

Sujet de thèse 2024-2027

Autisme et motricité : vers de nouveaux critères diagnostiques et de nouvelles prises en charge

Mots clefs

Trouble du Spectre Autistique, Motricité, Biomécanique, Coordination, Analyse du mouvement, Approche expérimentale, Activité Physique Adaptée.

Encadrants

Fradet Laetitia – Maître de conférences HDR, Institut Pprime UPR 3346, équipe RoBioSS.

Bidet-Ildei Christel – Professeur des Universités, CeRCA UMR 7295.

Contexte

Le Trouble du Spectre Autistique (TSA) est une pathologie psychiatrique neurodéveloppementale dont les premiers signes apparaissent dès l'enfance, avant l'âge de trois ans, et persistent tout au long de la vie.

Selon la Classification Internationale, 1 enfant sur 110 est atteint et cette prévalence importante ne cesse d'augmenter [1]. De ce fait, le TSA est devenu un enjeu majeur de santé publique et sociétale comme l'atteste la nouvelle stratégie nationale "Autisme et Troubles du Développement 2023-2027" définies par l'État français. Les principales caractéristiques du TSA comprennent des déficits persistants dans la communication et l'interaction sociale et des modes de comportement restreints et répétitifs [2].

Décrits par Kanner puis Asperger dans les années 1940 [3], l'étiologie du TSA reste encore méconnue en raison de la complexité de sa physiopathologie. Ainsi, l'établissement d'un diagnostic peut prendre plusieurs années. L'évaluation des différents symptômes reste en effet encore imprécise, ce qui complique fortement la prise en charge précoce de ces troubles. La recherche clinique et fondamentale ayant considérablement évolué depuis les années 1970-1980, l'augmentation des études portant sur le TSA ont tout de même permis des avancées majeures dans la compréhension de l'autisme [4].

Dès les premières études, des comportements moteurs altérés ont été rapportés chez les enfants présentant un TSA [3]. Si ces comportements moteurs altérés ont bien été documentés dans divers modèles animaux génétiques et environnementaux de TSA et ce dans des conditions cliniques, avec des variations liées au contexte de la maladie et au sexe [5], peu d'études ont permis de quantifier exhaustivement et objectivement ces troubles moteurs chez l'humain et notamment chez les enfants.

Ainsi, certaines études ont utilisé des batteries de tests normalisés évaluant les capacités motrices générales [6,7]. Seulement, ces batteries se révèlent insuffisantes pour déterminer l'origine des dysfonctions. D'autres études s'intéressant à une fonction motrice spécifique ont signalé des troubles de la marche, de l'équilibre et de la motricité fine ([8]). Ces études ont réussi à mieux isoler des composantes de la fonction motrice fine qui sont altérées dans le TSA en évaluant les personnes à l'aide de tâches motrices utilisées en neurosciences, comme la tâche de Fitts [9], des tests de préhension [10], de dessin [11] ou de transport d'objet [12]. En analysant la cinématique et les mesures de force, les auteurs ont ainsi rapporté des anomalies du contrôle moteur, en particulier lors de l'initiation du mouvement, du contrôle en ligne et de la production d'actions séquentielles.

Du point de vue de la motricité globale, la littérature montre une diminution des capacités posturales des enfants autistes comparés à des enfants au développement normal [13]. Ces diminutions de capacités posturales pourraient être associées à des déficits sensoriels, notamment visuels et proprioceptifs [14]. De manière intéressante, ces déficits posturaux seraient plus marqués en condition de double-tâche [15], en particulier lorsque la double-tâche implique le traitement d'expressions faciales émotionnelles [16]. Ces résultats suggèrent donc un lien entre des troubles cognitifs et des dysfonctionnements moteurs chez les personnes atteintes de TSA.

Cependant, ce type d'études reste moins nombreuses chez les enfants. De plus, à notre connaissance, aucune recherche n'a « cartographié » chez une même personne atteinte de TSA, les différentes anomalies de la fonction motrice ni établi la relation entre les troubles de la motricité globale, troubles de la motricité fine et

difficultés sociales. Il apparaît donc aujourd'hui nécessaire d'améliorer nos connaissances sur les dysfonctionnements moteurs chez les personnes atteintes de TSA et d'établir leur lien avec les symptômes socio-cognitifs.

