

Associação da aptidão física e desempenho acadêmico de escolares

Association of physical fitness and academic performance among schoolchildren

FERRARI, G L M; REZENDE, L F M; BEZERRA, D R; ARAÚJO, T L; MATSUDO V K R. Associação da aptidão física e desempenho acadêmico de escolares. **R. bras. Ci. e Mov** 2014;22(4):37-46.

RESUMO: Associação entre aptidão física e desempenho acadêmico de escolares de Ilhabela. O estudo fez parte do *Projeto Longitudinal de Crescimento, Desenvolvimento e Aptidão Física de Ilhabela*. Os dados foram coletados no primeiro semestre de 2013. A amostra consistiu em 226 escolares (119 meninos e 107 meninas) com idade entre 10 e 15 anos ($12,35 \pm 1,33$ meninos; $12,02 \pm 1,23$ meninas). Todos os escolares que participaram da pesquisa pertenciam a duas escolas municipais de Ilhabela, sendo uma de ensino médio e outra de ensino fundamental. As variáveis antropométricas analisadas foram: índice de massa corporal, circunferência de cintura, somatória das sete dobras cutâneas (subescapular, bicipital, tricipital, supra ilíaca, axilar-média, abdominal e panturrilha medial). As variáveis neuromotoras da aptidão física foram: força de membros superiores e inferiores, agilidade e força abdominal. O desempenho acadêmico (satisfatório vs. não satisfatório) foi analisado por meio das disciplinas de matemática, português, leitura e ciências cursadas no primeiro semestre de 2013. A regressão de Poisson foi realizada para analisar a associação entre aptidão física e desempenho acadêmico. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. 75,5% dos meninos e 64,8% das meninas tiveram um desempenho satisfatório na disciplina de ciências. Na análise multivariada, ajustada por idade, foi encontrada uma associação entre a força muscular de membros inferiores e a disciplina de ciências (RP 1,31; IC 95% 1,10 – 1,59; $p < 0,01$). Nossos resultados corroboram com a literatura atual, indicando uma associação entre um componente da aptidão física (força muscular) e o desempenho escolar (disciplina de ciências) de crianças e adolescentes. Programas de incentivo à prática de atividade física, especialmente na escola, devem ser estimulados a fim de proporcionar os diversos benefícios da atividade física a essa população, como por exemplo, a possível melhora no desempenho escolar.

Palavras-chave: Aptidão Física; Criança; Adolescente; Escolares.

ABSTRACT: The association between physical fitness and academic performance of schoolchildren from Ilhabela. The study was part of Longitudinal Growth, Development and Physical Fitness Project from Ilhabela. Data were collected in the first semester of 2013. The sample consisted of 226 students (119 boys and 107 girls) aged 10 to 15 years (12.35 ± 1.33 boys; 12.02 ± 1.23 girls). All sample of this research were from two municipal schools in Ilhabela. One is a high school and another middle school. Anthropometric variables were: body mass index, waist circumference, sum of seven skinfolds (biceps, triceps, subscapular, suprailiac, midaxillary, abdomen and calf). The neuromotor variables were: strength (upper and lower limbs), abdominal strength and agility. Academic performance (satisfactory vs. unsatisfactory) was analyzed through the disciplines: mathematics, portuguese, reading and science coursed in the first semester of 2013. Poisson regression was performed to examine the association between physical fitness and academic performance. The statistical significance level was $p < 0.05$. 75.5% of boys and 64.8% girls had satisfactory performance in discipline of science. In multivariate analysis adjusted for age, the association was found between lower limb muscle strength and discipline of science (PR 1.31, 95% CI 1.10 to 1.59; $p < 0.01$). Our results support the current literature indicating an association between a component of physical fitness (muscle strength) and academic achievement (discipline of science) for children and adolescents. Physical activity programs, especially in school settings, should be encouraged to provide the benefits of physical activity for this population, such as possible improvements in academic achievement.

Key Words: Physical Fitness; Child; Preschool; Adolescent.

