

Variabilidade da Frequência Cardíaca, Lípides e Capacidade Física de Crianças Obesas e Não-Obesas

Heart Rate Variability, Blood Lipids and Physical Capacity of Obese and Non-Obese Children

Mário Augusto Paschoal, Patrícia Fernandes Trevizan, Natália Folco Scodeler

Grupo de Pesquisa - Função autonômica cardíaca e atividade física na saúde e na doença - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: A obesidade pode afetar a modulação autonômica cardíaca, os lípides do sangue e a capacidade física.

Objetivo: Estudar a interferência da obesidade sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), os lípides do sangue e a capacidade física de crianças obesas.

Métodos: Foram estudadas 30 crianças com idades entre 9 a 11 anos, divididas em dois grupos: a) 15 crianças obesas (O) com $10,2 \pm 0,7$ anos de idade e índice de massa corporal (IMC) no percentil entre 95 e 97; b) 15 crianças não-obesas (NO) com $9,8 \pm 0,7$ anos de idade e IMC no percentil entre 5 e 85. Todas foram submetidas a avaliação antropométrica e clínica, análise da VFC ao repouso e a um protocolo de esforço (PE). Utilizaram-se testes não-paramétricos para comparar as variáveis entre os grupos, e o nível de significância aplicado foi de $p < 0,05$.

Resultados: A circunferência abdominal e os níveis de triglicérides foram maiores em O. A atividade simpática cardíaca, na posição bípede, em unidades normalizadas – BFun, foi maior para os O, com 71,4 %, quando comparada aos 56,3% de NO; e a razão baixa/alta frequência (BF/AF) foi de 3,8 para O e 1,7 para NO. No PE constataram-se diferenças entre os grupos, com maiores valores para as crianças NO, quanto a distância total, tempo de exposição ao PE, consumo de oxigênio pico (VO_2 pico) e equivalente metabólico (MET).

Conclusão: A obesidade infantil promoveu modificações no controle autonômico cardíaco na posição bípede e reduziu a capacidade física. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(3):239-246)

Palavras-chave: Sistema nervoso autônomo, obesidade, frequência cardíaca, esforço físico.

Summary

Background: Obesity can affect the cardiac autonomic modulation, blood lipid levels and the physical capacity.

Objective: To study the effect of obesity on the heart rate variability (HRV), blood lipid levels and physical capacity of obese children.

Methods: Thirty children aged 9 to 11 years were studied, divided in two groups: a) 15 obese children (O) aged 10.2 ± 0.7 years and body mass index (BMI) between the 95th and the 97th percentiles; b) 15 non-obese children (NO) aged 9.8 ± 0.7 years and BMI between the 5th and 85th percentiles. All children were submitted to an anthropometric and clinical assessment, analysis of the HRV at rest and a physical exercise protocol (PEP). Non-parametric tests were used to compare the variables between the groups. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results: The waist circumference and levels of triglycerides were higher in O. The cardiac sympathetic activity in the standing position in normalized units (LF n.u.) was higher in O, 71.4%, when compared to NO, 56.3%. The low frequency/high frequency ratio (LF/HF) was 3.8 in O and 1.7 in NO. The PEP showed differences between the groups, with higher values observed in NO children regarding the total distance, time of exposure to PEP, peak oxygen consumption (VO_2 peak) and metabolic equivalent (MET).

Conclusion: Obesity in children resulted in alterations in cardiac autonomic control in the standing position and decreased the physical capacity. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(3):223-229)

Key words: Autonomic nervous system; obesity; heart rate; exertion.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Mário Augusto Paschoal •

Rua Ferreira Pentead, 1242/72 - Cambuí - 13010-041 - Campinas, SP - Brasil

E-mail: fisioni@puc-campinas.edu.br

Artigo recebido em 16/6/08; revisado recebido em 05/08/08; aceito em 15/08/08.

Introdução

A obesidade, considerada uma epidemia mundial, é caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo, oriundo de causa multifatorial, como suscetibilidade genética, sexo, idade, ocupação, dieta e outros¹.

Basicamente, o tipo de obesidade cuja ocorrência não está causa ligada a doenças endocrinológicas tem forte relação com o desbalanço alimentar resultante do desequilíbrio entre a ingestão e a necessidade diária de nutrientes para suprir o metabolismo de um indivíduo geneticamente suscetível².

Esse tipo específico de obesidade, chamado de sociogênica ou exógena, é decorrente de fatores socioculturais, como o próprio estilo de vida moderno que predispõe ao menor gasto energético, a hábitos nutricionais inadequados e ao sedentarismo³.

Por tratar-se de uma pandemia, reconhecida como tal no início deste século e com perspectivas nada alentadoras sobre programas objetivos e efetivos voltados à sua contenção, todas as investigações que se relacionam à obesidade ganham relevância⁴.

Nesse contexto, há estudos⁵ ressaltando que muito provavelmente as crianças com excesso de peso podem vir a ter uma redução no total de seus anos de vida, em razão, principalmente, do desenvolvimento de doenças cardiovasculares na vida adulta, que têm sua origem na infância e adolescência⁶.