Certains auteurs considèrent que ces difficultés motrices contribuent à une moins bonne condition physique notamment cardiorespiratoire [17] et limiteraient l'implication des personnes atteintes de TSA dans la pratique d'activité physique [18]. Non seulement cela aurait pour conséquence de favoriser l'isolement social [19] mais le manque d'activité physique expliquerait également la plus grande prévalence de maladies chroniques chez les personnes atteintes de TSA [20]. Il semble donc également important d'améliorer nos connaissances sur les interventions en activité physique et motricité permettant à la fois de réduire les déficits moteurs et de favoriser la pratique d'activité physique chez les enfants TSA.

L'ensemble de ces études mettent donc en évidence l'importance des capacités motrices chez les personnes atteintes de TSA. Deux axes de recherche sont à explorer dans ce contexte : l'identification des troubles moteurs des enfants atteints de TSA en clinique ; des propositions de prises en charge et d'activités physiques adaptées en fonction du profil moteur de l'enfant.

Objectifs de la thèse

Ce projet se focalise donc sur la motricité des enfants atteints de TSA. Dans la continuité de nos travaux précédents qui nous ont permis d'identifier plusieurs particularités motrices en motricité fine [21] et globale [22] chez les mêmes enfants atteints de TSA, l'objectif est ici triple.

1. Tout d'abord, il s'agit d'identifier les tâches motrices ainsi que les variables permettant de mieux rendre compte de la nature des anomalies motrices chez l'enfant TSA. Dans la première partie de nos travaux, différentes tâches et variables ont été proposées mais il reste à définir -ce qui n'a jamais été proposé dans la littérature- lesquelles sont les plus révélatrices des difficultés motrices d'un enfant TSA.
2. Une fois ces tâches et variables identifiées, le but est de définir une batterie d'évaluation motrice instrumentée adaptée à la clinique. Pour cela, une proposition devra être faite pour trouver une alternative aux outils de laboratoire utilisés dans la première partie de ces travaux (systèmes optoélectroniques, plateformes de force etc.) afin de les remplacer par des instruments de mesure moins contraignants et plus flexibles dans leur utilisation (tablettes, capteurs inertiels etc.).
3. Enfin, le dernier objectif est de définir des propositions de prise en charge basées sur le profil moteur des enfants atteints de TSA en vue de l'amélioration de leur habileté motrice et de leur condition physique.

Méthodologie

Premier objectif : identifier les tâches motrices ainsi que les variables permettant de mieux rendre compte de la nature des anomalies motrice chez l'enfant TSA

Dans la continuité des travaux engagés sur l'étude des capacités motrices des enfants atteints de TSA, la motricité fine et globale ainsi que l'oculomotricité d'enfants atteints de TSA et d'enfants neurotypiques sera analysée en combinant des mesures sur tablette graphique de motricité fine (pointage et écriture), des mesures avec caméras optoélectroniques et plateforme de force de motricité globale (marche et de posture) et des mesures en oculométrie. La combinaison de ces différentes mesures permettra de caractériser de manière exhaustive le comportement moteur des enfants atteints de TSA puisque ces diverses tâches permettent d'explorer l'anticipation, la programmation de séquences motrices, l'intégration des informations sensorielles ou encore les capacités d'équilibre.

Pour la partie expérimentale, il s'agira principalement de compléter la population déjà analysée avec, en particulier, plus de jeunes filles afin notamment d'augmenter la puissance des tests statistiques.

Pour la partie analyse, un grand nombre de variables peut caractériser ces différentes tâches. Des analyses statistiques de type régularisation Elastic-Net seront effectuées par tâche afin de mieux identifier les variables les plus significatives. Ces variables seront ensuite analysées ensemble via un modèle de régression logistique afin de déterminer quelles variables motrices sont les plus prédictives de la pathologie. Des analyses en composantes principales seront également effectuées afin de tester la possibilité de différents « profils moteurs » chez les enfants atteints de TSA. Les coefficients de corrélation de Pearson seront également utilisés

pour examiner les interrelations entre les variables de la motricité et le résultat au test d'efficacité intellectuelle (WISC 5) et le score au test de sévérité des troubles autistiques (SRS-2).