Gerson Luis de Moraes Ferrari^{1,2}
Leandro Fôrnias Machado Rezende^{1,3}
Diogo Rodrigues Bezerra^{1,2}
Timóteo Leandro Araújo¹
Victor Keihan Rodrigues Matsudo^{1,2}

¹Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS)
²Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)
³Universidade de São Paulo (USP)

Recebido: 01/08/2014
Aceito: 01/10/2014

Contato: Gerson Luis de Moraes Ferrari - gersonferrari08@yahoo.com.br

O ambiente escolar têm um papel importante no desenvolvimento bio-psico-social de crianças e adolescentes¹. Um de seus grandes papéis é a promoção de hábitos de vida saudável aos escolares, bem como seus familiares, dentre os quais destaca-se a prática de atividade física^{2,3}. Além dos resultados imediatos, a atividade física na infância e adolescência aumenta a probabilidade de uma vida adulta ativa e saudável⁴ reduzindo o risco da obesidade e de doenças crônicas não transmissíveis⁵. Uma das formas como essa redução do risco se dá, é pelo aumento da aptidão física⁶, que atua como um dos mediadores ou moderadores dos benefícios da atividade física para a saúde^{7,8}.

Recentemente, estudos têm investigado os efeitos da prática de atividade física no desempenho acadêmico de crianças e adolescentes⁹⁻¹². A hipótese investigada⁹ é que crianças com maior nível de aptidão física apresentam maiores níveis de fator neurotrófico derivado do cérebro (brain derived neurotrophic fator – BDNF)¹³. O BDNF, juntamente com outras proteínas como a m-calpaina, melhoram significativamente a plasticidade neuronal, a motilidade celular, além de reduzir a neurodegeneração¹³. Efetivamente, essas substâncias levariam a uma melhora na função de tarefas cognitivas que exigem percepção, memória, controle cognitivo^{9,10,12}.

Embora alguns estudos realizados principalmente em países desenvolvidos tenham investigado a associação entre aptidão física e desempenho acadêmico em escolares, os resultados têm sido questionados por uma variedade de limitações metodológicas, como por exemplo, a falta de padronização das provas e das notas, limitando assim as conclusões das evidências vigentes^{14,15}. Sendo assim, a realidade em países em desenvolvimento é distinta, e a quantidade de estudos nessas regiões ainda é pequena¹⁶. Com isso, novos estudos em países em desenvolvimento são necessários para avaliar a relação dos diferentes componentes da aptidão física e o desempenho acadêmico de escolares. Sendo assim, o objetivo do nosso estudo foi avaliar a associação entre a aptidão física e o desempenho acadêmico em escolares do município de Ilhabela.

Materiais e Métodos

O presente estudo faz parte do *Projeto Longitudinal de Crescimento, Desenvolvimento e Aptidão Física de Ilhabela*, desenvolvido pelo CELAFISCS desde 1978, de forma ininterrupta, com uma avaliação semestral, sempre nos meses de abril e outubro. O objetivo do projeto é analisar dados referentes à aptidão física (antropométricos, neuromotores e metabólicos), atividade física e consumo alimentar, de crianças a partir dos sete anos de idade^{17,18}. Todas as avaliações são realizadas por profissionais da área da saúde previamente treinados.

Para o presente estudo, participaram 231 (122 meninos e 109 meninas) escolares com idade entre oito e dezoito anos (média 12.02 ± 1.4) que cursavam entre a 3ª série do ensino fundamental e o 3º ano do ensino médio e realizaram a avaliação física no primeiro semestre do ano de 2013. Todos os escolares que participaram da pesquisa pertenciam a duas escolas municipais de Ilhabela, sendo uma de ensino médio e outra de ensino fundamental. Para participar da pesquisa, os escolares atenderam os seguintes critérios de inclusão: (a) ter feito a prova semestral de desempenho acadêmico; (b) ter entre oito e dezoito anos de idade; (c) estar regularmente matriculado na rede de ensino público de Ilhabela; (d) não ter limitações clínicas nem funcionais para realizar teste de esforço; (e) e ter o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos pais. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo sob o protocolo 0056/10.

Variáveis Antropométricas

O peso corporal foi obtido com os escolares em posição ortostática de costas para a balança eletrônica (Filizola® modelo Personal Life), com afastamento lateral dos pés e olhar no plano de Frankfurt¹⁸.

