

ASSOCIAÇÃO ENTRE FUNÇÃO COGNITIVA E ATIVIDADES MOTORAS GROSSAS DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

ASSOCIATION BETWEEN COGNITIVE FUNCTION AND GROSS MOTOR ABILITIES OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Resumo: Objetivo: Explorar a associação entre a função cognitiva e as atividades motoras grossas de crianças com transtorno do espectro autista (TEA). **Métodos:** Foi realizado um estudo observacional transversal exploratório com crianças com idade entre 5 a 12 anos que se encontravam em reabilitação. Para rastreamento da função cognitiva foi utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) e para avaliar as atividades motoras grossas foi utilizada as dimensões D e E da Medida de Função Motora Grossa (*Gross Motor Function Measure – GMFM-88*). Análise de regressão simples foi realizada entre a pontuação total do MEEM e os escores das dimensões D e E do GMFM-88 e o tamanho do efeito (*f*) foi calculado. **Resultados:** Foram avaliadas 33 crianças e a pontuação do MEEM foi significativamente associada e capaz de explicar 49% da variabilidade do escore da dimensão D do GMFM ($p=0,0001$; $f=0,96$) e 58% da variabilidade do escore da dimensão E do GMFM ($p=0,0001$; $f=1,38$). **Conclusão:** A função cognitiva apresentou forte associação e foi capaz de explicar desfechos de atividades motoras em crianças com TEA entre 5 e 10 anos de idade. Esses achados podem contribuir para o conhecimento de aspectos importantes a serem considerados na avaliação e planejamento terapêutico do processo de reabilitação de crianças com TEA.

Palavras-chave: Transtorno do espectro autista; cognição, habilidades motoras.

Abstract: Objective: To explore the association between cognitive function and gross motor activities in children with autism spectrum disorder (ASD). **Methods:** An exploratory cross-sectional observational study was carried out with children aged between 5 and 12 years who were in rehabilitation. The Mini-Mental State Examination (MMSE) was used to screen cognitive function and to assess gross motor activities, dimensions D and E of the Gross Motor Function Measure (GMFM-88) were used. Simple regression analysis was performed between the MMSE total score and the GMFM-88 dimension D and E scores and the effect size (*f*) was calculated. **Results:** Thirty-three children were evaluated and the MMSE score was significantly associated and able to explain 49% of the GMFM D dimension score variability ($p=0.0001$; $f=0.96$) and 58% of the GMFM score variability, dimension E of the GMFM ($p=0.0001$; $f=1.38$). **Conclusion:** Cognitive function showed a strong association and was able to explain motor activity outcomes in children with ASD between 5 and 10 years of age. These findings may contribute to the knowledge of important aspects to be considered in the evaluation and therapeutic planning of the rehabilitation process of children with ASD.

Keywords: Autism spectrum disorder; cognition; motor skills.

Camila Gomes Cordeiro¹ 

Louise Helena Pereira Carneiro Alves¹ 

Mariana Santana Ribeiro² 

Juliana Nunes Santos² 

Lorena Costa Ferreira¹ 

Ana Cristina Resende Camargos¹ 

1- Universidade Federal de Minas Gerais;

2- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

E-mail: anacristinarcamargos@eefito.ufmg.br

10.31668/movimenta.v15i3.13063



Recebido em: 02/05/2022

Revisado em: 10/10/2022

Aceito em: 08/12/2022



Copyright: © 2022. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUÇÃO

O transtorno do espectro autista (TEA) é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por dificuldades de comunicação e interação social e pela presença de comportamentos e/ou interesses repetitivos ou restritos.¹ Nos EUA, a prevalência de TEA é de 1 para cada 44 crianças até oito anos de idade.² No Brasil, atualmente, não existem estatísticas oficiais sobre o número de casos já existentes ou recém diagnosticados. Crianças com TEA apresentam diferentes níveis de gravidade, que limitam a realização de atividades do dia a dia e a participação na sociedade.³ Além das alterações comportamentais e de comunicação, as crianças com TEA podem apresentar comprometimento da função cognitiva^{4,5} e limitações nas habilidades motoras grossas e finas.^{6,7,8}

