

Efeitos de um programa multidisciplinar sobre a modulação autonômica de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade

Effects of a multidisciplinary program on autonomic modulation in overweight or obese children and adolescents

Ana Laura Ricci-Vitor (MPT)¹, Fabrício Eduardo Rossi (MPT)², Patricia Miyuki Hirai (BPT)¹, Natália Turri da Silva (SPT)¹, Franciele Marques Vanderlei (PhD)¹, Maria Isabela Haddad (BPT)¹, Luana Almeida Gonzaga (BPT)¹, Carlos Marcelo Pastre (PhD)¹, Vitor Engrácia Valenti (PhD)³, Ismael Fortes Freitas Jr (PhD)², Celso Ferreira (PhD)⁴, Luiz Carlos Marques Vanderlei (PhD)¹

DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.119257>

Resumo

Objetivo: avaliar a influência de um programa multidisciplinar na modulação autonômica de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade.

Método: quinze indivíduos com $10,93 \pm 2,28$ anos foram submetidos a avaliação da modulação autonômica por meio da variabilidade da frequência cardíaca antes e após um programa de atividades físicas conduzido por três meses, com frequência de três vezes na semana por 60 minutos cada sessão, associado com aconselhamento nutricional e psicológico. Para análise estatística foi utilizado teste T para dados pareados ou teste de Wilcoxon com significância de $p < 0,05$.

Resultados: o programa multidisciplinar foi capaz de influenciar positivamente a modulação autonômica o que pode ser observado por índices temporais (SDNN = $39,96 \pm 10,33$ vs. $49,44 \pm 12,31$; $p = 0,019$; rMSSD = $28,97 \pm 11,50$ vs. $37,26 \pm 11,17$; $p = 0,018$), espectrais (LFnu = $64,49 \pm 12,21$ vs. $56,74 \pm 11,18$; $p = 0,014$; HFnu = $35,50 \pm 12,21$ vs. $43,25 \pm 11,18$; $p = 0,014$) e geométricos (SD1 = $20,51 \pm 8,13$ vs. $26,36 \pm 7,90$; $p = 0,018$; SD2 = $52,31 \pm 13,04$ vs. $64,58 \pm 16,33$; $p = 0,031$) de variabilidade em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. Adicionalmente, após a intervenção houve redução da frequência cardíaca de repouso ($88,53 \pm 9,24$ vs. $83,09 \pm 7,93$; $p = 0,023$) e mudanças na classificação da obesidade dos indivíduos para sobrepeso 26,67% vs. 46,66% e obesidade 73,33% vs. 53,33%. Apesar disso, não houve diferença significativa no índice de massa corporal.

Conclusões: um programa de exercícios associado com aconselhamento nutricional e psicológico foi capaz de promover benefícios na modulação autonômica em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade.

Palavras-chave: sistema nervoso autônomo, exercício físico, estado nutricional e aconselhamento psicológico.

INTRODUÇÃO

A obesidade, caracterizada como o maior problema de saúde pública infantil que será visto na próxima geração¹, apresenta etiologia multifatorial, sofre influências de fatores genéticos, comportamentais e ambientais^{2,3}, tende a persistir até a vida adulta⁴ e está associada a uma série de complicações, tais como alguns tipos de câncer⁵, hipertensão e dislipidemias⁶.

Além disso, alterações autonômicas em crianças e adolescentes obesos foram descritas na literatura⁷⁻⁹, o que representa uma condição negativa importante, uma vez que tais alterações estão relacionadas ao aumento do risco de morbidade e mortalidade¹⁰.

Nesse contexto, o tratamento da obesidade em crianças e adolescentes é fundamental e a atividade física associada a uma dieta hipocalórica, são ferramentas que produzem impacto positivo sobre esta afecção¹¹. Nessa

1 Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Julio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

2 Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Julio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

3 Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Julio de Mesquita Filho, Marília, São Paulo, Brasil.