A estatura foi obtida por estadiômetro com base fixa e cursor móvel. O escolar deveria estar em posição ortostática, pés descalços e unidos, e com superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital em contato com o aparelho. A medida foi realizada com o indivíduo em apneia

inspiratória e a cabeça no plano de Frankfurt, paralela ao solo. Foram feitas três medidas consecutivas considerando a média aritmética como o valor final.

O índice de massa corporal (IMC) foi analisado através das duas medidas citadas anteriormente. Os escolares foram classificados em eutróficos com z-score entre -2 e 1 e excesso de peso com z-score maior que 1, de acordo com as curvas de IMC propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), segundo sexo e idade¹⁹.

A adiposidade foi analisada pela média aritmética de três medidas das sete dobras cutâneas (subescapular, bicipital, tricipital, supra ilíaca, axilar-média, abdominal e panturrilha medial). As medidas foram realizadas utilizando o adipômetro Harpenden Skinfold Caliber RH15 9LR. A circunferência de cintura foi medida no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca através de uma fita métrica metálica flexível, também considerando como valor final a média aritmética de duas medidas.

Variáveis Neuromotoras

A força de membros inferiores foi medida através do teste de impulsão vertical sem auxílio dos membros superiores (IVS), a agilidade pelo teste “shuttle run” e a força dos membros superiores pelo teste de preensão manual utilizando um dinamômetro (kg) de preensão manual ajustável (Takei TK005, Tóquio, Japão)²⁰. No teste de força abdominal, o sujeito deveria realizar o máximo de repetições possíveis em um minuto. Todas as medidas e testes seguiram a padronização sugeridas pelo CELAFISCS¹⁸.

Desempenho Acadêmico

O desempenho acadêmico foi analisado igualmente entre todas as séries através das seguintes disciplinas: matemática, português, leitura e ciências. As provas aplicadas nos escolares eram constituídas por dez questões sendo dissertativas e de múltipla escolha, podendo as notas terem uma variação de zero a dez pontos e a prova caracterizava-se por ser “semestral”. Todas as provas eram iguais para aquelas séries com mais

de uma única classe. Para tanto, as escolas disponibilizaram o desempenho dos alunos no primeiro semestre do ano de 2013 segundo as seguintes categorias: satisfatório e não satisfatório, uma vez satisfatório representa a nota mínima cinco (50% de acerto).

Análise Estatística

Para estatística descritiva foi utilizada a frequência absoluta, média, desvio padrão e porcentagem. As razões de prevalência bruta e ajustada foram obtidas através da Regressão de Poisson com variância robusta para avaliar as associações entre a variável dependente (desempenho acadêmico satisfatório vs desempenho acadêmico não satisfatório) e independentes (variáveis antropométricas e neuromotoras da aptidão física). A circunferência da cintura, dobras cutâneas, força de membros superiores e inferiores, agilidade e força abdominal foram categorizadas pela mediana²¹. Os cálculos foram realizados pelo programa STATA versão 11 e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados

As características gerais da amostra estão apresentadas na tabela 1. Os 226 escolares apresentavam 12,19 ($\pm 1,29$) anos de idade, sendo 12,35 ($\pm 1,33$) anos para os meninos e 12,02 ($\pm 1,23$) para as meninas, 52,70% eram do sexo masculino, 77,02% eram eutróficos. Referente às variáveis antropométricas, os meninos tinham 66,82 ($\pm 12,51$) cm de circunferência de cintura e as meninas 63,85 ($\pm 11,90$) cm. Nas dobras cutâneas, os meninos obtiveram 10,19 ($\pm 7,18$) mm e as meninas 12,19 ($\pm 6,90$) mm.

Quanto ao desempenho nos testes neuromotores de aptidão física, os meninos tiveram 29,55 ($\pm 9,23$) cm no teste de IVS e as meninas 27,60 ($\pm 8,38$) cm. Já na força de membros inferiores, os meninos obtiveram 25,49 ($\pm 8,16$) kg e as meninas 22,36 ($\pm 4,88$) kg. No shuttle run, os meninos em média fizeram o teste em 12,06 ($\pm 1,06$) segundos e as meninas em 12,98 ($\pm 1,10$) segundos. Na força abdominal, os meninos fizeram 34,51 ($\pm 10,07$) repetições e as meninas 25,04 ($\pm 7,62$) repetições.