Deuxième objectif : définition d'une batterie d'évaluation motrice instrumentée adaptée à la clinique

Suite à la première partie des travaux, les tâches et les variables les plus caractéristiques des spécificités motrices des enfants atteints de TSA devront être mieux identifiées. Un protocole sera alors défini en remplaçant les dispositifs de laboratoire de type plateformes de forces et caméras optoélectroniques des dispositifs embarqués comme les capteurs inertiels. Ces capteurs ont été en effet largement utilisés pour caractériser des tâches de motricité globale comme la marche ou la posture et ont permis de mettre en évidence des perturbations de l'anticipation [21] ou de l'équilibre [22]. Une application permettant de réaliser les tâches de motricité fine et de motricité globale sera développée afin de faciliter le déploiement de cette batterie d'évaluation. Une base de données sera également constituée et ouverte afin que d'autres chercheurs puissent contribuer à l'augmentation des connaissances sur la motricité des enfants TSA.

Cette nouvelle batterie sera alors testée sur 20 enfants TSA et neurotypiques.

Troisième objectif : propositions de prise en charge basé sur le profil moteur des enfants atteints de TSA en vue de l'amélioration de leur habileté motrice et de leur condition physique

Les résultats de la première partie de l'étude devraient permettre de mieux identifier les spécificités motrices des enfants atteints de TSA. A partir de ces résultats, des programmes d'activité physique adaptée ciblant spécifiquement ces spécificités motrices pourront être proposées. Ces programmes, complémentaires de la prise en charge « classique » (psychomotricité, ergothérapie) devraient également permettre de faciliter l'engagement des enfants TSA dans la pratique d'activité physique au quotidien.

Résultats attendus

Les résultats attendus sont donc une meilleure compréhension des atteintes motrices chez les enfants atteints de TSA ; un protocole permettant de caractériser ces atteintes motrices dans un environnement clinique ; des propositions d'intervention en activité physique adaptée ciblant l'amélioration des atteintes motrices des enfants TSA.

Profil recherché

- Master 2 ou diplôme d'ingénieur avec une spécialisation en biomécanique.
- Fort intérêt pour la programmation (Matlab, Python, C++, ...).
- Des compétences en analyse du mouvement.
- Des connaissances en contrôle moteur et en psychologie expérimentale seraient un plus.
- Bon niveau en anglais et de bonnes compétences de communication et rédactionnelles.
- Rigueur, initiative, autonomie, persévérance et goût pour le travail expérimental.

Financement

Contrat doctoral du CNRS (soutien financier dans le cadre des programmes interdisciplinaires de la MITI).

Contacts

Laetitia Fradet : laetitia.fradet@univ-poitiers.fr

Bidet-Ildei Christel : christel.bidet.ildei@univ-poitiers.fr

Calendrier

- Les candidatures doivent être envoyées par courriel aux contacts avant le 28 avril 2024.
- Audition du 21 au 22 mai 2021.
- Début de la thèse 01 octobre 2024.

Le dossier de candidature devra comporter les pièces suivantes

- CV.
- Lettre de motivation.
- Relevés de notes Master 1 et Master 2 ou équivalent.
- Lettres de référence.

