

Associação entre aptidão física com atenção visual e desempenho acadêmico em crianças saudáveis

Association between aerobic fitness, visual attention and academic performance in healthy children

Tárcio Amancio do Nascimento¹; Harrison Vinícius Amaral da Silva³; Carlos Alberto Abujabra Merege-Filho²; Vinicius de Oliveira Damasceno³; André dos Santos Costa³

1 Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Recife, PE - Brasil.

2 Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP - Brasil.

3 Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Recife, PE - Brasil.

Endereço para Correspondência:

André dos Santos Costa
Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, s/n – Cidade Universitária,
50670-901- Recife. – PE [Brasil]
andre.santoscosta@ufpe.br

Resumo

Introdução: Entender o papel do exercício para a cognição de crianças tornou-se fundamental, pois na fase escolar a criança se encontra em amplo desenvolvimento. **Objetivo:** Investigar a associação da aptidão aeróbia com atenção visual e desempenho escolar em crianças saudáveis. **Métodos:** Trata-se de estudo transversal, composto por 51 crianças com idade entre 7 a 12 anos de ambos os sexos. A aptidão aeróbia foi obtida a partir do teste de 6 minutos da bateria PROESP-BR. Para as mensurações da atenção visual e do desempenho acadêmico foram utilizados os Testes de Atenção Visual (TAVIS-4) e de Desempenho Escolar (TDE), respectivamente. Para correlação entre os valores das variáveis foi utilizada a correlação de Pearson. **Resultados:** Observou-se que uma maior aptidão aeróbia não se relaciona com melhores desempenhos em testes de atenção e desempenho escolar. **Conclusão:** Os achados sugerem que níveis insuficientes de aptidão aeróbia parecem não influenciar a cognição de crianças saudáveis.

Descritores: Criança; Aptidão Cardiorrespiratória; Desempenho Psicomotor.

Abstract

Introduction: Understanding the role of exercise in the cognition of children has become fundamental, because in the school stage the child is in wide development. **Objective:** Investigate the association of aerobic fitness with visual attention and school performance in healthy children. **Methods:** This is a cross-sectional study of 51 children aged 7 to 12 years of both sexes. The aerobic fitness was obtained from the 6-minute PROESP-BR battery test. Visual Attention Testing (TAVIS-4) and School Performance Test (SPT), respectively, were used to measure visual attention and academic performance. Pearson's correlation was used to correlate the values of the variables. **Results:** It was observed that greater aerobic fitness is not related to better performance in school attendance and performance tests. **Conclusion:** The findings suggest that insufficient levels of aerobic fitness do not seem to influence the cognition of healthy children.

Keywords: Child; Cardiorespiratory Fitness; Psychomotor Performance.

Introdução

Apesar de grande número de evidências apontarem para a necessidade de engajamento diário em programas de exercícios e/ou atividades físicas, dados epidemiológicos demonstram um considerável aumento em doenças associadas ao sedentarismo na população mundial, incluindo crianças e adolescentes^{1, 2}. Não surpreendente, o consumo de uma dieta hipercalórica rica em gorduras saturadas e carboidratos, aumento do tempo em atividades sedentárias associado à diminuição do gasto energético em atividades físicas antes, durante, e após o período escolar, contribuem consideravelmente para esse cenário³.

É bem estabelecida a relação entre a participação regular em atividades físicas e a melhoria da aptidão física em escolares⁴. Além disso, crianças e adolescentes com maior aptidão física apresentam menores taxas de comorbidades (ex: diabetes mellitus tipo 2; dislipidemia; câncer; doenças neurodegenerativas) na vida adulta em comparação a seus pares inativos^{5,6}. De maneira interessante, a literatura indica que a prática regular de exercícios físicos também pode influenciar positivamente o desempenho cognitivo e a saúde mental de crianças⁷.