Referente ao desempenho acadêmico, 75,2% dos meninos e 69,6% das meninas tiveram um desempenho satisfatório nas disciplinas de leitura, 75,5% dos meninos e 64,8% das meninas na disciplina de ciências, 56,8% dos meninos e 51,5% das meninas em matemática e 55,4% dos meninos e 51% das meninas tiveram desempenho satisfatório na disciplina de português.

Em uma análise univariada (Tabela 2), não foram encontradas associações entre o desempenho escolar e as

variáveis antropométricas. Já para as variáveis neuromotoras, foi encontrada uma associação estatisticamente significativa ($p < 0,01$) somente entre o teste de IVS e a disciplina de ciências (RP 1,32; IC 95% 1,11 – 1,58).

Na análise multivariada (Tabela 3), ajustada por idade, somente a associação entre o teste de IVS e a disciplina de ciências (RP 1,31; IC 95% 1,10 – 1,59) se manteve estatisticamente significativa ($p < 0,01$).

Tabela 1. Características sociodemográficas, aptidão física e desempenho escolar de escolares de Ilhabela, 2013.

Variável	N	Media	DP	%
Total	226			
Idade	226	12,19	1,29	
Sexo				
Masculino	119			52,7
Feminino	107			47,3
Peso (kg)	215	44,55	12,04	
Altura (cm)	213	152,62	9,23	
IMC:	218			
Eutrófico	164			77,0
Excesso de peso/ obeso	49			23,0
Σ 7 DC (mm)	226	11,13	7,11	
Circunferência de Cintura (cm)	219	65,40	12,28	
Aptidão Física:				
IVS (cm)	219	28,62	8,87	
Preensão Manual (kg)	210	23,98	6,94	
Shuttle Run (seg)	214	12,50	1,17	
Abdominal (rep)	211	30,19	10,18	
Notas (n e % de rendimento satisfatório)				
Matemática	114			54,3
Português	111			53,4
Leitura	149			72,7
Ciências	137			70,6

IMC: índice de massa corporal; Σ7DC: somatória de sete dobras cutâneas; IVS: impulsão vertical sem auxílio dos membros superiores; Seg: segundos; Rep: repetições.

Tabela 2. Análise de regressão Poisson bruta da associação entre aptidão física e desempenho escolar de escolares de Ilhabela, 2013.

Variável	Disciplina de Matemática		Disciplina de Português		Disciplina de Leitura		Disciplina de Ciências	
	RP	(IC 95%)	p	RP	(IC 95%)	p	RP	(IC 95%)
Antropométrico:								
IMC								
Eutrófico	1			1			1	
Excesso de peso/obeso	0,99	(0,74 - 1,34)	0,96	0,98	(0,72 - 1,33)	0,91	0,92	(0,73 - 1,16)
CC								
<p50	1			1			1	
≥p50	1,19	(0,92 - 1,53)	0,19	1,16	(0,89 - 1,50)	0,27	0,98	(0,81 - 1,18)
Σ 7 DC	1,00			1,00			1,00	
<p50	0,96	(0,75 - 1,22)	0,74	0,99	(0,77 - 1,27)	0,97	0,87	(0,72 - 1,04)
≥p50								0,12
Neuromotor:								
IVS								
<p50	1			1			1	
≥p50	1,10	(0,86 - 1,41)	0,45	0,98	(0,75 - 1,26)	0,86	1,32	(1,11 - 1,58)
Prensão Manual								
<p50	1			1			1	
≥p50	1,23	(0,94 - 1,60)	0,12	1,13	(0,87 - 1,46)	0,36	1,11	(0,93 - 1,34)
Shuttle Run								
<p50	1			1			1	
≥p50	0,83	(0,64 - 1,07)	0,14	0,78	(0,60 - 1,02)	0,07	0,83	(0,69 - 1,01)
Abdominal								
<p50	1			1			1	
≥p50	0,81	(0,62 - 1,05)	0,12	1,15	(0,88 - 1,49)	0,30	1,18	(0,97 - 1,42)

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; Σ7DC: somatória de sete dobras cutâneas; IVS: impulsão vertical sem auxílio dos membros superiores.