Em relação às funções cognitivas, crianças com TEA tendem a apresentar prejuízos na capacidade de regulação do foco atencional, sendo comum a fixação do interesse em objetos e a dificuldade de redirecionamento da atenção.⁷ Apresentam também prejuízo nas habilidades de função executiva, limitando a capacidade necessária para resolução de problemas,^{7,9} o que pode levar a dificuldade ao mudar ou iniciar tarefas novas, dificuldade de inibir comportamentos e baixo limiar de frustração.¹⁰ Observa-se ainda limitações na área da linguagem, com atraso ou ausência de linguagem verbal.¹¹

As limitações motoras encontradas nessas crianças incluem o atraso do desenvolvimento das habilidades motoras grossas e finas,¹² com dificuldade para realizar

atividades de locomoção (como corrida e saltos) e que envolvem o controle de objetos (como por exemplo, pegar e arremessar bolas).¹⁰ Apresentam dificuldade na organização do planejamento e execução motora, com comprometimento da coordenação motora bilateral, alteração no padrão de marcha e instabilidade postural.¹³ As limitações motoras podem reduzir as oportunidades para praticar atividades físicas e brincar com seus pares,^{13,14} o que limita a realização de atividades de vida diária e restringe a participação dessas crianças.^{13,15} Um estudo longitudinal aponta que crianças com TEA com idade entre 12 e 36 meses já apresentam atraso motor importante e que esse se intensifica com o avançar da idade,¹⁶ mas ainda não está claro a partir de qual idade às habilidades motoras dessas crianças encontram-se atrasadas em relação a crianças típicas.¹⁷

Um estudo transversal, realizado com crianças com TEA, encontrou associação entre nível de gravidade do TEA e habilidades motoras, sendo que crianças com TEA leves a moderadas apresentam melhores habilidades motoras quando comparadas às crianças classificadas como graves.¹⁸ A literatura, porém, não tem investigado a relação entre função cognitiva e atividades motoras em crianças com TEA. Um estudo mostrou que crianças com TEA que participaram de um programa de atividade física apresentaram melhora das habilidades cognitivas e motoras,¹⁰ indicando que parece haver relação entre função cognitiva e atividades motoras. Além disso, essa relação tem sido considerada em outras crianças com outros transtornos do neurodesenvolvimento, como crianças com

deficiência intelectual, sendo identificado que um pior desempenho motor dessas crianças estaria relacionado a menor função cognitiva.

19

Dessa forma, o objetivo do presente estudo consiste em explorar a associação entre a função cognitiva e as atividades motoras grossas de crianças com TEA. Considerando que as informações são escassas a respeito desse tema, os achados do presente estudo podem auxiliar a compreender melhor se a função cognitiva pode explicar a capacidade de realizar atividades motoras em crianças com TEA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal exploratório que representa parte de um projeto aprovado pelo Comitê de Ética Institucional sob o protocolo de número CAAE 82037517.5.0000.5108. O estudo foi realizado em um Centro Especializado de Reabilitação do Vale do Jequitinhonha - MG, após aprovação da diretoria institucional.