4 Departamento de Medicina (Cardiologia), Universidade Federal São Paulo (UNIFESP), São Paulo, São Paulo, Brasil.

Corresponding Author: Ana Laura Ricci-Vitor - E-mail: analaura.ricci@yahoo.com/lcmvanderlei@fct.unesp.br

Suggested citation: Ricci-Vitor AL, Rossi FE, Hirai PM, Silva NT, Vanderlei FM, Haddad MI (et al). Effects of a multidisciplinary program on autonomic modulation in overweight or obese children and adolescents. *J Hum Growth Dev.* 26(1): 154-161. Doi: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.119257>

Manuscript submitted: Jun 26 2016, accepted for publication Jul 21 2016.

população a prática de atividades físicas e intervenções nutricionais, apresentam evidências de benefícios na redução da adiposidade, manutenção do peso estável e melhora de desordens metabólicas e do uso lipídios durante exercício máximo^{12,13}.

Com enfoque na população infantil, alguns trabalhos apontaram também efeitos benéficos da atividade física sobre a modulação autonômica. Gutin et al.¹⁴, após realizar um programa de exercício físico com crianças obesas de 7 a 11 anos observaram melhora da modulação autonômica, caracterizando o programa como capaz de promover um estímulo adequado para o sistema cardiovascular. Além disso, Nagai et al.¹⁵ observaram que o nível de atividade física tem relação com a alteração autonômica em crianças obesas e sugeriram que programas de atividade física poderiam contribuir para a melhora da modulação autonômica dessas crianças.

Apesar disso, não foi encontrada na literatura estudos que avaliassem concomitantemente os efeitos de tratamentos multidisciplinares envolvendo atividades físicas, orientações nutricionais e psicológicas sobre a modulação autonômica em crianças e adolescentes acima do peso normal. Hipotetizamos que esse tipo de intervenção possa promover efeitos benéficos sobre a modulação autonômica dessa população.

Assim, com objetivo de inserir novos elementos à literatura sobre o tema exposto, este estudo teve por objetivo, avaliar a influência de um programa multidisciplinar, de exercícios físicos, associado a orientações nutricionais e psicológicas sobre a modulação autonômica de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade.

■ MÉTODO

População e amostra

O presente estudo caracteriza-se como um ensaio clínico longitudinal baseado em exercícios físicos, orientação nutricional e psicológica. Ele envolveu 38 crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade de ambos os sexos, e faixa etária entre 06 e 17 anos, com ausência de medicamentos ou doenças metabólicas ou cardiopulmonares conhecidas. Foram excluídos do estudo voluntários que não concluíram três meses do programa. Levando em consideração este critério dos 38 voluntários que iniciaram o programa foram excluídos 23 (60,52%) e, portanto, a amostra final foi composta por 15 voluntários, sendo 07 do sexo masculino (46,66%) e 8 do sexo feminino (53,33%). Mais dados de caracterização dos voluntários encontram-se na tabela 1.

Procedimentos éticos

Os voluntários e seus responsáveis foram devidamente informados sobre os procedimentos e objetivos deste estudo, e após concordarem, o responsável assinou um termo de consentimento livre e esclarecido constituindo a possível amostra. Todos os procedimentos receberam aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP (Proc. nº 259/2008) e seguiram a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Delineamento do estudo

O protocolo experimental incluiu avaliação inicial, o programa multidisciplinar e uma avaliação final. Para a avaliação inicial foram realizadas anamnese, avaliação antropométrica e avaliação autonômica. O programa multidisciplinar foi constituído por orientação psicológica, nutricional e um programa de exercícios físicos desenvolvido por um período de três meses com frequência de três dias na semana e duração de 60 minutos por sessão. O protocolo experimental foi finalizado pela avaliação final, a qual foi composta pela avaliação autonômica e antropométrica. A estrutura dos métodos foi baseada nas diretrizes do "Consolidated Standards of Reporting Trials - (CONSORT)" e podem ser encontradas no link a seguir: www.consort-statement.org/.

Anamnese e avaliação antropométrica

Inicialmente os voluntários foram identificados e investigados quando ao uso de medicamentos e presença de doenças metabólicas ou cardiopulmonares conhecidas. A avaliação antropométrica incluiu a medida da massa e estatura e a consequente determinação do índice de massa corporal (IMC). A massa foi verificada em uma balança eletrônica (Filizola, Brasil), com capacidade máxima de 180 kg e precisão de 0,1kg, com os indivíduos em trajes leves e descalços; a mensuração da estatura foi realizada em posição ortostática por meio de um estadiômetro (Sanny, Brasil) com precisão em 0,1 cm e extensão de 2,20 m¹⁶. O IMC foi calculado pela fórmula: massa corporal (quilogramas)/estatura²(metros) e classificado quanto sobrepeso e obesidade segundo os critérios estabelecidos para idade e sexo por Cole et al.¹⁷.

