

Associação entre função cognitiva e desenvolvimento motor grosso de crianças com transtornos do neurodesenvolvimento

Association between cognitive function and gross motor development in children with neurodevelopmental disorders

Isadora Martins Álvares¹ 

Daniella Oliveira Lara² 

Náguia Letícia Medeiros³ 

Hércules Ribeiro Leite⁴ 

Ana Cristina Resende Camargos⁵ 

¹⁻⁴Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte). Minas Gerais, Brasil.

isadoramartinsalvares@gmail.com, lara.daniellaoliveira@gmail.com, naguiamedeiros@ufmg.br, hercules@ufmg.br

⁵Autora para correspondência. Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte). Minas Gerais, Brasil. anacrcamargos@ufmg.br

RESUMO | INTRODUÇÃO: Crianças com transtornos do neurodesenvolvimento apresentam uma variedade de condições que, em geral, possuem comprometimento da função cognitiva, bem como limitações para realizar atividades motoras grossas e finas decorrentes do déficit de equilíbrio e da coordenação motora. **OBJETIVO:** O presente estudo teve por objetivo verificar se a função cognitiva está associada e pode prever desfechos do desenvolvimento motor grosso em crianças com transtornos do neurodesenvolvimento entre 5 e 10 anos de idade. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foi realizado um estudo transversal exploratório com 24 crianças com transtornos do neurodesenvolvimento, entre 5-10 anos de idade, capazes de deambular independente. Para avaliar a função cognitiva e as habilidades motoras grossas das crianças foram utilizados o Mini-Exame do Estado Mental e o Teste de Desenvolvimento Motor Grosso – segunda edição, respectivamente. Análise de regressão linear simples foi realizada e o tamanho do efeito calculado. **RESULTADOS:** Quinze (60%) eram meninos, com idade média de 7,81 ($\pm 1,90$), sete com deficiência intelectual, oito com transtorno do espectro autista, cinco com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade, dois com transtornos de comunicação e três com transtornos específicos de aprendizagem. A pontuação do Mini-Exame do Estado Mental foi significativamente associada e capaz de explicar a variabilidade das habilidades de locomoção ($R^2=0,25$; $p=0,006$), das habilidades de controle de objetos ($R^2=0,29$; $p=0,003$) e do quociente motor grosso ($R^2=0,40$; $p=0,0001$). **CONCLUSÃO:** A função cognitiva está associada e pode explicar o desenvolvimento motor grosso de crianças com transtornos do neurodesenvolvimento entre 5 e 10 anos de idade. Esses resultados podem contribuir para um melhor entendimento da influência da função cognitiva no desenvolvimento das habilidades motoras grossas dessa população.

PALAVRAS-CHAVE: Função cognitiva. Desenvolvimento motor. Transtornos do neurodesenvolvimento.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Children with neurodevelopmental disorders have a variety of conditions that, in general, cause cognitive impairments, as well as, limitations to perform gross and fine motor activities resulting from deficits in balance and motor coordination. **OBJECTIVE:** This study verified whether the cognitive function is associated and could predict outcomes of gross motor development in children with neurodevelopmental disorders between 5 and 10 years of age. **METHODS:** We carried out an exploratory cross-sectional study with 25 children with neurodevelopmental disorders, between 5-10 years of age, able to walk independently. The children's version of the Mini-Mental State Examination and the Gross Motor Development Test - second edition-evaluated the cognitive function and gross motor abilities. A simple linear regression analysis was performed, and the effect size was calculated. **RESULTS:** Fifteen (60%) were male, with a mean age of 7.81 (± 1.90), seven with intellectual disability, eight with autism spectrum disorder, five with attention deficit hyperactivity disorder, two with communication disorders, and three with specific learning disorders. The Mini-Exam State Examination score was significantly associated and explained the variability of locomotion skills ($R^2=0.25$; $p=0.006$), object control skills ($R^2= 0.29$; $p=0.003$), and the gross motor quotient ($R^2=0.40$; $p=0.0001$). **CONCLUSION:** We concluded that cognitive function is associated with gross motor skills and could explain their development in children with neurodevelopmental disorders between 5 and 10 years of age. These results might contribute to a better understanding of the influence of cognitive function on the development of gross motor skills in this population.

KEYWORDS: Cognitive function. Motor development. Neurodevelopmental disorders.

