

ASSOCIAÇÃO ENTRE A ATIVIDADE FÍSICA DE LAZER E DE DESLOCAMENTO COM A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO

Association between leisure time and commuting physical activities with heart rate variability in male adolescents

Aline Cabral Palmeira^{a,*}, Breno Quintella Farah^b, Antônio Henrique Germano Soares^b, Bruno Remígio Cavalcante^b, Diego Giulliano Destro Christofaro^c, Mauro Virgílio Gomes de Barros^b, Raphael Mendes Ritti-Dias^d

RESUMO

Objetivo: Investigar a associação entre parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e atividades físicas de lazer e deslocamento em adolescentes do sexo masculino.

Métodos: A amostra incluiu 1.152 adolescentes do sexo masculino com idades entre 14 e 19 anos. A variação dos batimentos cardíacos consecutivos (intervalos entre duas ondas R sucessivas – RR) foi avaliada, e calcularam-se os parâmetros da VFC no tempo (desvio padrão de todos os intervalos RR – SDNN, raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes – RMSSD, porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms – pNN50) e domínios de frequência (*low frequency* – LF/*high frequency* – HF). Informações sobre atividades físicas de lazer e deslocamento foram obtidas por meio de um questionário. Realizou-se regressão logística binária entre parâmetros de VFC e atividade física.

Resultados: Foi descoberta associação entre atividades físicas de lazer e as variáveis SDNN, RMSSD e pNN50, mas não houve associação entre tais atividades e a razão LF/HF. Essas associações foram mais fortes entre adolescentes que se mantinham fisicamente ativos havia mais de seis meses. Atividades físicas de deslocamento não foram associadas a nenhum parâmetro de VFC. Jovens que praticavam atividades físicas de deslocamento e também se mantinham fisicamente ativos havia mais de seis meses apresentaram menor chance de ter baixa SDNN e RMSSD.

Conclusões: Atividades físicas de lazer e de deslocamento foram associadas a melhor VFC, e tais associações foram reforçadas quando

ABSTRACT

Objective: To investigate the association between heart rate variability (HRV) parameters with leisure time and commuting physical activities in adolescent boys.

Methods: The sample included 1152 male adolescents aged 14 to 19 years. The variation of consecutive heart beats (RR intervals) was assessed and HRV parameters in time (SDNN, RMSSD, pNN50) and frequency domains (LF/HF) were calculated. Leisure time and commuting physical activities were obtained using a questionnaire. A binary logistic regression was performed between HRV parameters and physical activity.

Results: Leisure time physical activity was associated with SDNN, RMSSD, pNN50, while LF/HF was not associated. These associations were stronger when adolescents were also physically active for more than six months. Commuting physical activity was not associated with any HRV parameter. Boys who practiced commuting physical activity and were also physically active for more than six months presented a lower chance of having low SDNN and RMSSD.

Conclusions: Leisure time physical activity was associated with better HRV and these associations were enhanced when adolescents were physically active for more than six months. Commuting physical activity was not associated with HRV parameters; however, it became associated with better HRV

*Autor correspondente. E-mail: alinecpalmeira@hotmail.com (A.C. Palmeira).

^aUniversidade de Pernambuco, Camaragibe, PE, Brasil.

^bUPE, Recife, PE, Brasil.

^cUniversidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, SP, Brasil.

^dHospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Recebido em 29 de julho de 2016; aprovado em 18 de novembro de 2016; disponível on-line em 14 de julho de 2017.

os adolescentes mantinham atividade física havia mais de seis meses. Atividade física de deslocamento não foi associada com os parâmetros da VFC, no entanto tal associação surgiu nos casos de adolescentes fisicamente ativos em atividades de deslocamento havia mais de seis meses.

Palavras-chave: Atividade física; Sistema nervoso autônomo; Adolescente.

when adolescents were physically active in commuting for more than six months.

Keywords: Physical activity; Autonomic nervous system; Adolescent.