O estudo contou com amostragem não probabilística do tipo conveniência. Foram incluídas no presente estudo 33 crianças diagnosticadas com TEA, na faixa etária de 5 a 12 anos, e que se encontravam em atendimento no setor de Reabilitação Intelectual, no período de maio a julho de 2018. Foram excluídas as crianças cujos pais não concordaram em participar do estudo e não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Para rastreio da função cognitiva foi utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), que foi considerada a variável

independente. Esse instrumento foi inicialmente criado para avaliar adultos, mas foi adaptado e validado para crianças com idade entre 03 e 14 anos. Avalia respostas orais 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.²⁰ Esse teste já foi traduzido e validado para a população brasileira para uso em crianças e adolescentes típicos e com paralisia cerebral a partir de 5 anos de idade.²¹ Neste estudo foi utilizado o score bruto do teste de triagem para avaliar a associação entre as variáveis. Para caracterizar a amostra foram definidos os seguintes pontos de corte: 24 pontos para crianças entre 5 e 6 anos; 25 pontos para crianças de 7 anos; 31 pontos para crianças de 8 anos; 32 pontos para crianças de 9 anos e 33 pontos para crianças de 10 anos.²¹

As atividades motoras grossas foram avaliadas pelas dimensões D e E da Medida de Função Motora Grossa (*Gross Motor Function Measure – GMFM-88*), considerada a variável dependente. Esse instrumento consiste em 88 itens divididos em cinco dimensões: deitar e rolar (dimensão A), sentar (dimensão B), engatinhar e ajoelhar (dimensão C), em pé (dimensão D), andar, correr e pular (dimensão E).²² Esta versão foi validada para avaliar as atividades motoras grossas de crianças com paralisia cerebral, traumatismo cranioencefálico e síndrome de Down,^{22,23} mas tem sido utilizada para avaliar outras condições de saúde.^{24,25} O GMFM permite quantificar se a criança é capaz de realizar de forma independente as atividades motoras grossas, sem considerar a qualidade de movimento. Cada tarefa é pontuada de

acordo com a capacidade de execução da criança e a pontuação de cada item varia de 0 (quando a criança não inicia a tarefa) a 3 pontos (quando a criança realiza 100% da tarefa). Após a pontuação, foram somados os escores de cada dimensão. Considerando que as crianças com TEA apresentam limitações motoras leves, foram utilizadas apenas as duas últimas dimensões (D e E) para esse estudo.

As crianças foram avaliadas nos horários de atendimento no centro de reabilitação, por uma única pesquisadora, que realizou treinamento prévio para aplicação dos testes. Além disso, os pais responderam a uma ficha de dados com informações sobre a idade, sexo, escolaridade materna e nível econômico. Para verificação do nível socioeconômico das famílias foi utilizado o Critério de Classificação Econômica Brasil, da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP), questionário que se baseia na acumulação de bens materiais e escolaridade. A classificação econômica geral resultante desse critério varia de A1 (indicando classe econômica elevada) a E (indicando classe econômica muito baixa).²⁶

Análise dos dados

Inicialmente foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra,

com registro da média, desvio-padrão, frequência e porcentagem. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro Wilk e o teste de correlação de Spearman foi utilizado para verificar a associação entre a função cognitiva (escore bruto do MEEM) e as atividades motoras grossas (escores das dimensões D e E do GMFM-88). Posteriormente, análise de regressão simples foi realizada entre a variável independente (pontuação total do MEEM) e as variáveis dependentes (escores das dimensões D e E do GMFM-88). Considerando que os fatores contextuais poderiam interferir na associação entre as variáveis, a análise foi ajustada para as variáveis idade, sexo, escolaridade materna e nível econômico da família. O tamanho do efeito (f) foi calculado por meio do software G Power 3.1.9.2 e a força da associação foi considerada pequena ($f=0,02$), média ($f=0,15$) ou grande ($f=0,35$).

RESULTADOS

Foram avaliadas 33 crianças diagnosticadas com TEA com idade média de 7,5 ($\pm 1,8$) anos, sendo 26 do sexo masculino (78,8%) e 7 do sexo feminino (21,2%). As características das famílias dos participantes foram demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das famílias dos participantes.

Variáveis	Frequência (%)
Escolaridade materna	
Ensino fundamental completo ou incompleto	9 (27,3%)
Ensino médio ou superior completo	24 (72,7%)
Classificação ABEP	

A, B e C1	13 (39,4%)
C2, D e E	18 (54,5%)

Legenda: ABEP: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa.