Estudos demonstraram que crianças engajadas em atividades físicas regulares obtêm melhores resultados em testes da função executiva (ex: memória de trabalho, planejamento, atenção) e desempenho acadêmico (ex: leitura, aritmética, escrita) em comparação aos seus pares insuficientemente ativos⁸. Contudo, é possível que as diferenças metodológicas em relação à faixa etária estudada (crianças, adolescentes), duração (agudo ou cronicamente) e testes cognitivos utilizados (função executiva, quociente de inteligência, matemática, leitura, escrita) não permitem maiores extrapolações^{9,10,11}. Nesse sentido, crianças (seis até 12 anos) parecem ser beneficiadas quando as práticas de atividades físicas são incorporadas ao ambiente escolar, seja por um maior tempo para a prática ou quando submetidas a programas estruturados de ativi-

dades físicas (isto é, planejado e supervisionado)¹². Entretanto, ainda não é claro se um maior nível de aptidão física pode influenciar positivamente a função cognitiva de crianças saudáveis.

O treinamento físico (agudo ou crônico) parece ser uma importante estratégia para beneficiar o desempenho cognitivo de crianças em desenvolvimento¹³. De maneira interessante é esperado que crianças entre oito e 12 anos de idade apresentem um elevado metabolismo cerebral em paralelo com altos níveis de substância cinzenta cortical, sugerindo que indivíduos em desenvolvimento necessitam de um alto custo por energia (ressíntese de adenosina trifosfato) para a manutenção dos processos cognitivos (ex: cálculo matemático; aprendizagem), sendo o exercício físico capaz de propiciar, nesse contexto, efeitos positivos¹⁴.

Assim, é possível presumir que o engajamento em atividades físicas regulares esteja associado com melhor desempenho cognitivo e acadêmico.

Portanto, o objetivo do estudo foi investigar uma possível associação da aptidão aeróbia com a atenção visual seletiva, alternada e sustentada e o desempenho escolar em crianças saudáveis.

Material e métodos

Casuística

Esse estudo transversal, composto por 51 crianças (sete a doze anos) de ambos os sexos, foi realizado em uma escola municipal de ensino fundamental localizada na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil. Os critérios de exclusão foram: i) diagnóstico de transtornos cognitivos (ex: déficit de atenção e hiperatividade, depressão, transtorno pós-traumático; ii) traumatismo craniano; iii) qualquer diagnóstico de doenças crônicas ou infecciosas; iv) diagnóstico de doenças oculares que poderia comprometer a capacidade visual nos testes cognitivos e de desempenho escolar, obtidos por meio de anamnese (auto relato). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa

Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (parecer n. 1.526.106) e todos os responsáveis pelos participantes foram informados sobre a pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os níveis de aptidão aeróbia, desempenho acadêmico e atenção visual foram determinados a partir da utilização dos testes de seis minutos, teste de Desempenho Escolar (TDE) e Teste de Atenção Visual (TAVIS-4), respectivamente. A fim de caracterizar a amostra do presente estudo, foi aplicado o questionário de maturação sexual determinada de acordo com os métodos de Tanner¹⁵ e a avaliação da composição corporal através cálculo do índice de massa corporal (IMC). As avaliações foram realizadas dentro do ambiente escolar, em uma sala de aula reservada, exceto o teste de seis minutos que foi realizado no ginásio poliesportivo da escola. Buscando minimizar a sobrecarga neuropsicológica dos participantes do estudo, o TAVIS-4 foi aplicado no 1º dia, o TDE no 2º dia e o teste de seis minutos no 3º dia.

Composição Corporal

A massa corporal dos participantes foi determinada por balança digital (Filizola®), com precisão de 0,1 kg. Com auxílio do estadiômetro (haste metálica graduada em 0,5cm), foi determinada a altura, medida em metros, com a criança na posição em pé, descalço sobre a plataforma, com os calcanhares juntos e olhar para o horizonte. Estes dados foram utilizados para o cálculo do índice de massa corporal (IMC).