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), definida como a variação de batimentos cardíacos consecutivos, é um marcador da modulação autonômica cardíaca. O sistema nervoso autônomo promove a interação das vias simpáticas, que aumentam a frequência cardíaca e a força de contração e vasoconstrição com as vias parassimpáticas, que produzem efeitos opostos.¹ Baixa VFC é um preditor independente de mortalidade e incidência de doença cardiovascular em adultos.² Em crianças e adolescentes, baixa VFC está associada com maiores níveis de pressão arterial³ e obesidade abdominal,⁴ indicando seu potencial como ferramenta para avaliar o risco cardiovascular entre jovens.

O aumento do nível de atividade física tem se mostrado uma maneira eficaz de elevar os parâmetros da VFC em diferentes faixas etárias. Em adolescentes, embora estudos tenham demonstrado associação positiva entre atividades físicas de lazer e melhor VFC,⁵⁻⁸ ainda há algumas lacunas. Por exemplo, a associação entre atividades físicas de deslocamento (como ir a pé ou de bicicleta para a escola), uma forma comum de atividade física entre os adolescentes, e os parâmetros da VFC é desconhecido.

Meninos adolescentes têm maior risco de desenvolver doenças cardiovasculares mais cedo do que meninas.⁹ A análise da VFC pode fornecer subsídios para a implementação de programas de saúde para melhorar a saúde cardiovascular. As hipóteses deste estudo são as de que adolescentes que praticam atividades físicas de lazer e de deslocamento apresentarão melhor VFC que seus pares sedentários e que a prática de atividade física por mais de seis meses pode trazer influência positiva à VFC.

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar a associação entre os parâmetros da VFC e atividades físicas de lazer e deslocamento e sua regularidade por mais de seis meses.

MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal aprovado pelo Comitê de Ética em conformidade com as diretrizes do Sistema Nacional de Ética em Pesquisa. Os participantes foram selecionados entre alunos do sistema público de ensino do estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil.

A amostra foi selecionada por meio de um procedimento de amostragem aleatória estratificado em dois estágios (escola e turma). As escolas foram selecionadas de acordo com seu tamanho (pequeno, médio e grande), já as turmas, conforme o turno (dia ou noite). O sorteio foi realizado pela geração aleatória de números pelo *site* www.randomizer.org. Foram considerados participantes elegíveis para o estudo adolescentes do sexo masculino com idades compreendidas entre 14 e 19 anos que estavam na sala de aula no dia da coleta e que haviam obtido consentimento prévio dos pais ou responsáveis. Voluntários com diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e neurológicas ou deficiência mental foram excluídos, bem como aqueles com baixa qualidade do sinal de VFC ou questionários mal preenchidos. Os critérios de exclusão incluíram também o consumo de bebidas cafeinadas 12 horas antes da avaliação da VFC, uso de álcool, qualquer forma de tabaco e/ou outras drogas ilícitas e participação em qualquer exercício físico 24 horas antes das avaliações.¹⁰

Os dados foram coletados nos meses de maio a outubro de 2011 durante o período de aula dos voluntários (manhã, tarde e noite). Para obter dados sobre o nível de atividade física, idade, etnia, área do alojamento (rural ou urbano) e questões relacionadas à condição econômica, foi utilizada uma versão adaptada do Global School-based Student Health Survey (GSHS). Esse questionário foi amplamente aplicado em estudos epidemiológicos com adolescentes e tem coeficiente de concordância (teste de kappa) entre 0,52 e 1,00.^{3,11} Para essa amostra, atividades físicas de lazer, atividades de deslocamento e o tempo de prática apresentaram, respectivamente, indicadores de reprodutibilidade (isto é, coerência teste–reteste com uma semana de intervalo) de 0,63, 0,59 e 0,57.