Avaliação autonômica

A avaliação autonômica foi realizada em uma sala com temperatura entre 21°C e 23°C e umidade relativa entre 40 e 60% no período entre as 14 e 18 horas para minimizar a interferência do ritmo circadiano. Os voluntários foram orientados a não consumir durante o período de 12 horas prévias à avaliação autonômica, bebidas ou alimentos que pudessem interferir no comportamento autonômico, tais como café, chá, refrigerantes, alimentos com chocolate em sua composição e orientados durante a avaliação a manterem-se em silêncio, acordados e com respiração espontânea.

Para avaliação autonômica foi posicionada no tórax do voluntário, na altura do processo xifóide, uma cinta elástica de captação e, no seu pulso, o receptor de frequência cardíaca (Polar Electro, modelo S810i, Finlândia), equipamento previamente validado para captação da frequência cardíaca batimento a batimento¹⁸. Após a colocação da cinta e do monitor os voluntários foram colocados em decúbito dorsal em um colchonete e permaneceram em repouso por 20 minutos. Após este período de coleta os voluntários foram liberados.

Para análise da VFC, o padrão de seu comportamento foi registrado batimento a batimento durante todo o protocolo experimental com uma taxa de amostragem de 1000 Hz. Para análise dos dados foram utilizados 1000 intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos normais (iRR) após uma filtragem digital complementada por ma-

nual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo.

A análise da VFC foi realizada por meio dos índices lineares no domínio do tempo (rMSSD e SDNN) e da frequência (LF, HF e relação LF/HF) e índices geométricos: índice triangular (RRTri), TINN e plot de Poincaré (SD1, SD2, relação SD1/SD2).

No domínio do tempo, a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes em um intervalo de tempo expresso em milissegundos (ms) (rMSSD) e o desvio padrão de todos os iRR gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms (SDNN) foram usados¹⁹.

Para análise da VFC no domínio da frequência foram utilizados os componentes espectrais de baixa frequência (LF, 0,04-015 Hz) e alta frequência (HF, 0,15-0,40 Hz), expresso em ms ao quadrado (ms²) e unidades normalizadas (un), que representa o valor relativo de cada componente espectral em relação à potência total menos os componentes de muito baixa frequência, e a razão entre estes componentes (LF/HF)¹⁹. A análise foi feita utilizando o algoritmo da transformada rápida de Fourier.

Os índices geométricos utilizados foram: RRTri, TINN e o plot de Poincaré. O RRTri foi calculado a partir da construção do histograma de densidade dos iRR, e consiste na integral do histograma (isto é, o número total de iRR) dividida pelo máximo da distribuição de densidade (frequência modal dos iRR), mensurado em uma escala discreta com caixas de 7.8125 ms (1/128 segundos). O TINN consiste na largura da linha de base da distribuição medida como a base de um triângulo, aproximando a distribuição de todos os iRR, sendo que a diferença dos mínimos quadrados foi utilizada para determinação do triângulo¹⁹.

O plot de Poincaré permite que cada iRR seja representado em função do intervalo anterior. A duração de um intervalo (RRn) é representado no eixo "x", e a duração do intervalo seguinte (RRn+1) no eixo "y", assim cada ponto no gráfico (RRn, RRn+1) corresponde a dois batimentos sucessivos. Para análise quantitativa do plot foram calculados os índices: SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento), SD2 (desvio-padrão a longo prazo dos intervalos RR contínuos) e a relação SD1/SD2¹⁹.

A análise qualitativa do plot foi feita por meio da análise das figuras formadas pelo seu atrator, baseadas na descrição de Tulppo et al.,²⁰ como: I) uma figura na qual ocorre uma maior na dispersão dos iRR batimento a batimento e a longo prazo, caracterizando um plot com maior variabilidade e II) uma figura com pequena dispersão global batimento a batimento e sem aumento da dispersão dos iRR a longo prazo, caracterizando um plot com menor variabilidade.

Para cálculo dos índices de VFC foi utilizado o software Kubios HRV - versão 2.0²¹.