Entre essas linhas de pesquisa, atualmente ganham destaque aquelas que envolvem o acúmulo de gordura na região abdominal^{7,8}, alterações nos valores dos lípides sanguíneos^{5,9}, a baixa capacidade física¹⁰ e alterações no controle autonômico cardíaco^{11,12}.

O acúmulo de gordura na região abdominal realmente tem se mostrado um melhor preditor de fator de risco para a doença cardiovascular e para o diabetes tipo II, do que a própria obesidade total⁷. Inversamente, porém reforçando essa teoria, estudos recentes têm revelado que crianças portadoras de moderados para altos níveis de capacidade funcional cardiorrespiratória estão associadas à presença de menor adiposidade abdominal¹⁰.

Sendo assim, uma das possibilidades mais interessantes que se apresentam para a diminuição da quantidade de gordura abdominal e, por extensão, para a prevenção do diabetes tipo II e da obesidade total é o exercício físico feito regularmente.

Aqueles que se exercitam, além de prevenirem as complicações futuras, tendem a apresentar maiores valores de consumo de oxigênio máximo (VO_2 máximo) ou pico (VO_2 pico)¹, variáveis indicativas de boa capacidade funcional cardiorrespiratória com significativos reflexos sobre a qualidade de vida.

Outro aspecto que atualmente tem merecido crescente preocupação dos pesquisadores, apesar de ainda se mostrar controverso quando relacionado à obesidade infantil, é a alteração na modulação autonômica cardíaca¹³. Há estudos consistentes que sugerem a ocorrência de redução da ação protetora do sistema nervoso parassimpático cardíaco¹¹, associada ou não à ampliação da ação do tônus simpático,

potencial causador de arritmias cardíacas^{14,15}.

Essas pesquisas têm por base o emprego de uma importante ferramenta de análise, que é a variabilidade da frequência cardíaca – VFC¹⁶, a qual, por não ser invasiva e ser cada vez mais precisa, tem sido muito utilizada na avaliação cardiovascular de adultos e crianças obesos^{16,17}.

As alterações autonômicas cardíacas, tal qual se observa com relação ao acúmulo de gordura na região abdominal, também têm sido relacionadas à ocorrência futura de distúrbios funcionais e metabólicos importantes, como hipertensão arterial sistêmica, diabetes, acidente vascular cerebral, infarto agudo do miocárdio, entre outros^{11,12}.

Com base nessas argumentações, o presente estudo procurou avaliar, de forma conjunta, esses principais problemas presentes na obesidade infantil, ressaltando a investigação do índice de massa corporal (IMC), a distribuição da gordura corporal, os valores dos lípides sanguíneos, a VFC ao repouso e a capacidade física. A intenção foi atender aos paradigmas vigentes mais relevantes da influência precoce da obesidade sobre o futuro surgimento de doenças cardiovasculares e metabólicas.

Sendo assim, acredita-se que estudos envolvendo conjuntamente todas essas questões podem proporcionar maiores esclarecimentos sobre as repercussões dessa importante disfunção no sistema cardiovascular, para que novas ações terapêuticas venham a ser desenvolvidas e aplicadas em prol da população acometida.

Métodos

Foram estudadas 30 crianças com idades entre 9 a 11 anos, divididas em dois grupos: grupo A com 15 crianças obesas (8 meninos e 7 meninas), idade média de $10,2 \pm 0,7$ anos e índice de massa corporal (IMC) com percentil¹⁸ entre 95 e 97; e grupo B, contendo 15 crianças não-obesas (7 meninos e 8 meninas), idade média de $9,8 \pm 0,7$ anos e IMC com percentil entre 5 e 85.

Como critério de inclusão, as crianças obesas apresentavam IMC de acordo com o estabelecido anteriormente e não tinham doenças cardiológicas ou metabólicas. Não usavam nenhuma medicação que pudesse causar interferência sobre os dados. Também não realizavam atividade física desportiva havia pelo menos dois meses, exceto quando tinham que participar das aulas de educação física, duas vezes por semana.

Maiores informações sobre o dia-a-dia das crianças foram obtidas por meio de uma entrevista conduzida junto aos seus responsáveis. Estes foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa envolvendo seres humanos da PUC-Campinas, Protocolo nº 138/06.

Procedimentos

Etapa 1

Foram realizadas avaliações antropométricas e clínicas, compostas pela aferição do peso e estatura corporais e registro do perímetro abdominal (PAb) obtido com o emprego de

uma fita métrica. A medida da PAb foi feita com o voluntário deitado, em supino, com a fita métrica passando por sua cintura, tomando-se como referência a cicatriz umbilical¹.

O exame clínico compreendeu a coleta de sangue, feita após jejum de 12 horas, para análise dos valores de colesterol e triglicérides, segundo métodos convencionais^{9,19}; aferição da PA feita com esfigmomanômetro de coluna de mercúrio; análise da FC de repouso; e realização das ausculta cardíacas e pulmonares.