Vinte e sete crianças (81,8%) foram classificadas abaixo do ponto de corte estabelecido pela idade no MEEM. A pontuação média do MEEM dos participantes foi de 12,94 ($\pm 11,87$) pontos. Em relação ao GMFM, os participantes apresentaram pontuação média de 81,73% ($\pm 23,4$) na dimensão D (de pé) e de 75,91% ($\pm 25,2$) na dimensão E (andar, correr e pular).

Foi encontrada associação significativa positiva entre a pontuação do MEEM com as dimensões D ($\rho=0,83$; $p=0,0001$) e E ($\rho=0,87$; $p=0,0001$) do GMFM, indicando que quanto maior a pontuação adquirida no teste MEEM, maior a pontuação nas dimensões D e E do GMFM.

A Tabela 2 demonstra os resultados referentes à análise de regressão linear simples. A pontuação do MEEM foi significativamente associada e capaz de explicar 49% da variabilidade do escore da dimensão D do GMFM ($p=0,0001$; $f=0,96$) e 58% da variabilidade do escore da dimensão E do GMFM ($p=0,0001$; $f=1,38$). Dessa forma, o aumento de 1 ponto no MEEM levou ao aumento de 0,71 pontos da dimensão D do GMFM e 0,77 pontos da dimensão E do GMFM.

Além disso, os fatores contextuais (sexo, idade, escolaridade materna e nível econômico) foram inseridos individualmente no modelo de regressão e não modificaram os valores de β e R^2 .

Tabela 2. Análise de regressão linear simples entre o Mini Exame do Estado Mental e as dimensões D e E da Medida da Função Motora Grossa.

Mini Exame do Estado Mental				
Variáveis	B (IC95%)	β	R^2	SEE
Dimensão D do GMFM	1,41 (0,90-1,91)	0,71	0,49	16,63*
Dimensão E do GMFM	1,64 (1,15-2,13)	0,77	0,58	16,23*

Legenda: GMFM= Medida da Função Motora Grossa; B=coeficiente de regressão; IC=intervalo de confiança; β =coeficiente de regressão padronizado; R^2 =coeficiente de determinação ajustado; EPE=erro padrão da estimativa.

* Apresentaram valor $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou associação entre a função cognitiva e a capacidade de realizar atividades motoras em

crianças com TEA entre 5 e 10 anos de idade. A variabilidade dos escores do MEEM foi capaz de explicar cerca de 50% da variabilidade dos

escores das dimensões D e E do GMFM, com grande tamanho do efeito.

As relações entre função cognitiva e habilidades motoras na infância são tema de reflexão há décadas,²⁷ com inferências de que a função motora é a base sobre a qual se desenvolvem as funções cognitivas, em resposta a interação com o ambiente.^{19,28} Pesquisas mais recentes no campo do desenvolvimento infantil também têm investigado essa relação em crianças com desenvolvimento típico até os quatro anos de idade^{28,29} e alguns autores apontam as habilidades motoras grossas como preditores da função cognitiva.²⁸ No presente estudo foi explorada a relação inversa, ou seja, o objetivo foi verificar se a função cognitiva poderia explicar a capacidade de realizar atividades motoras grossas, não sendo encontrado na literatura nenhum estudo que tivesse investigado essa direção da associação.