Programa de intervenção

O programa desenvolvido, denominado SuperAção, tem por objetivo o tratamento de crianças e adolescentes por meio de atividades físicas associadas a acompa-

nhamento psicológico e nutricional. Foi realizado durante um período de três meses com frequência de três vezes por semana e duração de 60 minutos por sessão, sendo que os voluntários foram subdivididos em dois grupos, para a realização de atividades adequadas à sua faixa etária, denominados: crianças de 6 a 11 anos e adolescentes de 12 a 17 anos.

Em relação às atividades físicas, elas consistiram em 5 minutos de alongamentos no início e no final de cada sessão e de 50 minutos de atividades predominantemente aeróbias e exercícios que estimulassem o desenvolvimento da força e resistência dos grandes grupos musculares (braços, pernas, peitoral, ombro, costas e quadril) na forma de caminhadas e atividade em circuitos. As atividades desenvolvidas foram dinâmicas e com um perfil lúdico.

A intervenção nutricional e psicológica foi realizada quinzenalmente por meio de reuniões em grupo nas quais, instruções a respeito de hábitos alimentares saudáveis e cuidados com aspectos psicológicos eram transmitidas de forma simples e clara às crianças na companhia dos pais. Isto foi feito por meio de dicas e orientações cotidianas com o objetivo de estimular modificações benéficas de estilo de vida.

Análise estatística

Para caracterização do perfil da população foi utilizado o método estatístico descritivo e os resultados foram apresentados em valores de média, desvio padrão, mediana, mínimo, máximo ou em números absolutos e percentuais.

Para a comparação dos índices de VFC antes e após o programa, inicialmente foi determinada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Nos casos em que a distribuição normal foi aceita, foi aplicado o teste t de Student para dados pareados e nas situações em que a distribuição normal não foi aceita, foi aplicado o teste de Wilcoxon. Todas as análises foram realizadas por meio do software estatístico SPSS (SPSS, Inc. Chicago, IL, USA). Diferenças nesses testes foram consideradas estatisticamente significantes quando o valor de "p" foi menor que 0,05.

RESULTADOS

Na tabela 01 encontram-se os valores de idade, massa corporal total, estatura e IMC dos voluntários, antes e após a intervenção realizada. Ainda em relação à característica da população pode-se acrescentar que apesar de não haver diferenças significantes no IMC, houve alteração em relação à classificação de sobrepeso ou obesidade pelo IMC. No início do protocolo 4 voluntários (26,67%) foram considerados com sobrepeso e 11 (73,33%) com obesidade. Ao final do protocolo houve a mudança de três voluntários da classe obeso para a classe sobrepeso e a manutenção dos quatro voluntários com sobrepeso, totalizando assim, sete voluntários com sobrepeso (46,66%) e oito com obesidade (53,33%).

A Tabela 02 mostra os valores dos índices temporais de VFC dos grupos estudados.

Tabela 1: Característica da população antes e após a intervenção apresentada em média, desvio padrão, mediana e valores mínimo e máximo

| Característica | Pré (n = 15) | Pós (n = 15) | p |
|-------------------------------|---|---|--------|
| Idade (anos) | 10,93 ± 2,28 (11,00) [7,00 - 15,00] | 11,33 ± 2,19 (11,00) [8,00 - 15,00] | 0,0086 |
| Massa (kg) | 69,80 ± 34,26 (58,20) [39,70 - 154,90] | 70,66 ± 32,79 (58,90) [42,10 - 148,90] | 0,2676 |
| Estatura (m) | 1,51 ± 0,14 (1,46) [1,31 - 1,76] | 1,55 ± 0,14 (1,58) [1,32 - 1,76] | 0,0234 |
| IMC (kg/m²) | 28,95 ± 8,32 (26,37) [21,79 - 49,84] | 28,15 ± 8,37 (24,13) [21,19 - 48,01] | 0,4212 |

Legenda: p = nível de significância, IMC = índice de massa corporal, kg = quilogramas, m² = metros quadrados.