Etapa 2

Após orientação dada aos responsáveis e às próprias crianças para que 24 horas antes estas não fizessem atividade física desportiva, não ingerissem substâncias estimulantes, como café, chá, chocolate e refrigerantes, e se preocupassem em ter uma boa noite de sono (no mínimo, com oito horas), foi executado o registro dos batimentos cardíacos correspondente à condição de repouso.

Esse registro foi dividido em duas partes e realizado entre as 16 e 17 horas para evitar interferências do ritmo circadiano da FC sobre os dados da VFC. Na primeira parte, o registro teve 12 minutos e foi conduzido em ambiente tranquilo e silencioso em temperatura controlada entre 21° C e 23 °C, com o voluntário deitado sobre um divã, em posição supina. Na segunda parte, estando o voluntário em posição bípede, foi feito por sete minutos. Em ambas as condições, o voluntário não podia conversar nem se mover.

Evitou-se o cálculo da VFC nos dois primeiros minutos dos registros, tanto para a posição supina quanto para a bípede, pois problemas na estabilidade do sinal e o surgimento de artefatos que acontecem nesse espaço de tempo em decorrência da adaptação à postura prejudicam a interpretação destes²⁰.

Todos os batimentos cardíacos foram registrados pelo cardiofrequencímetro Polar S810i® e direcionados a uma interface (interface IR®) por meio de sinais infravermelhos. Os dados obtidos foram enviados ao computador, e realizou-se a análise da VFC por meio dos softwares Polar Precision Performance® e Nevrokard® (Figura 1).

Etapa 3

Realizou-se o protocolo de esforço (PE) incremental submáximo, conduzido em esteira rolante (super ATL – Inbraspport®) com velocidade inicial de 2,0 km/h, durante dois minutos, sem inclinação, e acréscimos de 0,5 km/h a cada minuto subsequente.

Durante a realização do protocolo, todas as crianças deveriam atingir a FC submáxima calculada por meio da fórmula: $FC_{submax} = 195 - idade$. Quando o teste era completado, a velocidade da esteira era reduzida progressivamente, durante 2 minutos, para permitir a adequada recuperação das funções cardiorrespiratórias e metabólicas.

O VO_2 pico foi calculado por meio da obtenção dos valores de equivalentes metabólicos (MET) registrados no *display* da

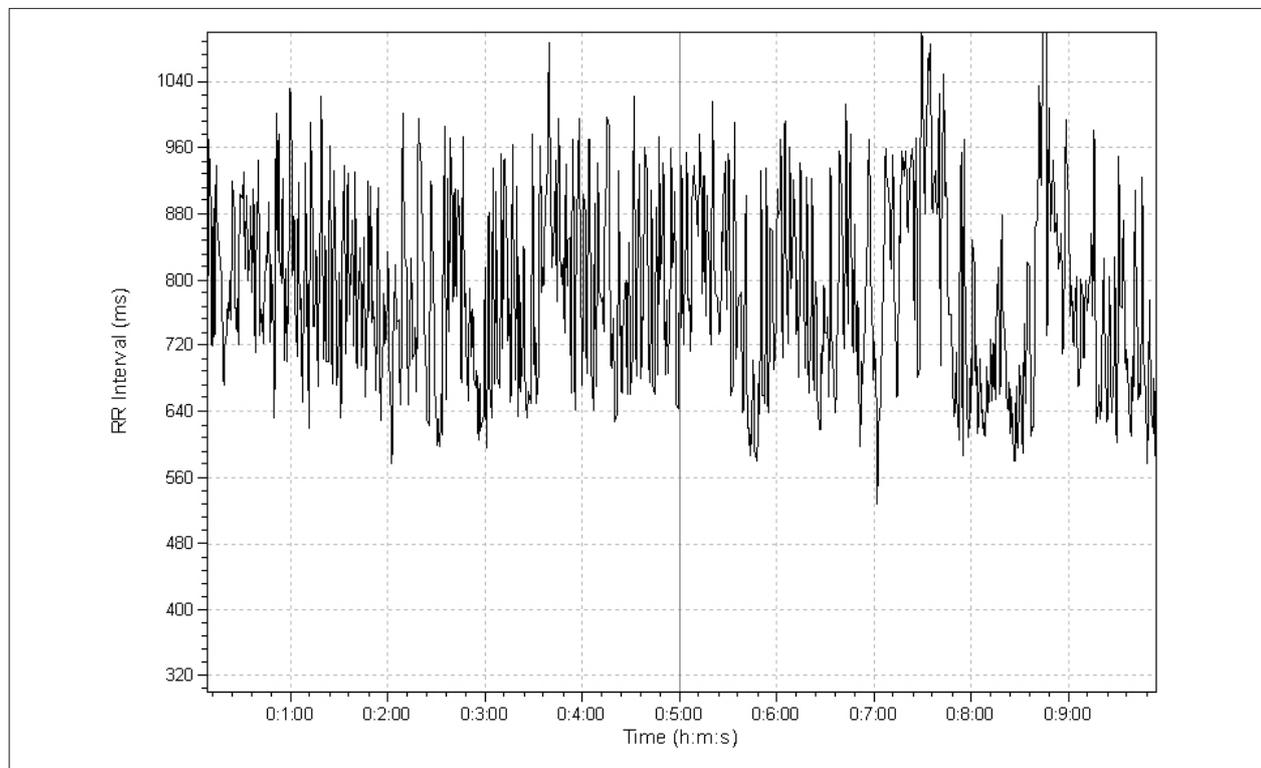


Fig. 1 - Tacograma do registro dos intervalos RR de uma criança não-obesa em posição supina.