Aferiu-se a prática de atividades físicas de lazer por meio da seguinte pergunta: “Você executa regularmente algum tipo de atividade física no seu tempo livre como exercícios, esportes, dança ou artes marciais?”. Adolescentes foram classificados como ativos (caso a resposta fosse positiva) ou não ativos. Atividades físicas de deslocamento foram avaliadas pela pergunta: “Durante os últimos sete dias, quantos dias você andou à pé ou de bicicleta no trajeto de ida e volta da escola?”. Os adolescentes que

responderam que se deslocaram para a escola à pé ou de bicicleta em três ou mais dias foram considerados ativos. O tempo de prática regular de atividade física (ou seja, a prática de atividade física por mais de seis meses; AF>6 meses) foi avaliado com a pergunta: “Um jovem é considerado fisicamente ativo se pratica pelo menos 60 minutos de atividade física diária em cinco ou mais dias da semana. Em relação aos seus hábitos de atividade, você diria...”. Adolescentes foram considerados AF>6 meses se respondessem: “Tenho sido fisicamente ativo por mais de seis meses”.

Adolescentes foram pesados sem sapatos nem casacos em uma escala automática e tiveram sua altura medida por meio de estadiômetro. A circunferência da cintura foi medida na posição ereta ao nível do umbigo usando uma fita de tensão constante. O sobrepeso foi determinado por uma medida de índice de massa corporal acima do percentil 85 para a idade.¹² A obesidade abdominal foi determinada pela circunferência da cintura acima do percentil 80 para a idade.¹³ A pressão arterial foi medida utilizando o aparelho Omron HEM 742¹⁴ (Omron, Xangai, China) após os adolescentes repousarem sentados com as pernas descruzadas por 5 minutos. Todas as medidas de pressão arterial foram realizadas três vezes no braço direito, com o aparelho colocado à altura do coração, em posição sentada. O valor médio de pelo menos duas medições foi utilizado para análise. Pressão arterial elevada foi definida por valores de pressão arterial sistólica e/ou diastólica iguais ou maiores que a referência de sexo, idade e altura específicas do percentil 95.¹⁵

A variabilidade da frequência cardíaca foi obtida pela análise dos intervalos entre as ondas RR usando um monitor de ritmo cardíaco (Polar, RS 800 CX; Polar OyInc, Kempele, Finlândia). Os adolescentes estavam em posição supino durante dez minutos depois de cerca de 30 minutos de repouso. As análises foram realizadas utilizando o *software* Kubios VFC (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Joensuu, Finlândia) por um único avaliador cego às outras variáveis e de acordo com as recomendações da força-tarefa da Sociedade Europeia de Cardiologia e da North American Society of Pacing and Electrophysiology.¹⁶

Os parâmetros de domínio do tempo consistiram no desvio padrão de todos os intervalos RR (SDNN), a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e a porcentagem dos intervalos adjacentes com mais de 50 ms (pNN50). O domínio de frequência foi analisado utilizando a análise espectral da VFC. Períodos estacionários do tacograma de pelo menos 5 minutos foram repartidos em bandas de baixa (*low* – LF) e alta (*high* – HF) frequências por intermédio do método autorregressivo com um modelo de ordem de 12 de acordo com os critérios de informação de Akaike. Foram consideradas fisiologicamente significativas as frequências que variassem entre 0,04 e 0,4 Hz.

Oscilações entre 0,04 e 0,15 Hz foram tidas como componentes LF, enquanto oscilações entre 0,15 e 0,4 Hz representaram o componente HF. Para a análise foi empregado o componente LF/HF como indicador do balanço simpatovagal sobre o coração. A confiabilidade das medidas foi avaliada usando o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), e os valores variaram de 0,70 a 0,91.¹⁷

Os parâmetros da VFC foram classificados em quartis e dicotomizados para análise (1.º quartil *versus* 2.º, 3.º e 4.º para SDNN, RMSSD e pNN50, e 4.º quartil *versus* 1.º, 2.º e 3.º quartis para LF/HF). Para os parâmetros SDNN, RMSSD e pNN50, o quartil 1.º foi considerado o melhor, e para parâmetros LF/HF, o 4.º quartil foi considerado o ideal.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)/ Predictive Analytics SoftWare (PASW) versão 20.0 (IBM Corporation, Armonk, Nova York, Estados Unidos). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados de parâmetros da VFC são apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC) de 95%.

