
Associação entre função cognitiva e habilidades motoras grossas de crianças pré-escolares

*Amanda Cristina Fernandes,
Ana Cristina Resende Camargos,
Paloma Christina Aguiar Silva,
Herbert Renato Coelho Gomes,
Grayce Kelly Cristina Costa dos Santos,
Josué Lázaro de Souza Gomes,
Ângela Alves Viegas,
Juliana Nogueira Pontes Nobre,
Ana Cristina Rodrigues Lacerda,
Rosane Luzia de Souza Moraes*

Resumo

Há o interesse de se elucidar melhor a relação entre habilidades motoras e cognitivas. **Objetivo:** Verificar se existe associação entre função cognitiva e habilidades motoras grossas e o quanto a função cognitiva é capaz de explicar as habilidades motoras grossas. Métodos: Participaram do estudo 182 crianças, com idade entre 3 e 5 anos. Foi utilizado o Miniexame do Estado Mental (MEEM) e o Teste de Desenvolvimento Motor Grosso (TGMD-2). **Resultados:** A pontuação do MEEM foi significativamente associada e capaz de explicar 15% da variabilidade do escore padronizado de locomoção ($R^2=0,15$; $p=0,0001$) e 9% da variabilidade do quociente motor grosso ($R^2=0,09$; $p=0,0001$). **Conclusão:** A função cognitiva foi capaz de explicar as habilidades motoras de locomoção e o quociente motor grosso. Entretanto, não foi capaz de explicar as habilidades motoras de controle de objetos.

Palavras-chave: Destreza motora, Cognição, Pré-escolar, Desenvolvimento infantil.

Association between cognitive function and gross motor skills of preschool children

Amanda Cristina Fernandes, Ana Cristina Resende Camargos, Paloma Christina Aguiar Silva, Herbert Renato Coelho Gomes, Grayce Kelly Cristina Costa dos Santos, Josué Lázaro de Souza Gomes, Ângela Alves Viegas, Juliana Nogueira Pontes Nobre, Ana Cristina Rodrigues Lacerda, Rosane Luiza de Souza Moraes

Abstract

There is an interest in better elucidating the relationship between motor and cognitive skills. **Objective:** To verify if there is an association between cognitive function and gross motor skills and how much cognitive function is able to explain gross motor skills. A total of 182 children, aged between 3 and 5 years old, participated in the study. The Mini Mental State Examination (MMSE) and the Gross Motor Development Test (TGMD-2) were used. **Results:** The MMSE score was significantly associated and able to explain 14% of the variability of the standardized locomotion score ($R^2=0.14$; $p=0.0001$) and 8% of the variability of the gross motor quotient ($R^2=0.08$; $p=0.0001$). **Conclusion:** Cognitive function was able to explain locomotion motor skills and gross motor quotient. However, it was not able to explain the motor skills of object control.

Keywords: Motor skills, Cognition, Preschool, Child development.

Asociación entre función cognitiva y grandes habilidades motoras en niños de preescolar

Amanda Cristina Fernandes, Ana Cristina Resende Camargos, Paloma Christina Aguiar Silva, Herbert Renato Coelho Gomes, Grayce Kelly Cristina Costa dos Santos, Josué Lázaro de Souza Gomes, Ângela Alves Viegas, Juliana Nogueira Pontes Nobre, Ana Cristina Rodrigues Lacerda, Rosane Luiza de Souza Moraes

Resumen

Existe un interés por dilucidar mejor la relación entre las habilidades motoras y cognitivas. **Objetivo:** Verificar si existe asociación entre la función cognitiva y la motricidad gruesa y en qué medida la función cognitiva es capaz de explicar la motricidad gruesa. **Métodos:** Participaron en el estudio un total de 182 niños, con edades comprendidas entre los 3 y los 5 años. Se utilizaron el Mini Examen del Estado Mental (MMSE) y el Test de Desarrollo Motor Grueso (TGMD-2). **Resultados:** El puntaje MMSE se asoció significativamente y pudo explicar el 14% de la variabilidad del puntaje estandarizado de locomoción ($R^2=0.14$; $p=0.0001$) y el 8% de la variabilidad del cociente motor grueso ($R^2=0.08$; $p=0.0001$). **Conclusión:** La función cognitiva fue capaz de explicar la motricidad locomotora y el cociente motor grueso. Sin embargo, no fue capaz de explicar las habilidades motoras del control de objetos.