Crianças com TEA apresentam déficit de coordenação motora e limitação na capacidade para realizar algumas atividades motoras quando comparados a indivíduos típicos.³⁰ Observa-se atraso no desenvolvimento de habilidades motoras grossas e finas,^{31,32,33} com dificuldade em habilidade de controle de objetos e funções de equilíbrio.³⁴ No início do desenvolvimento podem ser observados atraso na aquisição dos marcos motores do desenvolvimento⁷ e a partir da idade pré-escolar, as crianças apresentam limitações em habilidades fundamentais de movimento, que exigem maior controle postural e coordenação motora.³⁵ Além disso, quanto maior a gravidade do TEA, menores as habilidades motoras da criança.¹⁸

Em uma revisão sistemática, Catelli *et al.* (2016)³⁶ identificaram os principais testes utilizados para avaliação motora global de indivíduos com TEA. Foi identificado que o *Movement ABC-2 - Bateria de Avaliação de Movimento para Crianças - 2ª edição*,^{37,38} que avalia o equilíbrio e a coordenação motora grossa e fina, foi o teste padronizado mais utilizado. Foram citados também o *Teste do Desenvolvimento Motor Grosso - 2ª edição (Test of Gross Motor Development -2 - TGMD-2)*,^{39,40} que avalia as habilidades de locomoção e controle de objetos, *Ages and Stages Questionnaire 2ª edição (ASQ-2)*^{41,42} que rastreia e monitora atrasos no desenvolvimento, a *Mullen Scales of Early Learning (MSEL) 43*, que avalia coordenação motora grossa e fina, percepção visual, linguagem expressiva e receptiva e *Purdue Pegboard*,⁴⁴ e *Box and Blocks*,⁴⁵ que avaliam a destreza manual. Nesta revisão, foi identificado que as principais limitações motoras apresentadas crianças com TEA estão relacionadas ao equilíbrio e coordenação motora.³⁶ No presente estudo foram utilizadas as dimensões D e E do GMFM-88 para avaliar as limitações das atividades motoras grossas devido ao fato do mesmo requerer espaço mínimo e materiais de baixo custo, que normalmente estão presentes nas clínicas de reabilitação.

Quanto à função cognitiva, as principais alterações se apresentam como dificuldade de compreensão da linguagem verbal e gestual, percepção das contingências de seus comportamentos e de outrem, déficits no pensamento abstrato e na capacidade de sequencialização, compreensão de regras, elaboração de esquemas temporais, e no

processamento de estímulos sensoriais. 46 Elementos da função cognitiva em crianças com TEA têm sido examinados em alguns estudos com o *Children's Color Trails Test* (CCTT). 47,48,49 Esse teste avalia funções executivas como foco atencional, controle inibitório, memória operacional e sequenciamento, por meio de uma atividade que conecta números em sequência com cores alternadas e tem se mostrado interessante para ser utilizado em crianças com TEA por ser demonstrado visualmente. 48 Outro teste utilizado para avaliar a memória de trabalho foi o "dígito span" direto e inverso. 49,50 Uma série de testes clínicos psicológicos também têm sido citados, 51 bem como o questionário *Behavior Rating Inventory of Executive Function* (BRIEF), que avalia as funções executivas da criança a partir do relato dos professores acerca do comportamento da mesma no ambiente escolar. 52 No presente estudo optou-se pela utilização do MEEM adaptado para crianças e adolescentes 20 e validado para a população brasileira, 21 por se tratar de um teste rápido, de fácil aplicação e baixo custo, pois requer apenas papel, caneta e modelos de frase e figura que podem ser impressos facilmente.

Considerando que os fatores contextuais podem interferir na associação entre a função cognitiva e as atividades motoras grossas, as análises de associação foram ajustadas pela idade, sexo, escolaridade materna e nível econômico da família. Fatores pessoais como idade e sexo podem predizer desfechos de atividade e participação 53 e fatores ambientais como escolaridade dos pais e nível socioeconômico das famílias também podem

estar relacionados ao melhor desempenho de atividades. 54 Porém, no presente estudo, essas variáveis não interferiram na associação entre a função cognitiva e a capacidade de realizar atividades motoras grossas.