Aptidão Aeróbia

A avaliação da aptidão aeróbia foi realizada por meio do teste de seis minutos da Bateria de Testes PROESP-BR, validado para a faixa etária do presente estudo¹⁶. O teste consiste de uma demarcação de dois pontos no chão com uma distância de 6 metros entre eles. Ao sinal de um apito os participantes devem realizar o percurso indo e voltando o maior número de vezes que

conseguir no tempo máximo de seis minutos. Durante a execução do teste o avaliador informa a passagem do tempo (por ex, "Atenção: falta 1 minuto"), caso o avaliado sinta-se cansado pode diminuir o ritmo de sua velocidade e caminhar sem poder parar totalmente. Ao final, calcula-se a distância total em metros que cada indivíduo percorreu no tempo determinado. A amostra foi dividida em dois grupos conforme os dados obtidos na avaliação da aptidão aeróbia utilizando o percentil 75 como ponto de corte¹⁷.

Atenção Visual

A avaliação da atenção visual foi realizada com o programa computadorizado Teste de Atenção Visual (TAVIS-4) normatizado para crianças¹⁸. O teste é composto por três tarefas distintas com o objetivo de avaliar a atenção seletiva (1), atenção alternada (2) e atenção sustentada (3). A tarefa 1 consiste no examinado responder seletivamente a um estímulo-alvo apresentado dentre vários estímulos. Na tarefa 2 o examinado deve manter a atenção e responder alternadamente a dois parâmetros: igual ou diferente. Na tarefa 3 o examinado deve permanecer continuamente atento à tela do computador por aproximadamente 10 a 15 minutos, podendo variar de acordo com a idade do avaliado, respondendo o mais rápido possível ao aparecimento de um novo estímulo¹⁹. Após a aplicação, o computador armazena e classifica os erros por omissão (EPO) e por ação (EPA), além do tempo médio de reação do indivíduo (TMR) em cada uma das três tarefas. O tempo total da aplicação foi de aproximadamente 25 minutos.

Desempenho Acadêmico

O Teste de Desempenho Escolar (TDE) é um instrumento psicométrico com objetivo de avaliar as capacidades fundamentais para o desempenho acadêmico, composto por subtestes de escrita, aritmética e leitura²⁰. A primeira etapa do teste consiste na escrita correta do nome do avaliado e posteriormente a escrita de

palavras contextualizadas, apresentadas sobre a forma de ditado. Após essa fase o avaliado tentará resolver por escrito o maior número de problemas matemáticos que conseguir sendo eles problemas de adição, subtração, multiplicação e divisão. Por último o avaliado terá de ler de forma correta diversas palavras expostas no livreto. O avaliador corrige o livreto e os subtestes apresentam uma escala de itens em ordem crescente com classificação que varia entre inferior, médio e superior no que tange ao escore total dos subtestes²⁰.

Análise Estatística

Para a análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva e inferencial. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. A amostra foi categorizada em dois grupos de acordo com os escores obtidos no teste de aptidão aeróbio, assumindo como ponto de corte o Percentil 75 (Grupo 1 – Percentil <75 e Grupo 2 – Percentil ≥75, sendo os melhores desempenhos no teste de seis minutos agrupados no G2, n=14). Para verificar a diferença entre os grupos foi utilizado o teste t para grupos independentes para as variáveis com distribuição normal e o teste *U Mann Whitney* para as variáveis com distribuição não normal. Para analisar a associação entre os valores de aptidão aeróbia com as variáveis de atenção e escores

de teste de desempenho escolar, foi utilizada a correlação de Pearson. Para todos os testes foi adotado nível de significância $p < 0,05$ e utilizado o software Statística 10.0 para Windows.

Resultados

Na tabela 1 são apresentados os dados demográficos dos participantes do estudo.