esteira no momento do pico do esforço, multiplicado por 3,5, pois 1 MET = 3,5 ml/O₂/kg/min⁻¹

Tratamento estatístico

Aplicou-se o teste t de Student para a comparação entre médias das variáveis antropométricas e clínicas, considerado estatisticamente significativo o valor de $p < 0,05$.

Em relação aos parâmetros da VFC, aplicou-se o teste não-paramétrico de Mann Whitney, com nível de significância de $p < 0,05$, para a comparação entre os grupos. Da mesma forma, foram analisados os dados extraídos do PE. A análise da VFC foi feita a partir da avaliação dos iRR normais extraídos dos registros dos tacogramas de FC.

Com base nesses registros, realizaram-se as análises nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF).

A transformada rápida de Fourier foi o algoritmo selecionado para as análises realizadas no DF. Para o DT, calcularam-se: a) os iRR médios; b) os desvios padrão dos iRR em milissegundos (ms) – SDNN; c) a raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os iRR – RMSSD; d) a porcentagem de iRR adjacentes com diferença superior a 50 ms – pNN50.

Para o DF, calcularam-se: a) a potência total em ms²; b) os valores dos componentes espectrais de baixa frequência (BF) e alta frequência (AF) em ms² e em unidades normalizadas (u.n.); c) razão BF/AF.

Para cálculo das unidades normalizadas de BF e AF, usou-se a metodologia proposta pela Task Force²¹.

Resultados

Na tabela 1, estão apresentadas as características antropométricas e clínicas. Devem-se observar as diferenças

significativas que ocorreram no valor de IMC, PAb, HDL e triglicérides.

Na tabela 2 estão os valores médios e desvios padrão de VFC de crianças O e NO, comparados intra e entre grupos, nas posições supina e bípede.

Com relação às variáveis obtidas durante a execução do PE, os dados estão apresentados a seguir nos formatos de *boxplots* (Figura 2 e Figura 3).

As crianças NO apresentaram uma capacidade física superior determinada pelas seguintes variáveis, em medianas: a) distância que conseguiram atingir no teste incremental, com 1,35 km das NO comparado a 0,96 km das O; b) tempo de

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão das avaliações antropométricas e clínicas das crianças obesas e não-obesas

| Variáveis | Obesas (n = 15) | Não-obesas (n = 15) | Teste t |
|--------------------------|-----------------|---------------------|---------|
| IMC (kg/m ²) | 23,9 ± 1 | 17,7 ± 1,6 | 0,0001* |
| PAS (mmHg) | 114,6 ± 8,5 | 112,3 ± 10,1 | 0,3 |
| PAD (mmHg) | 72,8 ± 7,9 | 71,3 ± 9,1 | 0,7 |
| FC (bpm) | 84,8 ± 11,2 | 80,2 ± 7,4 | 0,1 |
| PAb (cm) | 74,8 ± 4,5 | 57,8 ± 8,1 | 0,0001* |
| Colesterol total (mg/dl) | 156,1 ± 25,9 | 150,0 ± 29,0 | 0,4 |
| HDL (mg/dl) | 49,8 ± 7,7 | 59,4 ± 9,3 | 0,04* |
| LDL (mg/dl) | 91,7 ± 29,6 | 79,1 ± 21,1 | 0,1 |
| Triglicérides (mg/dl) | 107,3 ± 81,1 | 64,6 ± 25,6 | 0,01* |

* $p < 0,05$; IMC - índice de massa corpórea; PAS - pressão arterial sistólica; PAD - pressão arterial diastólica; FC - frequência cardíaca; PAb - perímetro abdominal; HDL - colesterol de alta densidade; LDL - colesterol de baixa densidade.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão de VFC de crianças obesas e não-obesas em posições supina e bípede