Palabras-clave: Destreza motora, Cognición, Preescolar, Desarrollo infantil.

Introdução

As habilidades motoras, definidas como sequências aprendidas de movimentos combinados a fim de produzir uma ação suave e eficiente para realizar uma tarefa específica (Davis, Pitchford & Limback, 2011), são classificadas em (1) habilidades de locomoção (por exemplo, correr, deslizar, pular), (2) habilidades de manipulação e controle de objetos (por exemplo, bater, chutar, lançar, pegar) e (3) estabilidade e habilidades de controle corporal (por exemplo, equilíbrio) (Gallahue, Ozmun, & Goodway, 2013; Stodden et al., 2008).

Na fase pré-escolar, a criança encontra-se na fase dos movimentos fundamentais, ou seja, realiza movimentos básicos de locomoção, controle de objetos e estabilidade corporal (Gallahue, Ozmun, & Goodway, 2013). A ampliação do repertório motor nesta faixa etária é crucial para posterior aprendizagem das habilidades motoras especializadas (Gallahue, Ozmun, & Goodway, 2013; Stodden et al., 2008; Vlahov, Baghurst, & Mwavita, 2014) que servirão de aporte para utilização nas fases subsequentes, seja em práticas esportivas e/ou aptidão física relacionada a saúde (Catuzzo et al., 2016).

Portanto, para que o indivíduo desenvolva a Competência Motora, denominada como o grau de competência em realizar uma variedade de habilidades motoras (Malina, 2014) é necessário oportunidades oferecidas pelo ambiente desde a idade pré-escolar (Caetano, Silveira, & Gobbi, 2005)), considerado um período de janela sensível para o desenvolvimento neuronal (Ismail, Fatemi, & Johnston, 2017).

Para o aprimoramento da Competência Motora estudos atuais têm sugerido forte ligação com o surgimento de aspectos das funções cognitivas (Gottwald, Achermann, Marciszko, Lindskog, & Gredebäck, 2016; Oberer, Gashaj, & Roebers, 2017)). As funções cognitivas são entendidas como as ações mentais ou processos de aquisição de conhecimento e compreensão através do pensamento, da experiência e dos sentidos (Davis, Pitchford & Limback, 2011). Várias habilidades cognitivas em pré-escolares surgem após o desenvolvimento de determinadas habilidades conhecidas como funções executivas (Garon, Bryson, & Smith, 2008; Cook et al., 2019; Buttelmann & Karbach, 2017). A função executiva é definida como "controle cognitivo direcionado ao objetivo do pensamento, ação e emoção" (Zelazo, 2013).

Evidências demonstram que a realização de tarefas motoras complexas requer um maior nível de função cognitiva (Oberer, Gashaj, & Roebers, 2017), demonstrando que a relação entre a função cognitiva e as habilidades motoras pode ser explicada pelo fato de serem ativadas as mesmas áreas cerebrais e possuírem vários processos em comuns, como sequenciamento, monitoramento e planejamento (Van der Fels, Te Wierike, Hartman, Elferink-Gemser, Smith, & Visscher, 2015; Peyre et al., 2019).

A relação entre o desenvolvimento motor e cognitivo tem sido amplamente estudada, geralmente partindo do pressuposto de que o desenvolvimento motor conduz o desenvolvimento cognitivo (Heineman, Schendelaar, Van den Heuvel, & Hadders-Algra, 2018; Taanila, Murray, Jokelainen, Isohanni, & Rantakallio, 2005; Murray, Jones, Kuh, & Richards, 2007). Segundo Adolph e Hoch (2019) quando a criança adquire maior possibilidade de se deslocar no espaço, adquire maior autonomia

facilitando as interações com as pessoas, lugares e objetos, possibilitando novos aprendizados. Entretanto, as ligações causais entre a aquisição de habilidades motoras e o desenvolvimento de habilidades perceptivas e cognitivas nem sempre são óbvias (Adolph, Hoch, 2019; Viegas et al., 2021).