Introdução

Os Transtornos do Neurodesenvolvimento (TND) compreendem um grupo de condições de saúde que incluem: deficiência intelectual (DI), transtorno do espectro autista (TEA), transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtornos específicos de aprendizagem (TA), transtornos de comunicação (TC), transtornos motores e outros transtornos do neurodesenvolvimento especificados e não especificados. Esses transtornos se iniciam durante o desenvolvimento infantil.¹

Crianças com TND apresentam uma variedade de condições que, em geral, possuem comprometimento da função cognitiva, variando das formas mais leves às formas mais profundas^{2,3}, e podem envolver déficits no controle das funções executivas, limitações na aprendizagem, e/ou prejuízos globais na inteligência e nas habilidades sociais.¹

Crianças com DI apresentam prejuízos da função intelectual, relacionados ao raciocínio, solução de problemas, planejamento, pensamento abstrato, juízo, aprendizagem acadêmica e aprendizagem pela experiência, bem como da função adaptativa, que limitam o desempenho em atividades de vida diária, de comunicação, participação social e vida independente.¹ Crianças com TEA tendem a apresentar prejuízos na capacidade de regulação do foco atencional e prejuízo nas habilidades de função executiva⁴, o que pode levar a dificuldade ao mudar ou iniciar tarefas novas.⁵ Crianças com TDAH apresentam um padrão contínuo de desatenção, desorganização e/ou hiperatividade-impulsividade, com dificuldade em manter um foco em uma atividade¹, o que geralmente leva à dificuldade de aprendizagem e déficit de função executiva, com prejuízo da função cognitiva.⁶ Crianças com TA possuem dificuldade de perceber ou processar informações verbais ou não verbais com competência e exatidão, ocasionando dificuldades permanentes para aprender habilidades acadêmicas.¹ Já as crianças com TC possuem dificuldade para compreender, expressar e/ou comunicar de forma verbal e/ou não verbal, com restrições no êxito acadêmico devido a não apresentar uma comunicação efetiva.¹

Além do comprometimento da função cognitiva, essas crianças comumente apresentam limitações para realizar atividades motoras grossas e finas decorrentes do déficit de equilíbrio e da coordenação motora.^{7,8} A literatura aponta que crianças com DI possuem limitações motoras, principalmente em atividades relacionadas ao equilíbrio estático e dinâmico, atividades com bola e em locomoção.^{9,10} Em crianças com TEA observa-se déficit de equilíbrio¹¹, déficit de coordenação motora e dificuldade na preparação, planejamento, tempo e organização dos movimentos.¹² Crianças com TDAH podem apresentar comprometimento do equilíbrio estático e dinâmico, bem como da coordenação motora fina e grossa.^{7,13} Já as crianças com TA geralmente apresentam déficit em coordenação motora, com menor autonomia em tarefas do cotidiano.⁸

Considerando que crianças com as diferentes condições que englobam os TND apresentam comumente comprometimento da função cognitiva e a presença de limitações motoras grossas, é importante verificar se estes estão relacionados. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar se a função cognitiva está associada e pode explicar parte da variabilidade das habilidades motoras em crianças com TND entre 5 e 10 anos de idade. Os achados deste estudo podem contribuir para um melhor entendimento dos profissionais de saúde de como a função cognitiva pode interferir na aquisição de habilidades motoras grossas.

Materiais e métodos

Delineamento

Trata-se de um estudo transversal exploratório com intuito de investigar a associação entre a função cognitiva e o desenvolvimento motor grosso de crianças com TND. O trabalho representa uma análise secundária de dados pertencentes a um estudo intitulado "Habilidades motoras e desempenho funcional de crianças com transtornos do neurodesenvolvimento" aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE 86122318.6.0000.5149).

Participantes

Todas as crianças com TND que frequentavam clínicas de reabilitação do município de Belo Horizonte foram elegíveis para participar do estudo desde que preenchessem os critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídas crianças com TND com faixa etária entre 5 a 10 anos de idade, capazes de deambular de forma independente, mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos pais e/ou responsáveis. Foram excluídas as crianças cujos pais se recusaram a participar do estudo ou que estavam ausentes nos dias da coleta de dados.

O cálculo amostral foi realizado de acordo com o estudo de Ribeiro¹⁴, sendo considerado $R^2 = 0,27$ e o tamanho do efeito (d) = 0,37, poder = 0,80 e apenas um preditor (função cognitiva). Dessa forma, foram necessárias 24 crianças com TND para compor a amostra.