É importante considerar que esse estudo apresenta algumas limitações relacionadas aos testes utilizados para mensurar as variáveis. Para avaliação da função cognitiva não foi utilizado um teste padrão ouro e sim um teste de triagem (MEEM), que pode ser utilizado por toda a equipe de reabilitação devido à sua facilidade de aplicação. Cabe considerar que a maior parte dos testes utilizados para mensurar a função cognitiva de crianças devem ser aplicados por psicólogos, o que inviabiliza o uso por outros profissionais. Para a avaliação das atividades motoras foram utilizadas as dimensões D e E do GMFM, devido ao fato do mesmo requerer espaço e materiais mínimos, que normalmente estão presentes nas clínicas de reabilitação. Outros testes tem sido recomendados para avaliar crianças com TEA, porém os mesmos apresentam um kit de alto custo ou necessitam de um espaço amplo para a aplicação dos itens, o que inviabiliza o seu uso na prática clínica de fisioterapeutas pediátricos.

Dessa forma, apesar de não terem sido utilizados testes padrão ouro na avaliação das crianças com TEA, foram utilizados aqueles que podem ser aplicados na prática clínica. Por fim, esse foi um primeiro estudo exploratório que buscou elucidar se a função cognitiva pode explicar desfechos de atividades motoras grossas em crianças com TEA, contribuindo para o conhecimento de aspectos importantes a serem considerados na avaliação e

planejamento terapêutico do processo de reabilitação de crianças com TEA.

CONCLUSÃO

A função cognitiva se mostrou fortemente associada e foi capaz de explicar desfechos de atividades motoras grossas em crianças com TEA entre 5 e 10 anos de idade. Porém, ainda é necessário a realização de novos estudos que possam possibilitar melhor compreensão deste tema para o público com TEA.

REFERÊNCIAS

1. American Psychiatric Association. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5 - 5a Edição. Porto Alegre: Artmed. 2014.
2. Matthew JM, Kelly AS, Amanda VB, Deborah AB, Maureen SD, Amy E, et al. Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2018. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*. 2021 Dec;70(11):1-16.
3. Kanne SM, Gerber AJ, Quirnbach LM, Sparrow SS, Cicchetti DV, Saulnier CA. The role of adaptive behavior in autism spectrum disorders: Implications for functional outcome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2011 Aug;41(8):1007-18.
4. Mukherjee SB. Autism Spectrum Disorders — Diagnosis and Management. *Indian Journal of Pediatrics*. Springer India. 2017 Apr;84(4):307-14.
5. Kilincaslan A, Kocas S, Bozkurt S, Kaya I, Derin S, Aydin R. Daily living skills in children with autism spectrum disorder and intellectual disability: A comparative study from Turkey. *Research in Developmental Disabilities*. 2019 Feb;1(85):187-96.
6. Dziuk MA, Gidley Larson JC, Apostu A, Mahone EM, Denckla MB, Mostofsky SH. Dyspraxia in autism: association with motor, social, and communicative deficits. *Developmental Medicine Child Neurology*. 2007 Oct;49(10):734-9
7. Bhat AN, Landa RJ, Galloway JC. Current perspectives on motor functioning in infants, children, and adults with autism spectrum disorders. *Physical Therapy*. 2011 Jul;91(7):1116-29.
8. Colebourn JA, Golub-Victor AC, Paez A. Developing Overhand Throwing Skills for a Child with Autism with a Collaborative Approach in School-Based Therapy. *Pediatric Physical Therapy*. 2017 Jul;29(3):262-9.
9. Demetriou EA, DeMayo MM, Guastella AJ. Executive Function in Autism Spectrum Disorder: History, Theoretical Models, Empirical Findings, and Potential as an Endophenotype. *Frontiers in Psychiatry*. 2019 Nov;11(10):753
10. 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 Feb;21(2):190-202.
11. Eigsti IM, de Marchena AB, Schuh JM, Kelley E. Language acquisition in autism spectrum disorders: A developmental review. Vol. 5, *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2011 Apr;5(2):681-91.
12. Kaur M, M. Srinivasan S, N. Bhat A. Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities*. 2018 Jan;1(72):79-95.
13. Holloway JM, Long TM, Biasini F. Relationships between Gross Motor Skills and Social Function in Young Boys with Autism Spectrum Disorder. *Pediatric Physical Therapy*. 2018 Jul;30(3):184-90.
14. Zhao M, Chen S. The Effects of Structured Physical Activity Program on Social Interaction and Communication for Children with Autism. *BioMed Research International*. 2018 Jan;15;2018:1825046.
15. Bremer E, Cairney J. The interrelationship between motor coordination and adaptive behavior in children with autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*. 2018 Nov;27(9):2350.
16. Lloyd M, MacDonald M, Lord C. Motor skills of toddlers with autism spectrum disorders. *Autism*. 2013 Mar;17(2):133-46.
17. Ozonoff S, Young GS, Goldring S, Greiss-Hess L, Herrera AM, Steele J, et al. Gross motor development, movement abnormalities, and early identification of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2008 Apr;38(4):644-56.
18. Kruger Gabriele Radünz, Silveira Jennifer Rodrigues, Marques Alexandre Carriconde. Motor skills of children with autism spectrum disorder. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. [Internet]. 2019; 21:e60515.
19. Hartman E, Houwen S, Scherder E, Visscher C. On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2010 May;54(5):468-77.
20. Jain M, Passi GR. Assessment of a Modified Mini-Mental Scale for Cognitive Functions in Children. *Brief Reports Indian Pediatrics*. 2005 Sep;42(9):907-12.
21. Moura R, Andrade PMO, Fontes PLB, Ferreira FO, Salvador L de S, Carvalho MRS, et al. Mini-mental state exam for children (MMC) in children with hemiplegic