No teste de desempenho escolar (TDE), não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre G1 e G2 na escrita, aritmética e leitura (Tabela 2). De maneira similar, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes no EPO, EPA e TMR nas tarefas da atenção seletiva, alternada e sustentada do TAVIS-4 (Tabela 3).

Tabela 2: Resultados do teste de desempenho escolar entre os grupos

Score	G1 (P<75) (n=37)	G2 (P≥75) (n=14)	Teste t independente	
			t valor	p valor
Escrita	10,57(7,79)	9,79(4,25)	0,355	0,724
Aritmética	9,65(4,74)	10,21(3,68)	-0,402	0,689
Leitura	45,16(23,16)	48,21(16,61)	-0,450	0,655
Total	65,38(32,40)	68,21(22,18)	-0,301	0,765

Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada para o teste de desempenho escolar entre os grupos.

Fonte: Os autores.

Tabela 1: Dados de caracterização dos participantes do estudo

	G1(P<75) (n=37)	G2 (P≥75) (n=14)	Teste t independente		
			t valor	p valor	
Idade	9,35(1,21)	9,43(1,34)	-0,198	0,844	
Peso	32,85(7,10)	33,68(12,11)	-0,303	0,763	
Altura	1,37(0,07)	1,37(0,10)	-0,098	0,922	
IMC, kg/m ²	17,35(3,01)	17,38(3,86)	-0,025	0,980	
Vídeo Game, min	97,03(87,81)	101,43(88,91)	-0,159	0,874	
Teste 6 min, metros	548,76 (53,4)	671,93 (43,2)	-7,709	0,000*	
Sexo, ♂/♀	(17 /20)	(8 /6)	—	—	
			Teste Mann Withnney		
			U	Z	p valor
Maturação Sexual	2,00(2,00)	1,50(2,00)	231,5	-0,570	0,560

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos $p < 0,0001$. ♂ = masculino; ♀ = feminino.

Fonte: Os autores.

Tabela 3: Comparação dos escores do teste de Atenção visual entre os grupos

	G1 (P<75) (n=37)	G2 (P≥75) (n=14)	Teste Mann Withney		
			U	Z	p valor
Atenção Seletiva					
TMR	0,59(0,05)	0,62(0,12)	228,5	-0,633	0,527
EPO	2,00(2,00)	2,50(3,00)	235,0	-0,496	0,615
EPA	7,00(7,00)	8,00(6,00)	257,0	0,032	0,975
Atenção Alternada					
TMR	0,65(0,27)	0,74(0,21)	208,0	-1,066	0,286
EPO	2,00(5,00)	2,00(8,00)	257,0	0,032	0,974
EPA	8,00(27,00)	5,50(6,00)	214,0	0,939	0,346
Atenção Sustentada					
TMR	0,58(0,14)	0,58(0,11)	250,5	0,169	0,866
EPO	0,00(0,00)	0,00(0,00)	244,0	-0,306	0,553
EPA	1,00(5,00)	1,00(1,00)	247,0	0,243	0,803

Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada para o teste de Atenção Visual entre os grupos.

Fonte: Os autores.

Na tabela 4 são apresentadas as relações da aptidão aeróbia com os testes de atenção (seletiva, alternada e sustentada) e desempenho escolar (escrita, aritmética, leitura e escore total). A aptidão aeróbia foi positiva e fracamente relacionada com EPO para a atenção seletiva e alternada, e com o TMR para a atenção alternada. Não foram encontradas relações com as demais variáveis atencionais e com o desempenho escolar (escrita, aritmética, leitura e escore total).