Instrumentos

Para avaliar a função cognitiva das crianças foi utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) adaptado para crianças. Se trata de um instrumento simples e rápido no qual é possível realizar o rastreamento de comprometimento cognitivo. Esse instrumento foi inicialmente criado para avaliar adultos, mas foi adaptado e validado para crianças com idade entre 3 e 14 anos por Jain e Passi.¹⁵ Avalia respostas sobre orientação, memória e atenção, além de comandos verbais e escritos, considerando como ponto de corte a pontuação de dois desvios-padrão abaixo da média, de acordo com a faixa etária.¹⁵ Para avaliar a associação entre a função cognitiva e o desenvolvimento motor grosso foi utilizado o escore numérico fornecido pelo instrumento. Para caracterizar a amostra as crianças foram classificadas como dentro da normalidade ou com atraso cognitivo, de acordo com os pontos de corte de cada faixa etária.

Para avaliar o desenvolvimento motor grosso foi utilizado o Teste de Desenvolvimento Motor Grosso – segunda edição (*Test of Gross Motor Development – second edition* – TGMD-2).¹⁶ O TGMD-2 é um teste referenciado por norma e critério, com regras individuais para o desenvolvimento de meninos e meninas entre três e dez anos de idade, o qual avalia como as crianças coordenam o tronco e membros durante a realização de uma habilidade motora, com o objetivo de verificar a presença ou não de componentes de

diferentes habilidades ao invés de avaliar somente o produto final do desempenho.¹⁶ O teste foi traduzido e demonstrou ser confiável para crianças brasileiras no estudo de Valentini et al.¹⁷ Esse teste permite uma avaliação separada de cada subteste (locomoção e controle de objeto) e ainda no subteste de controle de objeto, com uma diferenciação por gênero.

O TGMD-2 avalia 12 habilidades motoras grossas, das quais seis são habilidades de locomoção (correr, galopar, saltitar, dar uma passada, saltar horizontalmente e correr lateralmente) e seis são habilidades de controle de objetos (rebater, quicar, receber, chutar, arremessar por cima do ombro e rolar uma bola). Para cada habilidade dos subtestes são observados de 3 a 5 critérios motores específicos, os quais são fundamentados em padrões maduros de movimento. Cada item é pontuado em duas tentativas, na qual receberá o escore 1 caso consiga atender aos critérios ou 0 se não atender aos critérios. A soma da pontuação fornece o escore total de cada subteste (Locomoção e Controle de objetos), que é convertido em escore padronizado. Os escores padronizados de cada subteste são somados e convertidos no quociente motor grosso, utilizado para classificar o desenvolvimento motor grosso em: muito superior, superior, acima da média, na média, abaixo da média, pobre e muito pobre.¹⁶ Para avaliar a associação entre a função cognitiva e o desenvolvimento motor grosso foi utilizado o escore padronizado de cada subteste e do quociente motor grosso.

Procedimentos

Inicialmente foi estabelecido contato com as clínicas de reabilitação e foi solicitada autorização para realizar a coleta de dados no local por meio da assinatura da carta de anuência. Foram pré-selecionadas as crianças que se encaixavam no perfil do estudo, considerando a idade e o diagnóstico clínico, e foi realizado contato telefônico com os pais para agendamento da coleta de dados. Os pais que aceitaram a participação de seus filhos no estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Em seguida, responderam a um questionário com informações sobre os dados pessoais e condição de saúde da criança. A coleta foi iniciada com a aplicação do MEEM nas crianças, seguida da aplicação do TGMD-2, ambos realizados de forma individual. Todas as crianças foram testadas em espaço apropriado, arejado e adequado para a condução dos testes. Quatro avaliadores passaram por um treinamento para aplicação dos testes e foi estabelecida a confiabilidade para sua aplicação (ICC (2,1) = 0,92).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o software SPSS, versão 20.0. Foi usada estatística descritiva para caracterização da amostra. Após verificação da distribuição normal, a correlação de Pearson foi utilizada para conferir a associação entre a função cognitiva (pontuação do MEEM) e o desenvolvimento motor grosso (escore padronizado de locomoção, escore padronizado de controle de objetos e quociente motor grosso). Posteriormente, a análise de regressão linear simples foi realizada entre a variável preditora (pontuação do MEEM) e as variáveis desfecho (escore padronizado de locomoção, escore padronizado de controle de objetos e quociente motor grosso). O tamanho do efeito (d) foi calculado por meio do software G Power 3.1.9.2 e a força da associação foi considerada pequena ($d=0,02$), média ($d=0,15$) ou grande ($d=0,35$).