A regressão logística binária foi realizada para analisar a associação entre atividades físicas de lazer e deslocamento e a VFC. Uma análise de *clusters* também foi feita e incluiu regressão logística binária entre os parâmetros da VFC e atividades físicas de lazer, juntamente com a prática regular de atividade física (AFL+AF>6) e atividades físicas de deslocamento, juntamente com a prática regular de atividade física (AFD+AF>6). Esses achados foram ajustados para o período do dia, obesidade e hipertensão arterial. O teste de Hosmer-Lemeshow foi aplicado para avaliar a bondade de ajuste. O nível de significância para todas as análises foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Um total de 1.212 adolescentes do sexo masculino foram inscritos no estudo; 60 meninos foram excluídos por causa da baixa qualidade do sinal (períodos estacionários no tacograma inferiores a 5 minutos). Assim, a análise final foi feita com base em dados de 1.152 adolescentes do sexo masculino com média de idade de $16,6 \pm 1,2$ anos. Quando perguntados sobre a atividade de lazer de sua preferência, 43,8% dos adolescentes indicaram a prática de esportes. A Tabela 1 descreve as características da amostra e a porcentagem de atividade em cada tipo de atividade física. A Tabela 2 apresenta os critérios utilizados para a estratificação dos parâmetros da VFC na análise estatística.

A associação entre atividades físicas de lazer e de deslocamento com parâmetros de VFC é mostrada na Figura 1. Houve associação significativa entre atividades física de lazer e os parâmetros da VFC no domínio do tempo (SDNN [*odds ratio* – OR 0,57;

IC 95%; 0,42–0,78], RMSSD [OR 0,59; IC 95%; 0,43–0,80] e pNN50 [OR 0,60; IC 95%; 0,44–0,81]). Atividades físicas de deslocamento não foram associadas a nenhum parâmetro de VFC (SDNN [$p=0,937$], RMSSD [$p=0,664$] e pNN50 [$p=0,323$]).

O *cluster* atividade física de lazer e AF>6 meses (Tabela 3) mostrou associações significativas com a VFC no domínio do tempo ($p<0,05$). O *cluster* atividade física de deslocamento e AF>6 meses foi significativa ($p<0,05$) apenas nos parâmetros SDNN e RMSSD.

DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo foram:

1. Atividades físicas de lazer estão associadas à maior VFC;

2. As associações entre atividades físicas de lazer foram maiores quando a atividade física é praticada por mais de seis meses;
3. Atividades físicas de deslocamento não estão associadas à VFC em adolescentes;
4. Adolescentes ativos com atividades físicas de deslocamento por mais de seis meses apresentaram maior VFC.

Os pontos fortes deste estudo incluem sua grande amostra, uma vez que não há estudos epidemiológicos com amostras desse tamanho analisando a VFC. Avaliamos a pressão arterial e a obesidade, importantes variáveis de confusão e estreitamente ligadas à VFC.^{3,18} Além disso, como a VFC foi analisada por apenas um examinador cego para todas as

Tabela 1 Características dos adolescentes (n=1.152).

Variáveis	Valores	IC95%
Idade (anos)	16,6±1,2	16,5–16,7
Peso (kg)	63,7±12,6	62,9–64,4
Altura (cm)	171,6±7,1	171,2–172,1
Circunferência da cintura (cm)	76,7±9,5	76,1–77,2
Índice de massa corporal (kg/m ²)	21,6±3,8	21,3–21,8
Pressão arterial sistólica (mmHg)	121,6±12,4	120,7–122,4
Pressão arterial diastólica (mmHg)	67,8±8,6	66,4–67,6
Frequência cardíaca (bpm)	71,7±11,8	71,0–72,5
Raça (% não branca)	72,0	69,5–74,7
Local da residência (% urbana)	79,0	76,9–81,7
Período do dia: matutino (%)	42,0	39,3–45,0
Atividade física de lazer (% ativos)	78,2	75,9–80,5
Atividade física de deslocamento (% ativos)	51,3	49,3–55,5
Tempo de prática regular de atividade física (% ativos por mais de seis meses)	46,4	43,4–49,5

IC: intervalo de confiança.