Références

- [1] Ha C, Chan Chee C, Chin F. Troubles du spectre de l'autisme en France. Estimation de la prévalence à partir du recours aux soins dans le Système national des données de santé (SNDS), France, 2010-2017. Saint-Maurice : Santé publique France: 2020.
- [2] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed. Arlington, VA, US: American Psychiatric Publishing, Inc.; 2013. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>.
- [3] Kanner L. Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 1943;2:217–50.
- [4] Styles M, Alsharshani D, Samara M, Alsharshani M, Khattab A, Qoronfle MW, et al. Risk factors, diagnosis, prognosis and treatment of autism. *Front Biosci (Landmark Ed)* 2020;25:1682–717. <https://doi.org/10.2741/4873>.
- [5] Al Sagheer T, Haida O, Balbous A, Francheteau M, Matas E, Fernagut P-O, et al. Motor Impairments Correlate with Social Deficits and Restricted Neuronal Loss in an Environmental Model of Autism. *Int J Neuropsychopharmacol* 2018;21:871–82. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyy043>.
- [6] Paquet A, Olliac B, Bouvard M-P, Golse B, Vaivre-Douret L. The Semiology of Motor Disorders in Autism Spectrum Disorders as Highlighted from a Standardized Neuro-Psychomotor Assessment. *Front Psychol* 2016;7:1292. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01292>.
- [7] MacDonald M, Lord C, Ulrich DA. Motor skills and calibrated autism severity in young children with autism spectrum disorder. *Adapt Phys Activ Q* 2014;31:95–105. <https://doi.org/10.1123/apaq.2013-0068>.
- [8] Mosconi MW, Sweeney JA. Sensorimotor dysfunctions as primary features of autism spectrum disorders. *Sci China Life Sci* 2015;58:1016–23. <https://doi.org/10.1007/s11427-015-4894-4>.
- [9] Papadopoulos N, McGinley J, Tonge BJ, Bradshaw JL, Saunders K, Rinehart NJ. An investigation of upper limb motor function in high functioning autism and Asperger's disorder using a repetitive Fitts' aiming task. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2012;6:286–92. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.05.010>.
- [10] Mosconi MW, Mohanty S, Greene RK, Cook EH, Vaillancourt DE, Sweeney JA. Feedforward and feedback motor control abnormalities implicate cerebellar dysfunctions in autism spectrum disorder. *J Neurosci* 2015;35:2015–25. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2731-14.2015>.
- [11] Whyatt C, Craig C. Sensory-motor problems in Autism. *Front Integr Neurosci* 2013;7:51. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00051>.
- [12] Forti S, Valli A, Perego P, Nobile M, Crippa A, Molteni M. Motor planning and control in autism. A kinematic analysis of preschool children. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2011;5:834–42. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.09.013>.
- [13] Lim YH, Partridge K, Girdler S, Morris SL. Standing Postural Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder: Systematic Review and Meta-analysis. *J Autism Dev Disord* 2017;47:2238–53. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3144-y>.
- [14] Morris SL, Foster CJ, Parsons R, Falkmer M, Falkmer T, Rosalie SM. Differences in the use of vision and proprioception for postural control in autism spectrum disorder. *Neuroscience* 2015;307:273–80. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.08.040>.
- [15] Bucci MP, Doyen C, Contenjan Y, Kaye K. The effect of performing a dual task on postural control in children with autism. *ISRN Neurosci* 2013;2013:796174. <https://doi.org/10.1155/2013/796174>.
- [16] Ghanouni P, Memari A-H, Gharibzadeh S, Eghlidi J, Moshayedi P. Effect of Social Stimuli on Postural Responses in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord* 2017;47:1305–13. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3032-5>.
- [17] Bricout V-A, Pace M, Dumortier L, Baillieux F, Favre-Juvin A, Guinot M. Reduced Cardiorespiratory Capacity in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Clinical Medicine* 2018;7. <https://doi.org/10.3390/jcm7100361>.
- [18] Srinivasan SM, Pescatello LS, Bhat AN. Current perspectives on physical activity and exercise recommendations for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Phys Ther* 2014;94:875–89. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130157>.
- [19] Hillier A, Buckingham A, Schena D. Physical Activity Among Adults With Autism: Participation, Attitudes, and Barriers. *Percept Mot Skills* 2020;127:874–90. <https://doi.org/10.1177/0031512520927560>.
- [20] Dhanasekara CS, Ancona D, Cortes L, Hu A, Rimu AH, Robohm-Leavitt C, et al. Association Between Autism Spectrum Disorders and Cardiometabolic Diseases: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr* 2023;177:248–57. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.5629>.
- [21] Oliveira LKR, Marques AP, Igarashi Y, Andrade KFA, Souza GS, Callegari B. Wearable-based assessment of anticipatory postural adjustments during step initiation in patients with knee osteoarthritis. *PLoS One* 2023;18:e0289588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289588>.
- [22] Álvarez MN, Rodríguez-Sánchez C, Huertas-Hoyas E, García-Villamil-Neira G, Espinoza-Cerda MT, Pérez-Delgado L, et al. Predictors of fall risk in older adults using the G-STRIDE inertial sensor: an observational multicenter case-control study. *BMC Geriatr* 2023;23:737. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04379-y>.