Desta forma, há o interesse na atualidade de se elucidar melhor a relação entre habilidades motoras e cognitivas (Cook et al., 2019, Davis et al., 2011). Sabe-se que durante a idade pré-escolar, com a maior maturação do córtex pré-frontal, a criança começa a apresentar maiores capacidades cognitivas, como memória de trabalho, planejamento, flexibilidade de pensamento, atenção e imitação, que podem auxiliar no aprimoramento das habilidades motoras (Welsh, Friedman, & Spieker, 2006). Apesar deste fato, pesquisas avaliando esses parâmetros em pré-escolares é relativamente recente (Viegas et al., 2021; Van der Fels, Te Wierike, Hartman, Elferink-Gemser, Smith, & Visscher, 2015; Cook et al., 2019), existindo poucos estudos que verificam se a função cognitiva pode estar associada ou capaz de explicar o desenvolvimento motor grosso em crianças típicas na idade pré-escolar (Viegas et al., 2021, Cook et al., 2019).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo verificar a associação entre a função cognitiva e as habilidades motoras grossas de crianças pré-escolares. Além disto, pretende-se verificar o quanto a função cognitiva é capaz de explicar as habilidades motoras grossas.

Métodos

Amostra

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal, exploratório e quantitativo realizado com pré-escolares de escolas públicas de um município de pequeno/médio porte, MG, Brasil. A pesquisa foi realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Parecer 2.355.943).

Participantes

Foi utilizada uma amostra de conveniência e foram elegíveis crianças de três pré-escolas públicas com maior número de crianças em idade pré-escolar, entre 3 e 5 anos, ou seja, 36 a 54 meses, localizadas em um município mineiro de pequeno/médio porte. Foram incluídas no estudo todas as crianças matriculadas nestas pré-escolas. Foram excluídas do estudo crianças que apresentaram alguma condição de saúde com repercussões no crescimento e desenvolvimento infantil. Participaram deste estudo 182 crianças, com idade média de 54,15 ($\pm 8,96$) meses.

Instrumentos

Para avaliar a função cognitiva foi utilizado o instrumento de rastreio de comprometimento cognitivo, o Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Ele avalia respostas orais sobre orientação, memória e atenção, além de

comandos verbais e escritos. Esse instrumento foi adaptado e validado por Jain e Passi (2005) para crianças com idade entre 03 e 14 anos. A criança pode obter um escore de 0 a 37 pontos, dependendo da faixa etária, sendo que quanto maior a pontuação, melhor a função cognitiva. O ponto de corte recomendado para crianças entre 3 e 5 anos é de 24 pontos, ou seja, qualquer valor inferior a este é considerado abaixo do esperado para a idade (Jain & Passi, 2005).

Para avaliar as habilidades motoras grossas foi utilizado o Teste de Desenvolvimento Motor Grosso – segunda edição (*Test of Gross Motor Development – second edition* – TGMD-2). O TGMD-2 é um teste referenciado por norma e critério, com normas individuais para o desenvolvimento de crianças entre três e 10 anos. O teste avalia 12 habilidades motoras fundamentais, 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). O TGMD-2 permite uma avaliação separada de cada subteste (locomoção e controle de objeto) e os escores totais de cada subteste são somados e convertidos em quociente motor, que possui como valor de referência: 100 ± 15 . O quociente motor pode ser classificado em sete categorias: “muito pobre”, “pobre”, “abaixo da média”, “na média”, “superior”, “muito superior” (Ulrich 2000). Para o presente trabalho optou-se por utilizar três categorias, “abaixo da média” (contemplando “muito pobre”, “pobre” e “abaixo da média”), “na média” e “acima da média” (contemplando “superior” e “muito superior”) conforme outros estudos (Bardid et al., 2016). O TGMD-2 foi validado e apresenta confiabilidade para crianças brasileiras (Valentini, 2012). Os coeficientes de correlação intraclasse (ICC) para cada variável do TGMD-2 foram: subteste locomoção = 0,895 (0,565-0,997), subteste controle de objetos = 0,925 (0,766-0,988) e quociente motor = 0,841 (0,520-0,974). Os resultados das confiabilidades foram satisfatórios, prosseguindo-se para a coleta de dados.