Resultados

Foram avaliadas 25 crianças com TND. Dentre estas, sete (28%) com DI, oito (32%) com TEA, cinco (20%) com TDAH, duas (8%) com TC e três (12%) com TA. Dez (40%) crianças eram do sexo feminino e quinze (60%) do sexo masculino, sendo a idade média dos participantes de 7,81 ($\pm 1,90$). Todas as crianças frequentavam a escola regular. Duas crianças (12%) realizavam tratamento fisioterapêutico, dezesseis crianças (64%) realizavam terapia ocupacional, vinte crianças (80%) faziam acompanhamento com o fonoaudiólogo, uma (4%) fazia acompanhamento com a psicopedagoga e sete (28%) praticavam atividade física regularmente. A classificação das crianças, utilizando os pontos de corte do MEEM e do quociente motor grosso, avaliado pelo TGMD-2, foram demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos participantes de acordo com os pontos de corte do Mini-Exame do Estado Mental e do quociente motor grosso

Classification	F (%)
Mini-Exame do Estado Mental	
Dentro da media da faixa etária	8 (32%)
Atraso cognitivo	17 (68%)
Quociente motor grosso	
Dentro da média	3 (12%)
Abaixo da média do desenvolvimento	6 (24%)
Desenvolvimento pobre	8 (32%)
Desenvolvimento muito pobre	8 (32%)

Legenda: F = frequência.

A correlação de Pearson foi apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre o Mini-Exame do Estado Mental e os escores dos Teste de Desenvolvimento Motor Grosso

Escore do Teste de Desenvolvimento Motor Grosso	Mini-Exame do Estado Mental	
	r	p
Habilidades de Locomoção	0.53	0.006*
Habilidades de Controle de Objetos	0.56	0.003*
Quociente Motor Grosso	0.66	0.0001*

Legenda: r = coeficiente de Pearson.

*Valor $p < 0.05$.

A tabela 3 demonstra os resultados referentes à análise de regressão linear simples. Foi observado que a pontuação do MEEM foi significativamente associada e capaz de explicar 25% da variabilidade das habilidades de locomoção ($p=0,006$; $d=0,79$), 29% da variabilidade das habilidades de controle de objetos ($p=0,003$; $d=0,86$) e 40% da variabilidade do quociente motor grosso ($p=0,0001$; $d=0,97$). Dessa forma, o aumento de 1 ponto no MEEM levou ao aumento de 0,53 pontos no subteste de habilidades de locomoção; 0,53 pontos no subteste de habilidades de controle de objetos e 0,66 pontos no quociente motor grosso.

Tabela 3. Análise de regressão linear simples entre a pontuação do Mini Exame do Estado Mental e a pontuação do Teste do Desenvolvimento Motor Grosso

Mini Exame do Estado Mental				
Variáveis	B (IC95%)	β	R ²	EPE
Habilidades de locomoção	0,21 (0,07-0,36)	0,53	0,25	0,07*
Habilidade de controle de objetos	0,20 (0,07-0,32)	0,53	0,29	0,06*
Quociente motor grosso	1,23 (0,62-1,84)	0,66	0,40	0,30*

Legenda: B=coeficiente de regressão; IC=intervalo de confiança; β =coeficiente de regressão padronizado; R²=coeficiente de determinação ajustado; EPE=erro padrão da estimativa.

* Valor $p < 0,05$.

Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram forte associação entre a função cognitiva e o desenvolvimento motor grosso de crianças com TND entre 5 a 10 anos de idade. A pontuação do MEEM foi capaz de explicar a variabilidade dos escores das habilidades de locomoção, habilidades de controle de objetos e o quociente motor grosso da amostra, com grande tamanho do efeito.