Tabela 3. Análise de regressão ajustada* da associação entre aptidão física e desempenho escolar de escolares de Ilhabela, 2013.

Variável	Disciplina de Matemática			Disciplina de Português			Disciplina de Língua Portuguesa			Disciplina de Ciências		
	RP	(IC 95%)	p	RP	(IC 95%)	p	RP	(IC 95%)	p	RP	(IC 95%)	p
Antropométrico:												
IMC												
Eutrófico	1			1			1			1		
Excesso de peso/obeso	0,99	(0,74 - 1,33)	0,98	0,98	(0,73 - 1,33)	0,92	0,90	(0,72 - 1,11)	0,33	0,92	(0,73 - 1,16)	0,498
CC												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	1,14	(0,88 - 1,29)	0,32	1,14	(0,87 - 1,49)	0,33	1,02	(0,86 - 1,22)	0,76	0,96	(0,79 - 1,17)	0,73
Σ 7 DC												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	0,96	(0,75 - 1,22)	0,75	1,00	(0,78 - 1,28)	1,00	0,86	(0,73 - 1,01)	0,07	0,87	(0,72 - 1,04)	0,13
Neuromotor:												
IVS												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	1,06	(0,82 - 1,36)	0,65	0,95	(0,73 - 1,23)	0,72	1,12	(0,95 - 1,32)	0,17	1,32	(1,10 - 1,59)	<0,01
Prensão Manual												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	1,20	(0,89 - 1,61)	0,22	1,09	(0,82 - 1,46)	0,55	1,02	(0,85 - 1,23)	0,81	1,10	(0,89 - 1,35)	0,37
Shuttle Run												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	0,84	(0,65 - 1,09)	0,19	0,79	(0,60 - 1,03)	0,09	0,87	(0,73 - 1,03)	0,12	0,84	(0,69 - 1,02)	0,08
Abdominal												
<p50	1			1			1			1		
≥p50	0,80	(0,61 - 1,04)	0,10	1,14	(0,88 - 1,49)	0,32	1,05	(0,88 - 1,25)	0,60	1,17	(0,97 - 1,42)	0,10

Ajustado: idade; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; Σ7DC: somatória de sete dobras cutâneas; IVS: impulsão vertical sem auxílio dos membros superiores.

Discussão

Nosso estudo avaliou a associação entre a aptidão física e o desempenho acadêmico de escolares de Ilhabela. Nossos resultados apontam para uma associação entre a força de membros inferiores (IVS) e o desempenho satisfatório na disciplina de ciências. Esses achados corroboram com as evidências presentes na literatura, mostrando uma associação entre a força muscular e o desempenho escolar (disciplina de ciências) de crianças e adolescentes^{13,14,22-27}.

Evidências de estudos transversais tem encontrado uma associação positiva entre a aptidão cardiorrespiratória e o desempenho acadêmico, em especial com leitura^{14,22,28}. Fox e colaboradores também constataram que a prática de atividade física e a participação em times esportivos estavam associados de forma independente com a nota de adolescentes que cursam o ensino médio²³.

Alguns estudos longitudinais também têm analisado as associações entre a prática de atividade física e a aptidão física com o desempenho escolar e cognitivo de crianças e adolescentes. No estudo realizado por Chen *et al*²⁴ foi encontrada uma associação entre a aptidão física e o desempenho cognitivo. Entretanto os autores não encontraram nenhuma associação direta com o desempenho acadêmico dos escolares²⁴.

Em um ensaio de comunidade realizado em sete escolas e 759 crianças, Sallis e colaboradores encontraram que o aumento substancial no tempo das aulas de educação física não afetou o desempenho acadêmico de escolares. Os autores concluíram encorajando os administradores das escolas a fornecer programas voltados à saúde através da educação física a fim de proporcionar os benefícios na saúde física de seus alunos²⁵.