Além disso, foi utilizado um questionário estruturado para registro das variáveis sociodemográficas e biológicas das crianças participantes, contendo informações como nome, idade, sexo, data de nascimento da criança, escolaridade materna.

Para verificação do nível econômico das famílias foi utilizado o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP), questionário que se baseia na acumulação de bens materiais e escolaridade. Cada item do questionário recebe uma pontuação e a soma das pontuações está associada ao estrato econômico - A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E. A classificação econômica geral resultante desse critério varia de A1 (indicando classe econômica elevada) a E (indicando classe econômica muito baixa) (ABEP, 2010). O procedimento de discriminação de critérios considera características tangíveis do domicílio, como posse e quantidade de bens duráveis, mercadorias, número de banheiros, emprego de trabalhadores e escolaridade do chefe da família (ABEP, 2010).

Procedimentos

Após aprovação do comitê de ética em pesquisa, os pesquisadores passaram por um treinamento para aplicação dos testes e medidas. Na

primeira etapa foi enviado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o questionário elaborado pelos pesquisadores, a respeito de dados sociodemográficos das famílias e o questionário econômico (ABEP, 2010) dentro da agenda escolar da criança. Na segunda etapa após o retorno dos questionários e TCLE assinados foi iniciada as avaliações das crianças. Todas as crianças foram testadas no ambiente escolar. Em um primeiro momento foi aplicado o teste de função cognitiva (MEEM), com duração em média de 10 a 15 minutos, em sequência foi aplicado o teste de desenvolvimento motor grosso (TGMD-2), com duração de 15 a 20 minutos. O MEEM e o TGMD-2 foram aplicados de forma individual, em espaço apropriado. As crianças demonstraram estar motivadas e interessadas durante a realização da bateria de testes.

Análise de Dados

Os dados foram analisados utilizando o SPSS, versão 20.0. Foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra. A correlação de *Spearman* foi utilizada para verificar a relação entre a função cognitiva (pontuação do MEEM) e as habilidades motoras grossas (escore padronizado de locomoção, escore padronizado de controle de objetos e quociente motor grosso). Posteriormente, análise de regressão linear simples foi realizada entre a variável preditora (pontuação do MEEM) e as variáveis desfechos (escore padronizado de locomoção, escore padronizado de controle de objetos e quociente motor grosso) para verificar o quanto a variável preditora (pontuação do MEEM) poderia explicar a variabilidade da variável desfecho (habilidades motoras grossas). O tamanho do efeito (d) e poder do estudo foi calculado por meio do software G Power 3.1.9.2.

Resultados

A caracterização sociodemográfica dos participantes pode ser observada na Tabela A. Observa-se que do grupo pesquisado, há leve predomínio de meninas, a maioria das mães apresentam escolaridade de, no mínimo, ensino médio completo e metade das famílias pertencem ao extrato C da classificação econômica.

Tabela A. Caracterização sociodemográfica dos participantes

Variáveis	F (%)
Gênero	
Masculino	88(48,4)
Feminino	94 (51,6)
Escolaridade materna	
Ensino fundamental incompleto	8 (4,4)
Ensino fundamental completo	24 (13,2)
Ensino médio completo	105 (57,7)
Ensino superior completo	37 (20,3)
Não informado	8 (4,4)
Classificação econômica	
A-B	59 (32,4)
C	92 (50,5)
D-E	22 (12,1)
Não informado	9 (4,9)

Na Tabela B foram descritos os valores médios do MEEM e das variáveis do TGMD-2. As crianças apresentaram pontuação média abaixo do esperado para idade no MEEM, sendo que 101 (55,5%) crianças foram classificadas como abaixo do esperado para a idade. Em relação ao quociente motor grosso, 32 (17,6%) crianças foram classificadas abaixo da média para a idade, 106 (58,2%) encontrava-se com as habilidades motoras dentro da média para a idade e 44 (24,2%) crianças foram classificadas acima da média para a idade.