| Domínio do tempo | Supino | | Bípede | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | Obesas (n = 15) | Não Obesas (n = 15) | Obesas (n = 15) | Não obesas (n = 15) |
| iRR médio (ms) | 735,7 ± 87,6* | 738,4 ± 65,1# | 585,7 ± 62,7 | 586,3 ± 52,0 |
| SDNN (ms) | 64,9 ± 28,7* | 68,6 ± 23,7# | 40,8 ± 16,9 | 65,1 ± 93,6 |
| RMSSD (ms) | 64,9 ± 36,9* | 69,9 ± 29,8# | 20,5 ± 12,5 | 23,9 ± 10,5 |
| pNN50 (%) | 15,7 ± 10,3* | 19,1 ± 8,9# | 2,4 ± 4,2 | 3,7 ± 4,2 |
| FC | 84,8 ± 11,2* | 80,2 ± 7,4# | 103,6 ± 10,0 | 102,9 ± 9,0 |
| Domínio da frequência | Obesas (n = 15) | Não Obesas (n = 15) | Obesas (n = 15) | Não obesas (n = 15) |
| Potência total | 36381,6 ± 29122,4 * | 81739,1 ± 173660,3# | 29401,6 ± 35995,1 | 22150,4 ± 10588,3 |
| BF (ms ²) | 1319,4 ± 1326,2* | 1234,5 ± 939,2# | 744,3 ± 644,2 | 659,0 ± 506,5 |
| AF (ms ²) | 1887,6 ± 1730,1* | 2065,8 ± 1343,2# | 314,3 ± 391,4 | 388,7 ± 242,8 |
| BF (u.n) | 43,1 ± 14,4* | 37,9 ± 13,9# | 71,4 ± 13,8 † | 56,3 ± 18,8 |
| AF (u.n) | 56,8 ± 14,4* | 62,0 ± 13,9# | 28,9 ± 13,7 | 37,1 ± 11,1 |
| Razão BF/AF | 0,8 ± 0,5* | 0,6 ± 0,4# | 3,8 ± 3,9 † | 1,7 ± 0,9 |

* $p < 0,05$ - obesas supino x obesas bípede; # $p < 0,05$ - não-obesas supino x não-obesas bípede; † $p < 0,05$ - obesas bípede x não-obesas bípede.

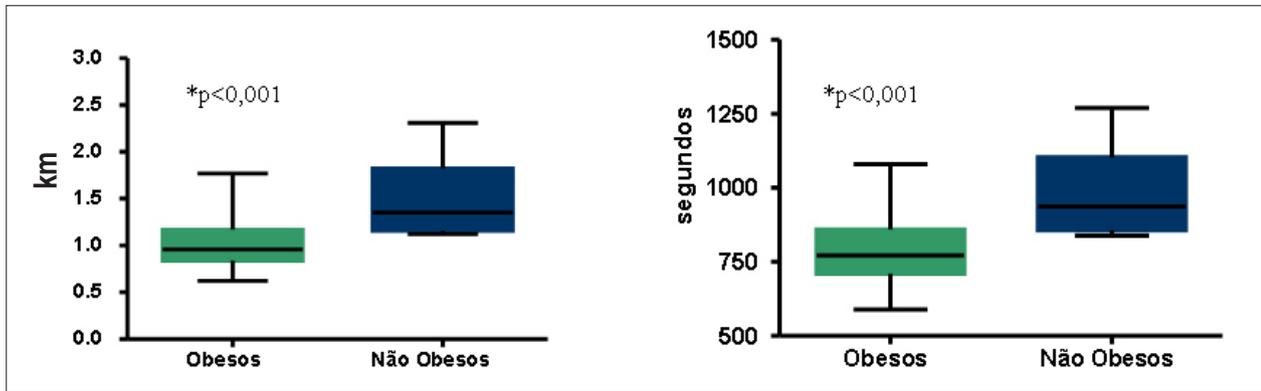


Fig. 2 - Valores das distâncias totais percorridas (quilômetros) e o tempo de exposição ao protocolo (segundos), apresentados pelos grupos de crianças obesas ($n = 15$) e não-obesas ($n = 15$) durante a realização de protocolo de esforço contínuo crescente submáximo. A linha horizontal no centro da caixa de valores representa o valor da mediana, e estão presentes o primeiro e terceiro quartis, delimitando o tamanho das caixas de valores. Os valores extremos estão representados pelas linhas verticais, delimitadas em suas extremidades por linhas horizontais.