Discussão

Nossos dados demonstram que maior aptidão aeróbia não se relaciona com melhores desempenhos em testes de atenção e desempenho escolar, possivelmente por níveis insuficientes de aptidão aeróbia evidenciados na amostra estudada quando comparado aos valores de referência para o teste de 6min (PROESP-BR). Ao contrário do esperado, melhor aptidão aeróbia foi positiva e fracamente relacionada com erros por omissão (EPO) da atenção seletiva e alternada, e com o

Tabela 4: Correlação entre atenção visual e desempenho escolar com aptidão aeróbia

	Teste de correlação de Pearson	
	R	p valor
Atenção Seletiva		
TMR	-0,056	0,694
EPO	0,327	0,019*
EPA	0,259	0,660
Atenção Alternada		
TMR	0,404	0,007*
EPO	0,324	0,034*
EPA	0,038	0,810
Atenção Sustentada		
TMR	-0,125	0,384
EPO	0,122	0,394
EPA	-0,031	0,875
Escore		
Escrita	-0,107	0,456
Aritmética	-0,052	0,715
Leitura	-0,150	0,295
Total	-0,148	0,301

TMR, tempo de reação; EPO, erro por omissão; EPA, erro por ação.

*Diferença estatisticamente significativa entre a correlação da aptidão aeróbia com desempenho escolar e atenção visual.

Fonte: Os autores.

tempo de reação (TMR) da atenção seletiva (tabela 4). Em geral, nossos resultados sugerem que níveis insuficientes de aptidão aeróbia não influenciam a cognição em crianças saudáveis.

O exercício físico tem se destacado como uma importante estratégia capaz de beneficiar o cérebro e a função cognitiva de crianças e adolescentes²¹. Tendo em vista a positiva relação entre o exercício físico agudo ou crônico sobre o sistema nervoso central, tornou-se possível especular que um maior nível de aptidão física está associado com melhores desempenhos escolares e na cognição de crianças saudáveis.

As hipóteses fisiológicas responsáveis pelos benefícios do exercício físico sobre o desempenho cognitivo e a saúde mental são: a) aumento da oferta por nutrientes (ex: glicose; creatina; aminoácidos) e oxigênio através do incremento no fluxo sanguíneo cerebral; b) aumento na expressão e liberação de neurotransmissores (ex:

serotonina) e neurotrofinas (ex: BDNF) capazes de modular o potencial de ação e aumentar o volume cerebral (substância cinzenta), respectivamente; c) modulação de diversos hormônios com ações centrais (ex: β -endorfina; cortisol; insulina) que podem influenciar a morfologia e ativação cortical, além da própria função cognitiva²².

Considerando os efeitos positivos do exercício físico para a maturação e desenvolvimento de crianças, um maior engajamento em atividades físicas diárias pode elevar o nível de aptidão física com consequentes benefícios na cognição de escolares²³. Contudo, em nosso estudo, maior aptidão aeróbia não foi associada com melhor atenção seletiva, como também melhor desempenho escolar nas crianças estudadas.

Diversos fatores podem estar relacionados ao fato das crianças com maior aptidão aeróbia de nosso estudo não apresentarem melhores respostas cognitivas nos testes de atenção e desempenho escolar. Previamente, observamos que apenas a memória incidental de uma amostra semelhante de escolares (10 anos de idade) foi associada com um maior tempo despendido em atividades físicas no lazer²⁴. Ainda que o desenho metodológico utilizado no presente estudo (transversal) foi semelhante aos prévios trabalhos que investigaram associação entre atividade física e a cognição em escolares^{24,25}, a necessidade de intervenções no próprio ambiente escolar onde ocorreu a pesquisa tornou-se imprescindível a fim de atestar os benefícios do treinamento físico na cognição. Nesse contexto, estudos randomizados e controlados realizados dentro da escola não são unânimes e apresentam inconsistências em relação aos efeitos do treinamento físico ou mais tempo de educação física escolar sobre a cognição de escolares²⁶. Ademais, significativas alterações cerebrais e sistêmicas decorrentes da puberdade são esperadas nessa faixa etária²⁷. Entretanto, não foram observados em nosso estudo diferenças estatisticamente significante na maturação sexual que justificassem possíveis diferenças no desempenho cognitivo entre G1 ($P < 75$) e G2 ($P \geq 75$) ($p = 0,5$).