- cerebral palsy. *Dementia e Neuropsychologia*. 2017 Jul;11(3):287–96.
22. Russell D, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M. Medida da função motora grossa [GMFM-66 & GMFM-88]: Manual do usuário. São Paulo: Memnon. 2011.
23. Russell D, Rosenbaum P, Gowland C, Hardy S, Lane M, Plews N, et al. Gross motor function measure. McMaster University Toronto, Canada. 1993.
24. Hoyer-Kuhn H, Franklin J, Allo G, Kron M, Netzer C, Eysel P, et al. Safety and efficacy of denosumab in children with osteogenesis imperfecta—a first prospective trial. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2016 Mar;16(1):24–32.
25. Mann TN, Loughton B, Donald KA, Langerak NG. HIV encephalopathy with bilateral lower limb spasticity: gross motor function and antiretroviral therapy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2017 Apr;59(4):407–11.
26. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação Econômica Brasil. Abep São Paulo, 2015.
27. Inhelder B. Cognitive development and its contribution to the diagnosis of some phenomena of mental deficiency. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*. 1966 12(4):299–319.
28. Piek JP, Dawson L, Smith LM, Gasson N. The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human movement science*. 2008 Oct;27(5):668–81.
29. Heineman KR, Schendelaar P, van den Heuvel ER, Hadders-Algra M. Motor development in infancy is related to cognitive function at 4 years of age. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2018 Nov;60(11):1149–55.
30. Fournier KA, Hass CJ, Naik SK, Lodha N, Cauraugh JH. Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders*. 2010 Oct;40(10):1227–40.
31. Ament K, Mejia A, Buhlman R, Erklin S, Caffo B, Mostofsky S, et al. Evidence for specificity of motor impairments in catching and balance in children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*. 2015 Mar;45(3):742–51.
32. Liu T. Sensory processing and motor skill performance in elementary school children with autism spectrum disorder. *Perceptual and motor skills*. 2013 Feb;116(1):197–209.
33. Riquelme I, Hatem SM, Montoya P. Abnormal pressure pain, touch sensitivity, proprioception, and manual dexterity in children with autism spectrum disorders. *Neural Plasticity*. 2016;2016:1723401
34. Whyatt CP, Craig CM. Motor skills in children aged 7–10 years, diagnosed with autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*. 2012 Sep;42(9):1799–809.
35. Pusponogoro HD, Efar P, Soebadi A, Firmansyah A, Chen H-J, Hung K-L. Gross motor profile and its association with socialization skills in children with autism spectrum disorders. *Pediatrics & Neonatology*. 2016 Dec;57(6):501–7.
36. Catelli CLRQ, D'Antino MEF, Blascovi-Assis SM. Aspectos motores em indivíduos com transtorno do espectro autista: revisão de literatura. *Cadernos de pós-graduação em distúrbios do desenvolvimento*. 2016 Jun;16(1):56–65.
37. Henderson SE, Sugden D, Barnett AL. Movement assessment battery for children-2. *Research in Developmental Disabilities*. 2007 28(68):348–355