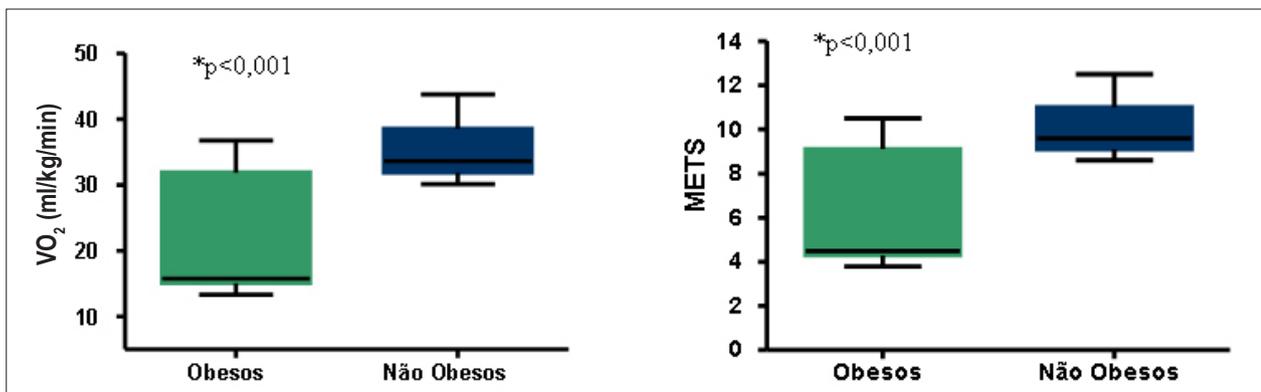


Fig. 3 - Valores do consumo de oxigênio pico (VO_2 pico) estimado e dos respectivos equivalentes metabólicos (MET) obtidos no momento do pico do esforço desenvolvido pelas crianças obesas ($n = 15$) e não-obesas ($n = 15$) durante a realização de protocolo de esforço contínuo crescente submáximo. A linha horizontal no centro da caixa de valores representa o valor da mediana, e estão presentes o primeiro e terceiro quartis, delimitando o tamanho das caixas de valores. Os valores extremos estão representados pelas linhas verticais, delimitadas em suas extremidades por linhas horizontais.

exposição ao protocolo, respectivamente de 15 min e 37 s dos NO, contra 12 min e 52 s dos O; c) VO_2 pico, com $33,6 \text{ ml/O}_2/\text{kg}/\text{min}^{-1}$ dos NO e $15,7 \text{ ml/O}_2/\text{kg}/\text{min}^{-1}$ dos O; d) equivalente metabólico (MET) com valor de 9,6 para os NO e de 4,5 para os O.

Discussão

A obesidade infantil de causa sociogênica tem se elevado significativamente nos últimos anos em praticamente todo o mundo, e constata-se que, dentre os vários fatores responsáveis por isso, a associação de maus hábitos alimentares e o sedentarismo têm papel predominante¹⁻³.

Nesse contexto, emergem vários estudos com diferentes linhas de pesquisa, porém com uma finalidade única que é contribuir com a melhoria da qualidade de vida das pessoas obesas. Essas pesquisas buscam trazer novas informações sobre o desenvolvimento de mecanismos para melhorar a prevenção e o tratamento das doenças cardiovasculares e metabólicas decorrentes da obesidade.

Neste estudo, pesquisaram-se fatores importantes no reconhecimento precoce de problemas resultantes da

obesidade e potenciais causadores de futuras doenças: acúmulo de gordura na região abdominal e lípidos do sangue, VFC e redução da capacidade física.

Medidas de gordura abdominal têm se mostrado excelentes preditoras de risco para doença cardiovascular e diabetes tipo II, inclusive obtendo maior destaque do que os índices de gordura total e IMC⁷. Sabe-se, por exemplo, que os valores da CA, aferidos conforme Fernández e cols.²², têm a mesma precisão da avaliação para a gordura intra-abdominal e subcutânea, daquelas medidas feitas por meio de imagens de ressonância magnética usadas em crianças e adolescentes.

Na presente condição, optou-se por estudar a presença de gordura abdominal por meio da análise dos valores de PAb das crianças O e constatou-se que eles foram significativamente maiores do que os das crianças NO. Considerando que o valor de estatura não foi diferente entre os grupos, pode-se concluir que o fato de o grupo O apresentar maiores valores de PAb contribuiu significativamente para que também seu valor de IMC fosse maior.

Consta também na tabela 1 o valor de lípidos do sangue de todos os voluntários. O interesse em conhecer esses valores tem por base o fato de que a doença aterosclerótica

é uma das principais causas de morbidade e mortalidade em indivíduos adultos, porém com tendência a acometer pessoas cada vez mais jovens nos países em desenvolvimento e sem programas de prevenção efetivos⁹. Igualmente, a conhecida relação causa-efeito entre altos valores de LDL e aterosclerose, comprovada em ensaios clínicos, ressalta a importância que se deve dar a esses valores desde a infância²³.

Segundo Williams e cols.²⁴, a obesidade infantil é conhecida por estar associada a índices anormais de lipídios sanguíneos, incluindo os níveis de colesterol total maior que 170 mg/dL, altos níveis de triglicérides e baixos níveis de HDL.

Os valores de triglicérides apresentados pelas crianças O foram significativamente maiores, porém o colesterol total não foi diferente do mostrado pelo grupo NO. Em contrapartida, o HDL foi significativamente maior nas crianças NO. Em suma, concluiu-se que: a) ambos os grupos apresentaram valores de lipídios compatíveis com a normalidade, b) os valores de LDL não se diferiram entre os grupos, c) as crianças NO tiveram maiores valores de HDL e menores de triglicérides.

Ainda com relação aos valores da tabela 1, constata-se que, apesar de existirem estudos nos quais há maiores valores de FC e de PA sistólica¹⁵ e diastólica²⁵ de repouso em crianças O quando comparadas às NO, tal fato não ocorreu no presente trabalho. Talvez o número de crianças pesquisadas, a metodologia empregada para classificá-las como obesas e a não-igualdade entre faixas etárias analisadas possam explicar a ocorrência de diferenças de resultados entre os estudos.