Evidências demonstram que a combinação de exercício físicos com esforços entre moderada e alta intensidades intercalados com tarefas complexas (que exige grande demanda mental) culmina no melhor desempenho cognitivo em comparação as aulas de educação física escolar²⁸. Best²⁹ observou que a inclusão de jogos de vídeo game que exijam demanda física durante os objetivos de suas tarefas (ex: "exergames") resulta em melhorias cognitivas significativas. Embora tenha havido ausência de dados sobre as características dos jogos de vídeo game praticados pelas crianças que avaliamos, não houve diferença significativa em relação ao tempo despendido nessa atividade entre G1 ($P < 75$) e G2 ($P \geq 75$) ($p = 0,8$).

Pouco se sabe acerca do volume de treinamento físico necessário para se alcançar benefícios cognitivos em crianças²⁹. Altos níveis de aptidão cardiovascular podem sugerir melhores resultados na cognição via adaptações fisiológicas propiciadas pelo treinamento físico na estrutura e metabolismo cerebrais²². Interessantemente, é esperado que crianças entre oito e 12 anos apresentem elevado metabolismo cerebral para manter o processamento e desenvolvimento cerebrais e o treinamento físico regular realizado em moderada e alta intensidades pode contribuir para um elevado suporte energético cerebral nessa população¹⁴. Em nossa amostra, as crianças do grupo G2 ($P \geq 75$), todavia, não atingiram níveis suficientes de aptidão aeróbia recomendada para essa população (>700 metros), fato que pode estar relacionado com a ausência de benefícios cognitivos esperados por um maior engajamento em atividades físicas regulares.

De maneira alternativa, fatores externos podem influenciar a cognição de escolares. O consumo excessivo de alimentos ricos em gordura, por exemplo, está relacionado com aumento da resposta inflamatória central que impactam negativamente sobre a estrutura e metabolismo cerebrais, além da própria função cognitiva, assim como o ambiente e o convívio familiar que exercem forte influência sobre o desenvolvimen-

to infantil, de tal forma que casos de maltrato infantil e abandono podem causar o comprometimento da cognição³⁰. Contudo, em nosso estudo não foi possível avaliar a alimentação e o contexto social dos participantes que potencialmente poderiam explicar nossos achados.

Conclusão

Os resultados do presente estudo sugerem que níveis insuficientes de aptidão aeróbia parecem não influenciar a cognição de crianças saudáveis em fase escolar. Ainda que fatores externos possam exercer influência sobre os achados de nossa pesquisa, políticas públicas voltadas para promoção da prática regular de atividades físicas dentro e fora do ambiente escolar tornam-se fundamentais a fim de melhorar a saúde física e cognitiva de crianças em desenvolvimento.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Grupo de Pesquisa em Exercício Físico, Nutrição e Sistema Nervoso Central (GENSC), fundamental para esse estudo.

Referências

- Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl III, HW. Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. *International Journal of Epidemiology*. 2011;40(3):685–698.
- Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*. 2012;380(9838):247–257.
- Decelis A, Jago R, Fox KR. Physical activity, screen time and obesity status in a nationally representative sample of Maltese youth with international comparisons. *BMC public health*. 2014;14(1):664.
- Alves AR, Marta CC, Neiva HP, Izquierdo M, Marques, MC. Does intrasession concurrent strength and aerobic training order influence training-induced explosive strength and VO₂max in prepubescent children?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(12):3267-3277.
- Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases [mdash] myokine regulation. *Nature reviews rheumatology*. 2015;11(2):86-97.
- Niemiro GM, Raine, LB, Khan, NA, Emmons R, Little J, Kramer AF, De Lisio M. Circulating progenitor cells are positively associated with cognitive function among overweight/obese children. *Brain, behavior, and immunity*. 2016;57:47-52.
- Erickson, KI, Hillman CH, Kramer AF. Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2015;4:27-32.
- Álvarez-Bueno C, Pesce, C, Cavero-Redondo I, Sánchez-López M, Garrido-Miguel M, Martínez-Vizcaíno V. Academic Achievement and Physical Activity: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2017; 140(6):e20171498.
- Donnelly JE, Hillman CH, Greene JL, Hansen DM, Gibson CA, Sullivan DK, et al. Physical activity and academic achievement across the curriculum: Results from a 3-year cluster-randomized trial. *Preventive Medicine*. 2017;99:140-145.
- Tomprowski PD, McCullick B, Pendleton DM, Pesce, C. Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*. 2015;4(1):47-55.
- Miller AA, Spencer SJ. Obesity and neuroinflammation: a pathway to cognitive impairment. *Brain, behavior, and immunity*. 2014;42:10-21.
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;1-7.
- Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*. 2003;15(3):243-256.