As relações entre função cognitiva e habilidades motoras na infância tem sido investigadas há décadas.¹⁸ A literatura tem apontado a associação entre o desenvolvimento cognitivo e motor em crianças com desenvolvimento típico, sendo verificada coativação do neocerebelo e do córtex pré-frontal dorsolateral durante a realização de tarefas motoras e cognitivas.¹⁹ A maior parte dos estudos encontrados na literatura avalia a influência de habilidades motoras na função cognitiva.²⁰ Porém, o presente estudo buscou investigar se a função cognitiva, comumente comprometida em crianças com TND, poderia explicar as variabilidades do desenvolvimento motor grosso dessas crianças.

Estudos têm investigado a relação entre a função cognitiva e o desenvolvimento motor grosso em crianças que apresentam ou não DI, com maior força da associação em crianças com DI, quando comparadas àquelas sem DI.²¹ De forma geral, a literatura corrobora com a premissa de que a relação entre o desenvolvimento cognitivo e motor é mais forte em populações atípicas.²² Um estudo comparou o desempenho motor de crianças com DI classificadas como leves ou limítrofes entre sete e 12 anos de idade e foi identificada maior proporção de limitações motoras em atividades com bola e em atividades que requerem equilíbrio estático e dinâmico nas crianças diagnosticadas com DI leve.⁹ No estudo de Westendorp et al.¹⁰ o desempenho das habilidades motoras foi avaliado em crianças com desenvolvimento típico, crianças com DI limítrofe e crianças com DI leve na mesma faixa etária entre 7 e 12 anos. Neste estudo, as crianças com DI limítrofe ou leve apresentaram menores habilidades motoras quando comparadas às crianças típicas, já as crianças com DI limítrofe apresentaram maiores habilidades locomotoras quando comparado àquelas com DI leve.¹⁰ Porém, não foram encontrados estudos que investigassem a relação entre função cognitiva e habilidades motoras grossas em crianças com TEA, TDAH, TA e TC. No nosso estudo foi identificado que a maior parte da amostra (60%) compreendia crianças com DI e TEA e a função cognitiva foi capaz de explicar parcialmente os resultados do desenvolvimento motor grosso.

Crianças com TND podem apresentar comprometimento da função cognitiva relacionadas à percepção, atenção, memória, linguagem e funções executivas, sendo o comprometimento variável entre as diferentes condições com DI, TEA, TDAH, TA e TC.^{6,23} O comprometimento da função cognitiva foi identificado no presente estudo em 68% crianças avaliadas, que foram classificadas como abaixo do ponto de corte de acordo com o MEEM adaptado para crianças. Esse teste consiste em um instrumento de rastreio de comprometimento cognitivo e tem sido utilizado para avaliar a função cognitiva de crianças com dificuldades de aprendizagem, devido a facilidade e rapidez da aplicação.²⁴ E tem se mostrado sensível para identificação de alterações cognitivas moderadas e graves na infância para crianças acima de quatro anos de idade, porém é pouco sensível para identificar graus leves.²⁵ Dessa forma, outros testes diagnósticos para avaliação da função intelectual têm sido indicados para avaliação mais precisa da função cognitiva como, por exemplo, a Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (*Wechsler Intelligence Scale for Children - WISC*).²⁶

Crianças com TND também comumente apresentam atraso no desenvolvimento de habilidades motoras grossas, confirmados pela literatura, que mostra menores escores em testes de habilidades motoras grossas, quando comparados às crianças com diferentes TND.^{10,27} No presente estudo, grande parte da amostra (88%) foi classificada como atrasada em relação ao desenvolvimento motor grosso. As maiores dificuldades estão relacionadas à realização de movimentos coordenados entre os dois lados do corpo e das extremidades inferior e superior¹⁰, com maior tempo de reação para realizar atividades motoras, o que pode limitar o desenvolvimento tanto de habilidades motoras grossas quanto finas.¹³ As limitações para realizar habilidades de locomoção, como correr, saltitar e galopar, bem como as habilidades de controle de objetos, como chutar, receber e arremessar uma bola^{5,28} podem interferir na participação dessas crianças em atividades esportivas.¹⁰ Para a avaliação do desenvolvimento motor grosso em crianças com TND no Brasil, além do TGMD-2, são utilizados em pesquisas a Escala de Desenvolvimento Motor (EDM), a Bateria de Avaliação do Movimento para Crianças – 2 (*Movement Assessment Battery for Children, Second Edition* – MABC-2).²⁹

É essencial considerar que esse estudo tem algumas limitações. A primeira refere-se ao fato de termos utilizando uma amostra heterogênea, que engloba crianças com diferentes condições relacionadas aos TND. Porém, as variáveis de interesse do presente estudo parecem ser similares entre essa população estudada.² Fatores contextuais, tais como fatores pessoais e ambientais, também podem interferir no desenvolvimento motor de crianças com TND, porém não foram avaliados no presente estudo. Além disso, o desenho do estudo foi transversal, não podendo verificar a relação causal.