Com relação à VFC, sabe-se que as variações dos intervalos RR (iRR) presentes durante condições controladas de repouso representam um poderoso e sensível meio de analisar os mecanismos de controle autonômico cardíaco batimento a batimento^{26,27}. Sendo assim, e por poder expressar a ação simpática e parassimpática cardíaca²¹, a VFC foi pesquisada em duas posições corporais que exigem ajustes autonômicos diferentes.

A tabela 2 mostra significativa diferença na comparação entre a VFC nas duas posições corporais, revelando que a posição bípede reduziu o tônus parassimpático e elevou o tônus simpático cardíaco nos dois grupos.

A VFC na posição supina não foi diferente entre os grupos, o que difere do estudo realizado por Sekine e cols.²⁸. Nesse estudo, realizado com 7 crianças obesas e 9 não-obesas, com idades entre 8 e 9 anos, constatou-se diminuição significativa da atividade nervosa parassimpática cardíaca das O, representada pela queda do valor do componente de alta frequência em unidades normalizadas (AF u.n.), ao mesmo tempo que os valores do componente simpático cardíaco (BF u.n.) mostraram-se significativamente maiores do que o das crianças NO.

Outros trabalhos, com maior número de voluntários, como o de Rabbia e cols.²⁹, com 50 crianças com idade média de $13,9 \pm 1,7$ anos, também mostraram significativos maiores valores do componente BF em obesos, comparados a 12 adolescentes saudáveis, sugerindo, portanto, que a obesidade poderia causar incremento do tônus simpático cardíaco.

Riva e cols.¹⁴ sugeriram que os adolescentes obesos poderiam

apresentar uma disfunção simpato-vagal caracterizada por redução da atividade parassimpática e aumento da atividade simpática, resultados esses similares aos obtidos por Brunetto e cols.¹⁵, que encontraram em adolescentes obesos menor valor de AF (u.n.) e maior BF (u.n.) com relação aos adolescentes eutróficos.

O estudo realizado por Martini e cols.¹¹, porém empregando registro de longa duração (24 horas), constatou menores valores dos componentes AF (u.n.) e da razão BF/AF nas 24 horas em obesos. Igualmente, as medidas no domínio do tempo relativas à atividade vagal foram menores.

Ressalta-se que, em todos esses trabalhos, apenas um estudou a VFC em crianças da mesma faixa etária das do presente estudo, o que poderia ser um dos fatores responsáveis pela não-semelhança dos valores encontrados por nós e pelos demais estudos.

Diferentemente dos testes de mudança postural, como o *tilt table test*^{30,31} ou o teste de mudança postural ativa²⁰, ambos empregados para avaliar resposta reflexa cardíaca envolvendo os barorreceptores arteriais, a avaliação da VFC na posição bípede se preocupou em analisar os iRR nessa condição funcional, porém apenas após os ajustes cardiocirculatórios já estarem estabelecidos e a condição hemodinâmica já se encontrar estável.

Constatou-se que o grupo de crianças O, apesar de apresentar os mesmos valores de FC dos NO, mostrou ajuste autonômico cardíaco diferente, com maior atividade simpática demonstrada pelos valores de BF (u.n.) e razão BF/AF.

O estudo da VFC nas duas condições funcionais permitiu deduzir que: a) elas podem ser usadas para investigação clínica sobre a modulação autonômica cardíaca de crianças nessa faixa etária; b) as crianças O, apesar de terem modulação autonômica diferente quando na posição bípede, apresentaram valores de FC similar ao do grupo NO.

O PE usado para avaliar a capacidade funcional cardiorrespiratória (CFCR) das crianças foi incremental submáximo. Optou-se por um protocolo submáximo para evitar a exposição das crianças a um esforço extremo, pois estudos desenvolvidos por nosso grupo já haviam mostrado diferenças de CFR entre crianças O e NO, mesmo em intensidades submáximas de esforço²⁵.

Todas as variáveis estudadas durante o protocolo de esforço foram significativamente maiores por parte do grupo NO, mesmo quando se considerou que, apesar de ambos os grupos terem o mesmo número de crianças, havia um menino a menos no grupo NO. Nesse caso, em particular, cabe ressaltar que a literatura é clara em afirmar que os meninos da faixa etária estudada têm maior VO_2 pico ou máximo que as meninas³².

Apesar de o grupo de crianças O ter conseguido atingir os mesmos valores de FC pico dos da NO, isso aconteceu em menor tempo de exposição ao protocolo de esforço, mostrando que suas FC se elevaram mais rapidamente, sendo precocemente utilizada a reserva cronotrópica, resultando, portanto, em um menor valor de VO_2 pico¹.

As limitações do estudo se restringiram ao pequeno número de voluntários e à avaliação do VO_2 pico obtido

por medida indireta, cujos erros de maior ou menor magnitude podem estar presentes. Porém, acreditamos que as diferenças encontradas durante o protocolo de esforço foram tão evidentes que foi atingido o objetivo de mostrar a influência da obesidade infantil sobre parâmetros precursores de futuras doenças cardiovasculares e metabólicas.