As evidências também sugerem que a frequência e a intensidade da atividade física deve ser levado em conta quando se almeja adquirir os benefícios da atividade física na saúde das crianças²⁶. Ericsson *et al.*²⁷ e Ardoy *et al.*⁹ afirmam que o aumento na frequência semanal de atividade física total e das aulas de educação física, respectivamente, estiveram associados positivamente com

a melhora no desempenho escolar de crianças e adolescentes. Em relação à intensidade das atividades, as evidências apontam para uma melhora na aprendizagem em crianças e adolescentes envolvidos em atividades físicas vigorosas^{26,27}. Finalmente, duas recentes revisões sistemáticas^{28,29} concluíram que existe uma evidência de associação positiva entre a prática de atividade física e o desempenho acadêmico de escolares, quando somente estudos de alta qualidade metodológica foram avaliados²⁹.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. As escolas avaliadas pelo estudo disponibilizaram informações quanto ao desempenho escolar de forma dicotômica: satisfatória e não satisfatória. Entretanto, a categorização dessa variável, que é fundamentalmente contínua, apresenta várias limitações como: a) perda de informação; b) indivíduos próximos aos pontos de corte definidos pelas categorias são considerados muito diferentes, quando na verdade são semelhantes; c) perda de poder estatístico e estimativa imprecisa; d) impossibilidade de analisar relações lineares²¹. Além disso, o delineamento transversal limita a possibilidade de analisar uma relação causal entre a aptidão física e o desempenho acadêmico por não levar em conta a temporalidade das relações³⁰. Por outro lado, há uma série de implicações políticas decorrentes a partir deste tipo de estudo. Primeiro, não há provas substanciais de que a atividade física pode ajudar a melhorar o desempenho acadêmico (incluindo notas escolares). Em segundo lugar, os resultados do presente estudo, em conjunto com os da literatura citados anteriormente, sugerem que a atividade física no ambiente escolar pode ter um impacto sobre as habilidades cognitivas e comportamento acadêmico, os quais são componentes importantes na melhoria do desempenho acadêmico. A principal força do nosso estudo foi realizar a avaliação de diferentes variáveis antropométricas e neuromotoras da aptidão física, através de um protocolo restrito realizado por profissionais da área da saúde previamente treinados. Além disso, trata-se de um dos primeiros estudos realizados no Brasil a avaliar essa relação em escolares. Futuros estudos de alta qualidade, com delineamento longitudinal e com medidas de alta validade e

reprodutibilidade são necessários para avaliar a relação dose-resposta entre a aptidão física e o desempenho acadêmico de escolares²⁹.

Conclusões

Nossos resultados corroboram com a literatura atual, indicando uma associação entre a aptidão física (força muscular) e o desempenho escolar (disciplina de ciências) de escolares. Portanto, juntamente ao crescente número de evidências científicas disponíveis na literatura, sugere-se que programas de incentivo à prática de atividade física, especialmente na escola, devem ser estimulados a fim de proporcionar os diversos benefícios da atividade física, como a melhora no desempenho escolar.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2010/20749-8), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – 47.807/2011-8); aos participantes, pais e responsáveis; aos professores e coordenação da Escola Municipal José Antônio Verzegnassi e Escola Municipal Eva Esperança; e Prefeitura Municipal de Ilhabela.

Fonte financiadora

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2010/20749-8), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – 47.807/2011-8).