14. Chaddock-Heyman L, Erickson KI, Chappell MA, Johnson CL, Kienzler C, Knecht, A, Hillman CH. Aerobic fitness is associated with greater hippocampal cerebral blood flow in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2016;20:52-58.
15. Tanner JM. Growth and maturation during adolescence. *Nutrition reviews*. 1981;39(2):43-55.
16. Adroaldo G, Adriana L, Anelise G, Débora T, Eraldo P, Rodrigo Moreira. Projeto Esporte Brasil (PROESP-Br). Manual de Testes e Avaliação. 2015.
17. Carrel AL, Bowser J, White D, Moberg DP, Weaver B, Hisgen J, et al. Standardized Childhood Fitness Percentiles Derived from School-Based Testing. *The Journal of pediatrics*. 2012;161(1):120-124.
18. Duchesne M, Mattos, P. Normatização de um teste computadorizado de atenção visual. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 1997;55(1):62-69.
19. Mattos P, Coutinho, G. Teste de atenção visual (Tavis-3). Avaliação neuropsicológica. Porto Alegre: Artmed; 2010.
20. Stein, LM. TDE: teste de desempenho escolar: manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo; 1994.
21. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Wiebe SA, Spence, JC, Friedman A, Hinkley T. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016;19(7) 573-578.
22. Merege Filho, CAA, Alves CRR, Sepúlveda CA, Costa ADS, Lancha Junior AH, Gualano B. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*. 2014;20(3):237-241.
23. Schwarb H, Johnson CL, Daugherty AM, Hillman CH, Kramer AF, Cohen NJ, et al. Aerobic fitness, hippocampal viscoelasticity, and relational memory performance. *NeuroImage*. 2017;153:179-188.
24. Merege Filho CAA, Alves CRR, Neves WD, Junior AHL, Gualano B, Dos Santos CA. Associação entre o nível de atividade física de lazer e o desempenho cognitivo em crianças saudáveis. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2013;27(3):355-361.
25. Dollman J, Boshoff K, Dodd G. The relationship between curriculum time for physical education and literacy and numeracy standards in South Australian primary schools. *European Physical Education Review*. 2006;12(2):151-163.
26. Donnelly JE, Hillman CH, Greene JL, Hansen DM, Gibson CA, Sullivan DK, et al. Physical activity and academic achievement across the curriculum: Results from a 3-year cluster-randomized trial. *Preventive Medicine*. 2017;99:140-145.
27. Sisk CL, Foster DL. The neural basis of puberty and adolescence. 2004;7(10):1040-1047.
28. Tomporowski PD, McCullick B, Pendleton DM, Pesce, C. Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*. 2015;4(1):47-55.
29. Best JR. Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental psychology*. 2012;48(5):1501.
30. Suor JH, Sturge-Apple ML, Davies PT, Cicchetti, D. A life history approach to delineating how harsh environments and hawk temperament traits differentially shape children's problem-solving skills. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2017;58(8):902-909.