Entretanto, cabe apontar que esse foi o primeiro estudo que verificou que a função cognitiva pode explicar o desenvolvimento motor grosso de crianças com TND colaborando para o conhecimento de pontos importantes no processo de avaliação e planejamento da reabilitação de crianças com TND. Estes achados podem contribuir para auxiliar clínicos que trabalham com essas condições. Novos estudos são necessários para avaliar a associação da função cognitiva e do desenvolvimento motor grosso em crianças com TND.

Conclusão

A função cognitiva está associada e pode explicar o desenvolvimento motor grosso de crianças com TND entre 5 e 10 anos de idade. Esses resultados podem contribuir para o melhor entendimento das relações entre a função cognitiva e o desenvolvimento das habilidades motoras grossas dessa população.

Contribuições dos autores

Álvares IM participou da concepção, delineamento, análise estatística dos dados, interpretação dos resultados e redação do artigo científico. Lara DO participou da concepção, delineamento, análise estatística dos dados, interpretação dos resultados e redação do artigo científico. Medeiros NL participou da concepção, delineamento e redação do artigo científico. Leite HR participou da concepção, delineamento, análise estatística dos dados, interpretação dos resultados e redação do artigo científico. Camargos ACR participou da concepção, delineamento, análise estatística dos dados, interpretação dos resultados e redação do artigo científico.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Referências

1. American Psychiatric Association. Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais [Internet] 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed; 2014. Disponível em: <http://www.niip.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual-Diagnosico-e-Estatistico-de-Transtornos-Mentais-DSM-5-1-pdf.pdf>
2. Andrews G, Pine DS, Hobbs MJ, Anderson TM, Sunderland M. Neurodevelopmental disorders: Cluster 2 of the proposed meta-structure for DSM-V and ICD-11. *Psychol Med.* 2009;39(12):2013-23. <http://dx.doi.org/10.1017/S0033291709990274>
3. Stores G. Multifactorial Influences, Including Comorbidities, Contributing to Sleep Disturbance in Children with a Neurodevelopmental Disorder. *CNS Neurosci Ther.* 2016;22(11):875-9. <http://dx.doi.org/10.1111/cns.12574>