Tabela 2 Critério utilizado para a estratificação dos parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca na análise estatística (n=1.152).

Parâmetros de VFC	Média±DP	Quartil			
		1.º	2.º	3.º	4.º
Domínio do tempo					
SDNN (ms)	61,9±23,7	44,5	58,4	76,5	157,0
RMSSD (ms)	54,7±29,5	33,2	49,7	68,9	204,2
pNN50 (%)	29,5±20,5	11,0	28,1	45,1	84,0
Domínio de frequência					
LF/HF	1,4±1,1	0,7	1,1	1,8	7,9

SDNN: desvio padrão do intervalo RR; RMSSD: raiz quadrada média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; pNN50: intervalos adjacentes ao longo de 50 ms; LF/HF: balanço simpátovagal; VFC: variabilidade da frequência cardíaca; DP: desvio padrão.

outras variáveis do estudo, os resultados são altamente reprodutíveis e confiáveis. Finalmente, a investigação analisou a relação da VFC e diferentes tipos de atividade física, o que não foi feito anteriormente.

A prática desportiva é a principal forma frequente de atividade física de lazer entre meninos adolescentes.¹⁹ A associação entre atividades físicas de lazer e a função cardiovascular,^{20,21} incluindo os parâmetros da VFC, já fora descrita anteriormente