38. Souza C, Ferreira L, Catuzzo MT, Corrêa UC. O teste ABC do movimento em crianças de ambientes diferentes. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2007 7:36–47.
39. Ulrich DA. Test of Gross Development: examiner's manual. PRO-ED: Austin. 2000
40. Valentini NC, Barbosa MLL, Cini GV, Pick RK, Spessato BC, Balbinotti MAA. Teste de desenvolvimento motor grosso: validade e consistência interna para uma população gaúcha. *Revista brasileira de cineantropometria & desenvolvimento humano*. 2008 10(4):399–404.
41. Squires J, Bricker D, Potter L. Ages and stages questionnaires (ASQ-3). Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing. 2009.
42. Filgueiras A. Adaptação transcultural e avaliação psicométrica do Ages and Stages Questionnaires (ASQ) em creches públicas da cidade do Rio de Janeiro. *Psicologia*. PUC-Rio. Rio de Janeiro. 2011.
43. Bishop SL, Guthrie W, Coffing M, Lord C. Convergent validity of the Mullen Scales of Early Learning and the differential ability scales in children with autism spectrum disorders. *American journal on intellectual and developmental disabilities*. 2011 Sep;116(5):331–43.
44. Tiffin J, Asher EJ. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *Journal of applied psychology*. 1948 Jun;32(3):234–47.
45. Mathiowetz V, Federman S, Wiemer D. Box and block test of manual dexterity: norms for 6–19 year olds. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 1985 52(5):241–5.
46. Santana AN, da Silva JB. Desenvolvimento cognitivo da autoconsciência em indivíduos com autismo: contribuições para a compreensão do cotidiano educacional. *Brazilian Journal of Development*. 2019 5(4):3242–51.
47. Llorente AM. Children's color trails test: professional manual. *Psychological Assessment Resources*. 2003.

48. Filipe MG, Frota S, Vicente SG. Executive functions and prosodic abilities in children with high-functioning autism. *Frontiers in psychology*. 2018 9:359.
49. Anderson-Hanley C, Tureck K, Schneiderman RL. Autism and exergaming: effects on repetitive behaviors and cognition. *Psychology research and behavior management*. 2011 Sep;4:129-137.
50. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW, Fischer JS. *Neuropsychological assessment*. 4 ed. Oxford University Press, USA. 2004.
51. Geurts HM, Corbett B, Solomon M. The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends in cognitive sciences*. 2009 Feb;13(2):74-82.
52. Gioia GA, Isquith PK, Guy SC, Kenworthy L. Test review behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology*. 2000 6(3):235-8.
53. King G, Law M, Hurley P, Petrenchik T, Schwellnus H. A developmental comparison of the out-of-school recreation and leisure activity participation of boys and girls with and without physical disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*. 2010 57(1):77-107.
54. Zheng G, Xu X, Li B, Wu K, Yekeen TA, Huo X. Association between lung function in school children and exposure to three transition metals from an e-waste recycling area. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*. 2013 Jan-Feb;23(1):67-72.