Tabela B. Valores médios do Miniexame do Estado Mental e dos escores dos testes de desenvolvimento motor grosso

Variável	Média (dp)	Min-máx
MEEM*	21,91 (4,71)	(8-33)
TGMD-2**		
Escore padronizado de locomoção	10,70 (2,67)	(4-19)
Escore padronizado de controle de objetos	9,15 (2,47)	(2-16)
Quociente motor grosso	99,78 (13,03)	(67-136)

* Mini Exame do Estado Mental; ** Teste de desenvolvimento motor grosso.

A análise de correlação de *Spearman* mostrou associação significativa positiva entre a pontuação do MEEM com o escore padronizado de locomoção ($r=0,39$; $p=0,0001$), o escore padronizado de controle de objetos ($r=0,20$; $p=0,008$) e o quociente motor grosso ($r=0,32$; $p=0,0001$).

A Tabela C demonstra os resultados referentes à análise de regressão linear simples. Foi observado que a pontuação do MEEM foi significativamente associada e capaz de explicar 15% da variabilidade do escore padronizado de

locomoção ($d = 0,16$; Poder = 0,99) e 9% da variabilidade do quociente motor grosso ($d = 0,09$; Poder = 0,98). Dessa forma, o aumento de 1 ponto no MEEM levou ao aumento de 0,68 pontos do escore padronizado de locomoção e 0,11 pontos do quociente motor grosso. A pontuação do MEEM não foi capaz de explicar o escore padronizado de controle de objetos.

Tabela C. Análise de regressão linear simples entre o mini exame do estado mental e as variáveis desfecho relacionadas às habilidades motoras grossas

Mini Exame do Estado Mental					
Variáveis desfecho	R ²	B	β	IC (95%)	P
Locomoção	0,15	0,68	0,39	0,14 – 0,29	0,0001*
Controle de objetos	0,015	0,23	0,12	-0,01 – 0,14	0,10
Quociente Motor Grosso	0,09	0,11	0,30	0,43 – 1,21	0,0001*

R²=coeficiente de determinação ajustado; B: coeficiente de regressão, β =coeficiente de regressão padronizado; IC=intervalo de confiança. *Apresentaram valor $p < 0,05$.

Discussão

No presente estudo foi verificada associação entre a função cognitiva e do desenvolvimento motor grosso, nas habilidades locomotoras e quociente motor grosso. A função cognitiva foi capaz de explicar 15% da variabilidade das habilidades motoras de locomoção e 9% da variabilidade do quociente motor grosso na idade pré-escolar. No entanto, a função cognitiva não foi capaz de explicar as habilidades motoras relacionadas ao controle de objetos.

A idade pré-escolar é um período crítico e fundamental para as crianças adquirirem habilidades motoras fundamentais e para o desenvolvimento das funções executivas, sendo um preditor crucial do futuro acadêmico das crianças e cognitivo na vida adulta (Stodden et al., 2008; Heineman, Schendelaar, Van den Heuvel, & Hadders-Algra, 2018). Cook et al. (2019) investigaram a relação entre a função cognitiva e habilidades motoras grossas, em um estudo realizado com 129 crianças pré-escolares da África do Sul e encontraram resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo. Os autores encontraram uma forte correlação entre habilidades de locomoção e quociente motor com os componentes da função executiva. Entretanto, o controle de objetos foi associado apenas a alguns aspectos da função executiva, à inibição e à memória de trabalho. Ressalta-se que no presente estudo foi utilizado o MEEM que por ser um teste de triagem cognitiva, não avalia em profundidade as funções executivas.