Conclusão

Dos principais fatores relacionados à obesidade infantil e ao futuro desenvolvimento de doenças cardiovasculares, este estudo mostrou crianças obesas com significativo acúmulo de gordura na região abdominal, diminuição do HDL colesterol e aumento de triglicérides, além da presença de maior tônus simpático cardíaco quando em posição bípede e grande redução da capacidade física documentada em protocolo de esforço incremental.

Referências

- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of exercise physiology. Philadelphia - USA. Lea & Febiger; 1994.
- Marques-Lopes I, Marti A, Moreno-Aliaga MJ, Martinez A. Aspectos genéticos na obesidade. *Revista de Nutrição*. 2004; 17 (3): 327-38.
- Giugliano R, Carneiro EC. Fatores associados à obesidade em escolares. *J Pediatr*. 2004; 80 (1): 17-22.
- Miller J, Rosebloom A, Silverstein J. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metabol*. 2004; 89 (9): 4211-8.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjörström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obesity*. 2008; 32: 1-11.
- Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman III WP, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factor and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med*. 1998; 338: 1650-6.
- Kuk JL, Katzmarzyk PT, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obes Res*. 2006; 14: 336-41.
- Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30: 23-30.
- Giuliano ICB, Coutinho MSA, Freitas SFT, Pires MMS, Zunino JN, Ribeiro RQC. Lípidios séricos em crianças e adolescentes de Florianópolis, SC: estudo florianópolis saudável, 2040. *Arq Bras Cardiol*. 2005; 85: 85-91.
- Ortega FB, Tresaco B, Ruiz JR, Moreno LA, Martín-Matillas M, Mesa JL, et al. Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. *Obesity*. 2007; 15: 1589-99.
- Martini G, Riva P, Rabbia F, Molini V, Ferrero GB, Cerutti F, et al. Heart rate variability in childhood obesity. *Clin Auton Res*. 2001; 11 (2): 87-91.
- Faulkner MS, Hathaway D, Tolley B. Cardiovascular autonomic function in healthy adolescents. *Heart Lung*. 2003; 32 (1): 10-22.
- Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28 (1): 27-33.
- Riva P, Martini G, Rabbia F, Milan A, Paglieri C, Chiandussi L, et al. Obesity and

Agradecimento

À Dra. Mila Pontes Ramos Cunha, chefe do ambulatório de endocrinologia do Hospital e Maternidade Celso Pierro da PUC-Campinas, pela análise dos exames de triglicérides e colesterol.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

- autonomic function in adolescence. *Clin Exp Hypertens*. 2001; 23 (1-2): 57-67.
- Brunetto AF, Roseguini BT, Silva BM, Hirai DM, Guedes DP. Respostas autonômicas cardíacas à manobra de tilt em adolescentes obesos. *Rev Assoc Med Bras*. 2005; 51 (5): 256-60.
- Montano N. Heart rate variability as a clinical tool. *Ital Heart J*. 2002; 3: 439-45.
- Zahorska-Markiewicz B, Kuagowska E, Kucio C, Klin M. Heart rate variability in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993; 17: 21-3.
- Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. *Pediatrics*. 2002; 109 (1): 45-60.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrikson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972; 18: 499-502.
- Paschoal MA, Volanti VM, Pires CS, Fernandes FC. Heart rate variability in different age groups. *Rev Bras Fisioter*. 2006; 10 (4): 413-9.
- European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability – standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use task force. *Circulation*. 1996; 93 (5): 1043-65.
- Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004; 145: 439-44.
- Levi F, Lucchini F, Negri E, La Vecchia C. Trends in mortality from cardiovascular and cerebrovascular diseases in Europe and other areas of the world. *Heart*. 2002; 88: 119-24.
- Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fitness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health*. 1992; 82: 358-63.
- Petrelluzzi KFS, Kawamura M, Paschoal MA. Avaliação funcional cardiovascular de crianças sedentárias obesas e não obesas. *Rev Cienc Med (Campinas)*. 2004; 13 (2): 127-36.
- Akserold S, Gordon D, Madwed JB, Snidman NC, Shannon DC, Cohen RJ.

- Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am J Physiol.* 1985; 249: H867-H875.
27. Saul JP, Rea RF, Eckberg DL, Berger RD, Cohen RJ. Heart rate and muscle sympathetic nerve variability during reflex changes of autonomic activity. *Am J Physiol.* 1990; 258: H713-H721.
28. Sekine M, Izumi I, Yamagami T, Kagamimori S. Obesity and cardiac autonomic nerve activity in healthy children: results of the Toyama birth cohort study. *Env Health and Prevent Med.* 2001; 6: 149-53.
29. Rabbia F, Silke B, Conterno A, Grosso T, De Vito B, Rabbone I, et al. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res.* 2003; 11: 541-8.
30. Montano N, Ruscone TG, Porta A, Lombardi F, Pagani M, Malliani A. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. *Circulation.* 1994; 90 (4): 1826-31.
31. Streeten DHP. Variations in clinical manifestation of orthostatic hypotension. *Mayo Clin Proc.* 1995; 70: 713-4.
32. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as a measure of cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *J Pediatr.* 2006; 82: 426-30.