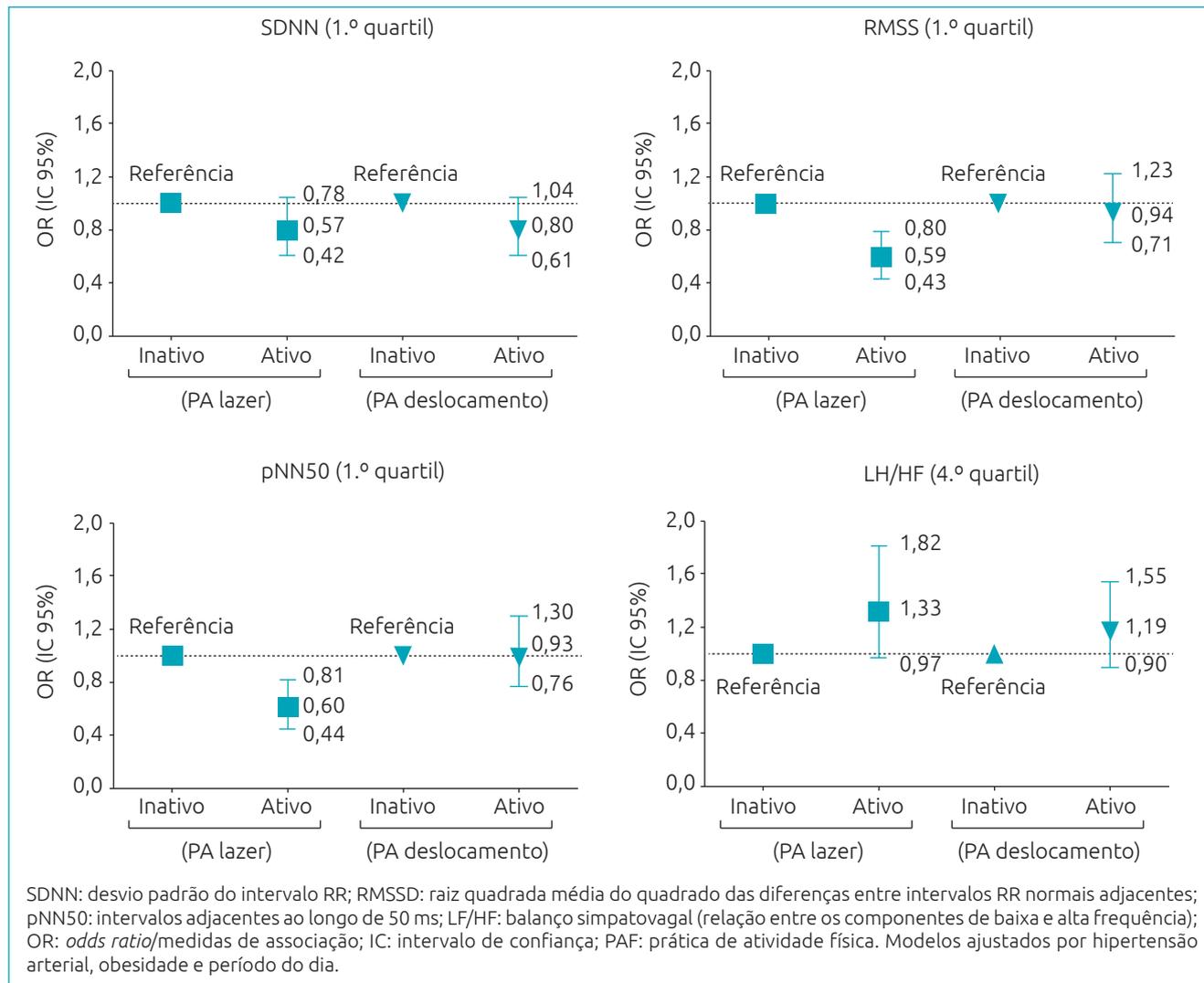


Figura 1 Associação entre tipos de atividade física e parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca.

Tabela 3 Associação entre cluster de tipos de atividade física e os parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca.

	SDNN (1.º quartil)		RMSSD (1.º quartil)		pNN50 (1.º quartil)		LF/HF (4.º quartil)	
	OR	IC95%	OR	IC95%	OR	IC95%	OR	IC95%
Atividade física de lazer								
AFL+PAF<6	1		1		1		1,00	
AFL+PAF>6	0,46	0,32–0,67	0,45	0,31–0,65	0,48	0,33–0,70	1,19	0,81–1,77
Atividade física de deslocamento								
AFD+PAF<6	1		1		1		1,00	
AFD+PAF>6	0,62	0,42–0,91	0,66	0,45–0,97	0,77	0,52–1,13	1,24	0,85–1,81

AFL: atividade física de lazer; PAF: prática de atividade física; AFD: atividade física de deslocamento; OR: odds ratio. Modelos ajustados por hipertensão arterial sistêmica, obesidade e período do dia.

em adolescentes.⁷ No presente estudo, os adolescentes ativos durante seu tempo de lazer também apresentaram melhor VFC, no entanto esta investigação amplia o conhecimento atual indicando que adolescentes ativos durante o tempo de lazer e que praticavam atividade física por mais de seis meses apresentaram VFC ainda melhor, sugerindo que a prática de atividade física de lazer tem impacto positivo na saúde cardiovascular de meninos.

Embora não estejam claros os mecanismos responsáveis por causar tais efeitos, acredita-se que a atividade física regular traz mudanças evidentes em repouso, tais como diminuição da FC e melhorias na modulação neuro-hormonal causada pela diminuição dos níveis de catecolaminas²² e angiotensina II.^{22,23} A prática de atividade física está relacionada à modulação de capacidade cardiorrespiratória, o que pode retardar a redução da atividade parassimpática.^{21,24,25} Essas adaptações alteram o sistema nervoso autônomo, aumentando o tônus vagal e diminuindo a atividade simpática no coração.^{26,27}