A função cognitiva não foi associada às habilidades motoras de controle de objetos, possivelmente pelo fato de pré-escolares se envolverem mais em atividades locomotoras (corrida e brincadeiras no jardim) (Barnett et al, 2016). Ou seja, uma possível explicação para não ter ocorrido uma associação entre função cognitiva e controle de objetos, pode ser a faixa de idade das crianças do estudo, 3 a 5 anos. Segundo Barnett et al (2016), no desenvolvimento motor infantil, as habilidades locomotoras surgem mais cedo do que as habilidades de controle de objeto. No estudo desenvolvido pelos autores, com crianças belgas de 3 a 8 anos de idade, o aprimoramento do

controle de objetos ocorreu ao longo das idades, mas principalmente entre 6 a 8 anos de idade.

Além disso, segundo Cook et al., 2019, as habilidades de locomoção requerem maiores demandas da coordenação e ativação e sequenciamento das funções cognitivas (Cook et al., 2019). Entretanto, o mesmo não é observado para as habilidades de controle de objetos e as demandas da função cognitiva podem ser menores (Viegas et al., 2021).

É importante apontar que as habilidades motoras e as funções cognitivas podem ser influenciadas por diversos fatores como sexo, escolaridade materna e nível econômico (Viegas et al., 2021; Bardid et al., 2016; Grantham-Mcgregor et al., 2007; Taanila, Murray, Jokelainen, Isohanni, & Rantakallio, 2005; Veldwijk, Scholtens, Hornstra, & Bemelmans, 2011). Observou-se que apenas 17,6% das crianças apresentaram um desempenho das habilidades motoras “abaixo da média” e 82,4% desempenho “na média” ou “acima da média”. Portanto, a média encontrada no presente estudo é diferente da encontrada em estudos brasileiros que aplicaram o TGMD II e evidenciaram que as crianças brasileiras estão apresentando déficit motores (Braga, Krebs, Valentini, & Tkac, 2009; Valentini & Rudisill, 2004). Possivelmente isto tenha ocorrido porque a amostra apresentou número relativamente equilibrado quanto ao gênero, a maioria das mães apresentou como escolaridade no mínimo ensino médio completo e nível econômico médio e alto (classes A, B, C) de acordo com o questionário econômico. Ou seja, observa-se que as crianças deste estudo apresentaram características sociodemográficas que indicam uma qualidade relativa de estimulação o que pode ter influenciado nas habilidades motoras e funções cognitivas (Bardid et al., 2016; Grantham-Mcgregor et al., 2007; Taanila, Murray, Jokelainen, Isohanni, & Rantakallio, 2005; Veldwijk, Scholtens, Hornstra, & Bemelmans, 2011). Ressalta-se que embora mais da metade das crianças apresentaram pontuação média abaixo do esperado para idade no MEEM considerando o estudo de Jain e Passi (2005), estudos preliminares de validação do MEEM para crianças brasileiras de 5 a 16 anos de idade, encontraram uma média de 24 pontos para 5 a 6 anos de idade (Moura et al, 2017).

Este estudo possui como limitação a amostragem por conveniência, entretanto, foi realizado o cálculo do poder encontrando-se altos valores. Outra questão a ser considerada, foi o uso do MEEM. Embora no Brasil haja a validação do instrumento para crianças de 5 a 16 anos (Moura et al, 2017) no presente estudo, as crianças correspondiam a uma faixa etária inferior. Entretanto, para estudos futuros, sugere-se a validação do MEEM para crianças abaixo de 5 anos de idade, pois no Brasil há carência de instrumentos padronizados validados relativos às funções cognitivas para crianças brasileiras. Apesar disso, o presente estudo apresenta como pontos fortes, a utilização do teste TGMD2, validado e padronizado para crianças brasileiras (Valentini, 2012) além de fomentar a discussão sobre um assunto ainda pouco explorado no Brasil principalmente considerando pré-escolares.

Considerações finais

Os achados do estudo indicam associação entre a função cognitiva e as habilidades motoras grossas em crianças pré-escolares brasileiros. A função

cognitiva foi capaz de explicar as habilidades motoras de locomoção e o quociente motor grosso. Entretanto, não foi capaz de explicar as habilidades motoras de controle de objetos.

