D. L., Peterson, B. S., ... & Leckman, J. F. (2005). Adaptive, emotional, and family functioning of children with obsessive-compulsive disorder and comorbid attention deficit hyperactivity disorder. *The American journal of psychiatry*, 162(6), 1125.
- Sukhodolsky, D. G., Landeros-Weisenberger, A., Scahill, L., Leckman, J. F., & Schultz, R. T. (2010). Neuropsychological functioning in children with Tourette syndrome with and without attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of child & adolescent psychiatry*, 49(11), 1155-1164.
- Swanson, J. M., Kraemer, H. C., Hinshaw, S. P., Arnold, L. E., Conners, C. K., Abikoff, H. B., ... & Wu, M. (2001). Clinical relevance of the primary findings of the MTA: success rates based on severity of ADHD and ODD symptoms at the end of treatment. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(2), 168-179.
- Swedo, S. E., Leonard, H. L., Garvey, M., Mittleman, B., Allen, A. J., Perlmutter, S., ... & Lougee, L. (1998). Pediatric autoimmune neuropsychiatric disorders associated with streptococcal infections: clinical description of the first 50 cases. *American Journal of Psychiatry*, 155(2), 264-271.
- Tamm, L., Menon, V., Ringel, J., & Reiss, A. L. (2004). Event-related fMRI evidence of frontotemporal involvement in aberrant response inhibition and task switching in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 43(11), 1430-1440.
- Tiffin, J. (1948). Purdue pegboard test. *Chicago: Science Research*, 194.
- Tseng, M. H., Henderson, A., Chow, S. M., & Yao, G. (2004). Relationship between motor proficiency, attention, impulse, and activity in children with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(6), 381-388.
- Ulrich, D. A. (1985). TGMD, Test of Gross Motor Development. PRO-ED.

- Ulrich, D. A. (2000). Test of gross motor development-2. *Austin: Prod-Ed.*
- Vaidya, C. J., Austin, G., Kirkorian, G., Ridlehuber, H. W., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (1998). Selective effects of methylphenidate in attention deficit hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(24), 14494-14499.
- Valera, E. M., Faraone, S. V., Murray, K. E., & Seidman, L. J. (2007). Meta-analysis of structural imaging findings in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 61(12), 1361-1369.
- Verret, C., Gardiner, P., & Beliveau, L. (2010). Fitness Level and Gross Motor Performance of Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 27(4), 337-351.
- Visser, J. E., & Bloem, B. R. (2005). Role of the basal ganglia in balance control. *Neural plasticity*, 12(2-3), 161-174.
- Wall, A. E. (2004). The Developmental Skill-Learning Gap Hypothesis: Implications for Children With Movement Difficulties. *Adapted physical activity quarterly*.
- Whitmorit, S., & Clark, C. (1996). Kinaesthetic acuity and fine motor skills in children with attention deficit hyperactivity disorder: a preliminary report. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38(12), 1091-1098.
- Wilens, T. E. (2006). Mechanism of action of agents used in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67, 32.
- Williams, H. G. (1983). *Perceptual and motor development* (pp. 225-230). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Woods, D. W., Woods, D., & Miltenberger, R. G. (Eds.). (2006). Tic disorders, trichotillomania, and other repetitive behavior disorders: Behavioral approaches to analysis and treatment. Springer.
- Woods, D. W., Piacentini, J., Chang, S., Deckersbach, T., Ginsburg, G., Peterson, A., ... & Wilhelm, S. (2008). Managing Tourette Syndrome: A Behavioral Intervention for Children and Adults Therapist Guide: A Behavioral Intervention for Children and Adults Therapist Guide. Oxford University Press.
- Wassenberg, R., Feron, F. J., Kessels, A. G., Hendriksen, J. G., Kalff, A. C., Kroes, M., ... & Vles, J. S. (2005). Relation Between Cognitive and Motor Performance in 5-to 6-Year-Old Children: Results From a Large-Scale Cross Sectional Study. *Child development*, 76(5), 1092-1103.

Zhang, X., Yu, L. S., & Wang, Y. F. (2007). Development of vestibular system in children with/without attention deficit hyperactivity disorder]. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban= Journal of Peking University. Health sciences*, 39(3), 271.