Atividades de deslocamento, como andar à pé ou de bicicleta, não são associadas a parâmetros de VFC, e a principal hipótese para esse resultado está relacionada à intensidade dessas atividades. O deslocamento ativo é uma opção principalmente em trajetos de menos que 20 minutos^{26,28} e é geralmente realizado em intensidade baixa a moderada. Por conseguinte, a intensidade de atividades físicas de deslocamento provavelmente não é suficiente para promover adaptações na modulação autonômica cardíaca.^{3,20,29-31} É interessante observar que a atividade física de deslocamento, juntamente com a PAF>6 meses, foi associada a parâmetros da VFC, o que indica que em longos períodos esse tipo de atividade parece causar influência benéfica para o sistema cardiovascular.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. O corte transversal é a principal preocupação, na medida em que

limita o estabelecimento de relações causais. A amostra incluiu apenas adolescentes do sexo masculino, e a extrapolação para adolescentes do sexo feminino é limitada. Embora as idades dos participantes tenham sido rigorosamente controladas, não pudemos determinar o estágio Tanner dos participantes. Assim, possíveis influências da maturação biológica sobre os resultados não foram controladas.⁶ O nível de atividade física foi avaliado subjetivamente por um questionário. Embora o questionário seja uma medida indireta, ele possui boa reprodutibilidade e permite a medição do nível de atividade física em diferentes domínios (lazer, deslocamento), o que não é possível com medidas diretas por meio de podômetro ou acelerômetro.³² Atividades físicas de lazer incluíam todas as atividades físicas praticadas durante o tempo livre de estudantes, e não foi possível determinar a influência dos seus diferentes tipos. Além disso, atividades de deslocamento compreendiam apenas o trajeto de e para a escola, sem avaliar outras atividades físicas de deslocamento.

Pode-se concluir que adolescentes ativos durante o tempo livre apresentaram melhores índices de VFC. Os parâmetros da VFC tiveram melhores índices em adolescentes ativos durante mais de seis meses de atividades físicas de deslocamento.

Financiamento

Todas as fases deste estudo foram financiadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco (FACEPE).

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Kuster DW, Merkus D, Velden J, Verhoeven AJ, Duncker DJ. Integrative Physiology 2.0: integration of systems biology into physiology and its application to cardiovascular homeostasis. *J Physiol*. 2011;589:1037-45.
2. Wulsin LR, Horn PS, Perry JL, Massaro JM, D'Agostino RB. Autonomic imbalance as a predictor of metabolic risks, cardiovascular disease, diabetes, and mortality. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100:2443-8.
3. Farah BQ, Barros MV, Balagopal B, Ritti Dias RM. Heart rate variability and cardiovascular risk factors in adolescent boys. *J Pediatr*. 2014;165:945-50.
4. Baum P, Petroff D, Classen J, Kiess W, Bluher S. Dysfunction of autonomic nervous system in childhood obesity: a cross sectional study. *PloS One*. 2013;8:e54546.
5. Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *Int J Obes (Lond)*. 2004;28:27-33.
6. Chen SR, Chiu HW, Lee YJ, Sheen TC, Jeng C. Impact of pubertal development and physical activity on heart rate variability in overweight and obese children in Taiwan. *J Sch Nurs*. 2012;28:284-90.
7. Cayres SU, Vanderlei LC, Rodrigues AM, Silva MJ, Codogno JS, Barbosa MF, et al. Sports practice is related to parasympathetic activity in adolescents. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33:174-80.
8. Sharma VK, Subramanian SK, Arunachalam V, Rajendran R. Heart rate variability in adolescents normative data stratified by sex and physical activity. *J Clin Diagn Res*. 2015;9:CC08-13.