A identificação precoce de alterações na idade pré-escolar pode favorecer o desenvolvimento de estratégias de intervenção na primeira infância, o que pode reduzir complicações na vida futura. É importante ressaltar que esse é um dos primeiros estudos que verificou a associação entre esses desfechos em crianças brasileiras de desenvolvimento típico entre 3 e 5 anos de idade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pelo apoio institucional. Ao CNPq (303539/2021-6), FAPEMIG (APQ-01898-18) e CAPES (Código Financeiro 001 - apoio financeiro e bolsas). Os autores também agradecem à secretaria municipal de educação e aos diretores das escolas públicas de Diamantina (MG).

Referências

- Adolph, K. E., & Hoch, J. E. (2019). Motor development: Embodied, embedded, enculturated, and enabling. *Annual review of psychology*, 70, 141-164.
- ABEP. (2010). Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de classificação econômica Brasil.
- Bardid, F., et al. "Assessing fundamental motor skills in Belgian children aged 3–8 years highlights differences to US reference sample." *Acta Paediatrica* 105.6 (2016): e281-e290.
- Barnett, L. M., Stodden, D., Cohen, K. E., Smith, J. J., Lubans, D. R., Lenoir, M., ... & Morgan, P. J. (2016). Fundamental movement skills: An important focus. *Journal of Teaching in Physical Education*, 35(3), 219-225.
- Braga, R. K., Krebs, R. J., Valentini, N. C., & Tkac, C. M. (2009). Influência da intervenção no desempenho motor das habilidades locomotoras em crianças entre 6 e 7 anos de idade. *Rev Educ Fís/UEM*, 20(2), 171-81.
- Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in psychology*, 1040.
- Caetano, M. J. D., Silveira, C. R. A., & Gobbi, L. T. B. (2005). Desenvolvimento motor de pré-escolares no intervalo de 13 meses. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 7(2), 05-13.
- Cattuzzo, M. T., dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., ... & Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2), 123-129.
- Cook, C. J., Howard, S. J., Scerif, G., Twine, R., Kahn, K., Norris, S. A., & Draper, C. E. (2019). Associations of physical activity and gross motor skills with executive function in preschool children from low-income South African settings. *Developmental science*, 22(5), e12820

Davis, E. E., Pitchford, N. J., & Limback, E. (2011). The interrelation between cognitive and motor development in typically developing children aged 4–11 years is underpinned by visual processing and fine manual control. *British Journal of Psychology*, 102(3), 569-584.

Gallahue, D. L., Ozmun, J. C., & Goodway, J. D. (2013). *Compreendendo o desenvolvimento motor-: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. AMGH Editora.

Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological bulletin*, 134(1), 31.

Gottwald, J. M., Achermann, S., Marciszko, C., Lindskog, M., & Gredebäck, G. (2016). An embodied account of early executive-function development: prospective motor control in infancy is related to inhibition and working memory. *Psychological science*, 27(12), 1600-1610.

Grantham-McGregor, S., Cheung, Y. B., Cueto, S., Glewwe, P., Richter, L., Strupp, B., & International Child Development Steering Group. (2007). Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The lancet*, 369(9555), 60-70.

Heineman, K. R., Schendelaar, P., Van den Heuvel, E. R., & Hadders-Algra, M. (2018). Motor development in infancy is related to cognitive function at 4 years of age. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(11), 1149-1155.

Ismail, F. Y., Fatemi, A., & Johnston, M. V. (2017). Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. *European journal of paediatric neurology*, 21(1), 23-48.

Jain, M., & Passi, G. R. (2005). Assessment of a modified Mini-Mental Scale for cognitive functions in children. *Indian pediatrics*, 42(9), 907.

Malina, R. M. (2014). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(2), 157-173.

Moura, R., Andrade, P. M. O., Fontes, P. L. B., Ferreira, F. O., Salvador, L. D. S., Carvalho, M. R. S., & Haase, V. G. (2017). Mini-mental state exam for children (MMC) in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dementia & Neuropsychologia*, 11, 287-296.

Murray, G. K., Jones, P. B., Kuh, D., & Richards, M. (2007). Infant developmental milestones and subsequent cognitive function. *Annals of neurology*, 62(2), 128-136.