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Saúde na escola / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009.
2. Kelder SH, Springer A, Barroso CS, Smith CL, Sanchez E, Ranjit N, et al. Implementation of Texas Senate Bill 19 to increase physical activity in elementary schools. *J Public Health Policy*. 2009;30:221-47.
3. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008;32(1):1–11.
4. Uijtdewilligen L, Singh AS, Twisk JWR, Koppes LL, Van Mechelen W, Chinapaw MJ. Adolescent predictors of objectively measured physical activity and sedentary behaviour at age 42: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study (AGAHLS). *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8(2):1-5.
5. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2008.
6. Buchan DS, Ollis S, Thomas NE, Buchanan N, Cooper SM, Malina RM, et al. Physical activity interventions: effects of duration and intensity. *Scand J Med Sci Sports*. 2011; 21(6):341–350.
7. Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Ortega FB, Martínez-Gómez D, Moreno S, Urzanqui A, et al. Physical activity and markers of insulin resistance in adolescents: role of cardiorespiratory fitness levels--the HELENA study. *Pediatr Diabetes*. 2013;14(4):249-258.
8. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies. *Endocrinol Nutr*. 2013;60(8):458-69.
9. Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Jiménez-Pavón D, Castillo R, Ruiz JR, Ortega FB. A physical education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(1):52-61.
10. Kamijo K, Khan NA, Pontifex MB, Scudder MR, Drollette ES, Raine LB, et al. The relation of adiposity to cognitive control and scholastic achievement in preadolescent children. *Obesity*. 2012; 20(12):2406-2411.
11. Ruiz JR, Ortega FB, Castillo R, Martin-Matillas M, Kwak L, Vicente-Rodriguez G, et al. Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J Pediatr*. 2010;157(6): 917–922.
12. Hillman CH, Buck SM, Themanson JR, Pontifex MB, Castelli DM. Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Dev Psychol*. 2009;45(1):114–129.
13. Noakes T, Spedding M. Olympics: run for your life. *Nature* 2012;487(7407):295–296
14. Welk GJ, Jackson AW, Morrow JR, Jr. Haskell WH, Meredith MD, Cooper KH. The association of health-related fitness with indicators of academic performance in Texas schools. *Res Q Exerc Sport*. 2010;81(3):16-23.
15. Castelli DM, Hillman CH, Buck SM, Erwin HE. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J Sport Exerc Psychol*. 2007;29(2):239-252.
16. Rombaldi AJ, Clark VL, Reichert FF, Araújo CLP, Assunção MC, Menezes AMB, et al. Incidence of school failure according to baseline leisure-time physical activity practice: Prospective study. *J Adolesc Health*. (2012);51: S22–S26.
17. Ferrari GLM, Farias RM, Matsudo SMM, Matsudo VKR: Uma revisão de três décadas do projeto misto-longitudinal de crescimento, desenvolvimento e aptidão física de Ilhabela. *Rev Bras Cien Saude*. 2013;36(11):57-67.
18. Matsudo VKR. Testes em ciências do esporte. 7ª ed. São Caetano do Sul: Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, 2005.
19. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660-7.
20. Ruiz, JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2011;45(6):518-524.
21. Altman DG. Categorizing continuous variables. In *Encyclopedia of biostatistics*. 2 edition. Edited by Armitage P, Colton T. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005

22. Edwards [JU](#), [Mauch L](#), [Winkelman MR](#). Relationship of nutrition and physical activity behaviors and fitness measures to academic performance for sixth graders in a midwest city school district. *J Sch Health*. 2011;81(2):65-73.
23. Fox CK, Barr-Anderson D, Neumark-Sztainer D, Wall M. Physical activity and sports team participation: associations with academic outcomes in middle school and high school students. *J Sch Health*. 2010;80(1):31-7.
24. Chen L-J, Fox KR, Ku P-W, Taun C-Y. Fitness change and subsequent academic performance in adolescents. *J Sch Health*. 2013;83(9):631-638.
25. Sallis JF, McKenzie TL, Kolody B, Lewis M, Marshall S, Rosengard P. Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):127-134.
26. Davis CL, Tomporowski PD, Boyle CA, Waller JL, Miller PH, Naglieri JA. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Res Q Exerc Sport*. 2007;78(5):510-9.
27. Ericsson I. Motor skills, attention and academic achievements: an intervention study in school years 1-3. *Br Educ Res J* 2008;34(3):301-313.
28. Haapala EA. Cardiorespiratory fitness and motor skills in relation to cognition and academic performance in children – A review. *J Hum Kinet*. 2013; 28(36):55-68.
29. Singh A, Uijtdewilligen L, Twisk JWR, Van Mechelen W, Chinapaw MJM. Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2012;166(1):49-55
30. Hill AB. The environment and disease: association or causation? *Proc R Soc Med*. 1965; 58(5):295-300.