9. Barros MV, Ritti Dias RM, Honda Barros SS, Mota J, Andersen LB. Does self reported physical activity associate with high blood pressure in adolescents when adiposity is adjusted for? *J Sports Sci*. 2013;31:387-95.
10. Silva DF, Bianchini JA, Antonini VD, Hermoso DA, Lopera CA, Pagan BG, et al. Parasympathetic cardiac activity is associated with cardiorespiratory fitness in overweight and obese adolescents. *Pediatr Cardiol*. 2014;35:684-90.
11. Tassitano RM, Barros MV, Tenório MC, Bezerra J, Florindo AA, Reis RS. Enrollment in physical education is associated with health related behavior among high school students. *J Sch Health*. 2010;80:126-33.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240-3.
13. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist to hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual energy X ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:490-5.
14. Christofaro DG, Fernandes RA, Gerage AM, Alves MJ, Polito MD, Oliveira AR. Validation of the Omron HEM 742 blood pressure monitoring device in adolescents. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:10-5.
15. Falkner B, Daniels SR. The Fourth Report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Hypertension*. 2004;44:387-8.
16. No referred authorship. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
17. Farah BQ, Lima AH, Cavalcante BR, Oliveira LM, Brito AL, Barros MV, et al. Intra individuals and inter and intra observer reliability of short term heart rate variability in adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;36:33-9.
18. Gutin B, Howe C, Johnson MH, Humphries MC, Snieder H, Barbeau P. Heart rate variability in adolescents: relations to physical activity, fitness, and adiposity. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:1856-63.
19. Azevedo MR, Araujo CL, Cozzensa da Silva M, Hallal PC. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population based study. *Rev Saude Publica*. 2007;41:69-75.
20. Buchheit M, Platat C, Oujaa M, Simon C. Habitual physical activity, physical fitness and heart rate variability in preadolescents. *Int J Sports Med*. 2007;28:204-10.
21. DeFina LF, Haskell WL, Willis BL, Barlow CE, Finley CE, Levine BD, et al. Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (partly) distinct components of cardiovascular health? *Prog Cardiovasc Dis*. 2015;57:324-9.
22. Vanhees L, Fagard R, Lijnen P, Moerman E, De Geest H, Amery A. Influence of physical training on blood pressure, plasma renin, angiotensin and catecholamines in patients with ischaemic heart disease. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;53:219-24.
23. Fernandes T, Hashimoto NY, Magalhaes FC, Fernandes FB, Casarini DE, Carmona AK, et al. Aerobic exercise training induced left ventricular hypertrophy involves regulatory MicroRNAs, decreased angiotensin converting enzyme angiotensin ii, and synergistic regulation of angiotensin converting enzyme 2 angiotensin (1-7). *Hypertension*. 2011;58:182-9.
24. De Meersman RE, Stein PK. Vagal modulation and aging. *Biol Psychol*. 2007;74:165-73.
25. Fernandes RA, Ronque ER, Venturini D, Barbosa DS, Silva DP, Cogo CT, et al. Resting heart rate: its correlations and potential for screening metabolic dysfunctions in adolescents. *BMC Pediatr*. 2013;13:48.
26. Silva KS, Ada SL, Hardman CM, Cabral LG, Silva SG, Nahas MV. Commuting to school and to work among high school students in Santa Catarina state, Brazil: a comparative analysis between 2001 and 2011. *J Phys Act Health*. 2014;11:1458-67.
27. Panda K, Krishna P. Physical exercise and cardiac autonomic activity in healthy adult men. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2014;58:365-70.
28. Silva KS, Vasques DG, Martins CO, Williams LA, Lopes AS. Active commuting: prevalence, barriers, and associated variables. *J Phys Act Health*. 2011;8:750-7.
29. Rennie KL, Hemingway H, Kumari M, Brunner E, Malik M, Marmot M. Effects of moderate and vigorous physical activity on heart rate variability in a British study of civil servants. *Am J Epidemiol*. 2003;158:135-43.
30. Gutin B, Barbeau P, Litaker MS, Ferguson M, Owens S. Heart rate variability in obese children: relations to total body and visceral adiposity, and changes with physical training and detraining. *Obes Res*. 2000;8:12-9.
31. Sandercock GR, Hardy Shepherd D, Nunan D, Brodie D. The relationships between self assessed habitual physical activity and non invasive measures of cardiac autonomic modulation in young healthy volunteers. *J Sports Sci*. 2008;26:1171-7.
32. Skender S, Ose J, Chang Claude J, Paskow M, Bruhmann B, Siegel EM, et al. Accelerometry and physical activity questionnaires – a systematic review. *BMC Public Health*. 2016;16:515.