Oberer, N., Gashaj, V., & Roebbers, C. M. (2017). Motor skills in kindergarten: Internal structure, cognitive correlates and relationships to background variables. *Human movement science*, 52, 170-180. Pereira, Keila RG, Nadia C. Valentini, and Raquel Saccani. "Brazilian infant motor and cognitive development: Longitudinal influence of risk factors." *Pediatrics International* 58.12 (2016): 1297-1306.

Pereira, Keila Ruttnig Guidony, Raquel Saccani, and Nadia Cristina

Valentini. "Cognição e ambiente são preditores do desenvolvimento motor de bebês ao longo do tempo." *Fisioterapia e Pesquisa* 23.1 (2016): 59-67.

Peviani, Valeria, et al. "Mini-Mental State Pediatric Examination (MMSPE) standardization and normative data on Italian children aged 36 to 72 months." *Applied Neuropsychology: Child* (2019): 1-5.

Peyre, H., Albaret, J. M., Bernard, J. Y., Hoertel, N., Melchior, M., Forhan, A., ... & Ramus, F. (2019). Developmental trajectories of motor skills during the preschool period. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 28(11), 1461-1474.

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306.

Taanila, A., Murray, G. K., Jokelainen, J., Isohanni, M., & Rantakallio, P. (2005). Infant developmental milestones: a 31-year follow-up. *Developmental medicine and child neurology*, 47(9), 581-586.

Ulrich, D. A. (2000). *Test of gross motor development (TGMD-2)*. Austin, TX: PRO-ED. Inc. Preuzeto, 18, 2020.

Valentini, N. C., & Rudisill, M. E. (2004). Motivational climate, motor-skill development, and perceived competence: Two studies of developmentally delayed kindergarten children. *Journal of teaching in physical education*, 23(3), 216-234.

Valentini, N. C. (2012). Validity and reliability of the TGMD-2 for Brazilian children. *Journal of motor behavior*, 44(4), 275-280.

Van der Fels, I. M., Te Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 18(6), 697-703.

Veldwijk, J., Scholtens, S., Hornstra, G., & Bemelmans, W. J. (2011). Body mass index and cognitive ability of young children. *Obesity Facts*, 4(4), 264-269.

Viegas, Â. A., Mendonça, V. A., Pontes Nobre, J. N., Souza Morais, R. L. D., Fernandes, A. C., Oliveira Ferreira, F. D., ... & Rodrigues Lacerda, A. C. (2021). Associations of physical activity and cognitive function with gross motor skills in preschoolers: Cross-sectional study. *Journal of Motor Behavior*, 1-16.

Vlahov, E., Baghurst, T. M., & Mwavita, M. (2014). Preschool motor development predicting high school health-related physical fitness: a prospective study. *Perceptual and motor skills*, 119(1), 279-291.

Welsh, M. C., Friedman, S. L., & Spieker, S. J. (2006). Executive Functions in Developing Children: Current Conceptualizations and Questions for the Future.

Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature protocols*, 1(1), 297-301.

Sobre o autor

Amanda Cristina Fernandes

Programa de Pós-Graduação Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil

Ana Cristina Resende Camargos

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil

Paloma Christina Aguiar Silva

Curso de Fisioterapia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Herbert Renato Coelho Gomes

Curso de Fisioterapia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Grayce Kelly Cristina Costa dos Santos

Curso de Fisioterapia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Josué Lázaro de Souza Gomes

Curso de Fisioterapia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Ângela Alves Viegas

Programa de Pós-Graduação Ciências Fisiológicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Juliana Nogueira Pontes Nobre

Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas Multicêntrico, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Ana Cristina Rodrigues Lacerda

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil.

Rosane Luiza de Souza Moraes

Programa de Pós-Graduação Saúde, Sociedade e Ambiente, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina (MG), Brasil

Contato

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Amanda Cristina Fernandes

Departamento de Fisioterapia – Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Campus - Pampulha CEP: 31270-901 / Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

TELEFONE

+55/38/99912-7785

E-MAIL

amandacristina40@gmail.com