4. Demetriou EA, DeMayo MM, Guastella AJ. Executive Function in Autism Spectrum Disorder: History, Theoretical Models, Empirical Findings, and Potential as an Endophenotype. *Front Psychiatry*. 2019;10:753. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2019.00753>
5. Pan CY, Chu CH, Tsai CL, Sung MC, Huang CY, Ma WY. The impacts of physical activity intervention on physical and cognitive outcomes in children with autism spectrum disorder. *Autism*. 2017;21(2):190-202. <http://dx.doi.org/10.1177/1362361316633562>
6. Faedda N, Romani M, Rossetti S, Vigliante M, Pezzuti L, Cardona F, et al. Intellectual functioning and executive functions in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and specific learning disorder (SLD). *Scand J Psychol*. 2019;60(5):440-6. <http://dx.doi.org/10.1111/sjop.12562>
7. Fenollar-Cortés J, Gallego-Martínez A, Fuentes LJ. The role of inattention and hyperactivity/impulsivity in the fine motor coordination in children with ADHD. *Res Dev Disabil*. 2017;69:77-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2017.08.003>
8. Baldi S, Caravale B, Presaghi F. Daily motor characteristics in children with developmental coordination disorder and in children with specific learning disorder. *Dyslexia*. 2018;24(4):380-90. <http://dx.doi.org/10.1002/dys.1595>
9. Vuijk PJ, Hartman E, Scherder E, Visscher C. Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *J Intellect Disabil Res*. 2010;54(11):955-65. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x>
10. Westendorp M, Houwen S, Hartman E, Visscher C. Are gross motor skills and sports participation related in children with intellectual disabilities? *Res Dev Disabil*. 2011;32(3):1147-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.009>
11. Ament K, Mejia A, Buhlman R, Erkin S, Caffo B, Mostofsky S, et al. Evidence for specificity of motor impairments in catching and balance in children with autism. *J Autism Dev Disord*. 2015;45(3):742-51. <http://dx.doi.org/10.1007/s10803-014-2229-0>
12. Licari MK, Alvares GA, Varcin K, Evans KL, Cleary D, Reid SL, et al. Prevalence of Motor Difficulties in Autism Spectrum Disorder: Analysis of a Population-Based Cohort. *Autism Res*. 2020;13(2):298-306. <http://dx.doi.org/10.1002/aur.2230>
13. Kaiser ML, Schoemaker MM, Albaret JM, Geuze RH. What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Res Dev Disabil*. 2015;36:338-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2014.09.023>
14. Ribeiro MS. Preditores do desempenho das atividades de autocuidado, mobilidade e função social em crianças com transtorno do neurodesenvolvimento: um estudo transversal [dissertação] [Internet]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2019. Disponível em: <https://www.sgppg.com.br/ppg/ppgreab-programa-de-pos-graduacao-em-reabilitacao-e-desempenho-funcional/2/dissertacao-tese-preditores-do-desempenho-das-atividades-de-auto-cuidado-mobilidade-e-funcao-social-em-criancas-com-transtornos-do-neurodesenvolvimento-um-estudo-transversal/209/>
15. Jain M, Passi GR. Assessment of a modified mini-mental scale for cognitive functions in children. *Indian Pediatr*. 2005;42(9):907-12. Citado em: PMID: [16208050](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16208050/)
16. Ulrich DA, Sanford CB. *Test of Gross Motor Development: Examiner's manual*. 2a. Ed. Austin: Pro-Ed; 2000.
17. Valentini NC. Validity and reliability of the TGMD-2 for Brazilian children. *J Mot Behav*. 2012;44(4):275-80. <http://dx.doi.org/10.1080/00222895.2012.700967>
18. Ferracioli L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de piaget. *Cad Bras Ens Fís* [Internet]. 1999;16(2):180-94. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6808>
19. Diamond A. Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Dev*. 2000;71(1):44-56. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
20. Piek JP, Dawson L, Smith LM, Gasson N. The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Hum Mov Sci*. 2008;27(5):668-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2007.11.002>
21. Houwen S, Visser L, van der Putten A, Vlaskamp C. The interrelationships between motor, cognitive, and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities. *Res Dev Disabil*. 2016;53-54:19-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.012>
22. Dyck MJ, Piek JP, Hay D, Smith L, Hallmayer J. Are abilities abnormally interdependent in children with autism? *J Clin Child Adolesc Psychol*. 2006;35(1):20-33. http://dx.doi.org/10.1207/s15374424jccp3501_3
23. Cornoldi C, Giofrè D, Orsini A, Pezzuti L. Differences in the intellectual profile of children with intellectual vs. learning disability. *Res Dev Disabil*. 2014;35(9):2224-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.013>

24. Moura R, Andrade PMO, Fontes PLB, Ferreira FO, Salvador LS, Carvalho MRS, et al. Mini-mental state exam for children (MMC) in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dement Neuropsychol*. 2017;11(3):287–96. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-57642016dn11-030011>
25. Paterlini LSM, Zuanetti PA, Pontes-Fernandes AC, Fukuda MTH, Hamad APA. Triagem e diagnóstico de dificuldades/transtornos de aprendizagem - desfecho de avaliações interdisciplinares. *Rev CEFAC*. 2019;21(5):e13319. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/201921513319>
26. Dias-Viana JL, Gomes GVA. Escala Wechsler de Inteligência para Crianças (WISC): análise da produção de artigos científicos brasileiros. *Psicol Rev*. 2019;28(1):9–36. <https://doi.org/10.23925/2594-3871.2019v28i1p9-36>
27. Hyman SL, Levy SE, Myers SM. Identification, Evaluation, and Management of Children With Autism Spectrum Disorder. *Pediatrics*. 2020;145(1):e20193447. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3447>
28. Staples KL, Reid G. Fundamental movement skills and autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*. 2010;40(2):209–17. <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0854-9>
29. Silveira RA, Cardoso FL, Souza CA. Avaliação do desenvolvimento motor de escolares com três baterias motoras: EDM, MABC-2 e TGMD-2. *Cinergis* [Internet]. 2014;15(3):140–7. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/cinergis/article/view/5003>