Tabela 2: Índices temporais de variabilidade da frequência cardíaca apresentados em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança

| Índices | Pré (n = 15) | Pós (n = 15) | p |
|----------------------|--|---|-------|
| Mean RR (ms) | 685,98 ± 74,10 (677,30) [644,94 - 727,02] | 730,74 ± 74,55 (41,50) [689,45 - 772,03] | 0,024 |
| Mean HR (bpm) | 88,53 ± 9,24 (88,98) [83,41 - 93,65] | 83,09 ± 7,93 (83,01) [78,70 - 87,48] | 0,023 |
| SDNN (ms) | 39,96 ± 10,33 (41,50) [34,14 - 45,58] | 49,44 ± 12,31 (47,80) [42,62 - 56,26] | 0,019 |
| rMSSD (ms) | 28,97 ± 11,50 (29,20) [22,59 - 35,34] | 37,26 ± 11,17 (37,60) [31,07 - 43,45] | 0,018 |

Diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student para dados pareados ($p < 0,05$); Legenda: p = nível de significância, Mean RR = tamanho médio dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos normais, Mean HR = média da frequência cardíaca, SDNN = desvio padrão de todos os intervalos RR normais em um intervalo de tempo, rMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes em um intervalo de tempo, ms = milissegundos, bpm = batimentos por minuto.

Observa-se aumentos significantes na média dos iRR, SDNN e rMSSD e redução significativa do valor de frequência cardíaca com o desenvolvimento do programa.

Os dados referentes à modulação autonômica, verificada pelos valores dos índices espectrais de VFC en-

contram-se na tabela 03. Houve incremento significativo dos índices LF e HF obtidos em ms². Quando mensurados em unidades normalizadas podemos observar redução de LF e incremento de HF. Além disso, observa-se redução da relação LF/HF.

Tabela 3: Índices espectrais de variabilidade da frequência cardíaca expressos em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança

| Índices | Pré (n = 15) | Pós (n = 15) | p |
|----------------------------|---|---|--------------------|
| LF (ms²) | 592,26 ± 288,10 (613,00) [432,71 - 751,83] | 762,26 ± 376,65 (656,00) [553,67 - 970,87] | 0,081 |
| HF (ms²) | 392,33 ± 325,23 (283,00) [212,21 - 572,46] | 617,66 ± 365,37 (486,00) [415,31 - 820,02] | 0,018 |
| LF (un) | 64,49 ± 12,21 (63,20) [57,72 - 71,26] | 56,74 ± 11,18 (55,70) [50,55 - 62,94] | 0,014 |
| HF (un) | 35,50 ± 12,21 (36,80) [28,74 - 42,2] | 43,25 ± 11,18 (44,30) [37,05 - 49,44] | 0,014 |
| LF/HF | 2,22 ± 1,36 (1,60) [1,47 - 2,98] | 1,48 ± 0,73 (1,26) [1,07 - 1,89] | 0,020 [†] |

Diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student para dados pareados ($p < 0,05$); †Diferença estatisticamente significativa pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$); Legenda: p = nível de significância, LF = baixa frequência, HF = alta frequência, ms² = milissegundos ao quadrado, un = unidades normalizadas

Já a análise quantitativa dos índices geométricos de VFC pode ser observada na tabela 04 e a análise qualitativa na figura 01. Para a análise quantitativa dos índices geométricos observa-se incremento significativo dos índices TINN, SD1 e SD2. Não houve alterações para os índices RRtri e a relação SD1/SD2. Quanto à

análise qualitativa observa-se maior dispersão dos iRR batimento a batimento e a longo prazo após a execução do programa em comparação ao padrão observado inicialmente. A Figura 01 mostra um exemplo padrão do plot de Poincaré antes (Figura 1A) e após (Figura 1B) a intervenção.

Tabela 4: Índices geométricos de variabilidade da frequência cardíaca apresentados em média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança

| Índices | Pré (n = 15) | Pós (n = 15) | p |
|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| TINN(ms) | 188,33 ± 45,65 (190,00) | 225,33 ± 45,01 (220,00) | 0,014 |
| | [163,05 – 213,62] | [200,40 – 250,27] | |
| RRtri* | 10,87 ± 2,91 (11,11) | 11,97 ± 3,02 (12,05) | 0,170 |
| | [9,25 – 12,49] | [10,29 – 13,64] | |
| SD1(ms) | 20,51 ± 8,13 (20,70) | 26,36 ± 7,90 (26,60) | 0,018 |
| | 52,31 ± 13,04 (55,10) | 64,58 ± 16,33 (62,10) | |
| SD2(ms) | | | 0,031 [†] |
| | [45,08 – 59,53] | [55,53 – 73,62] | |
| SD1/SD2* | 0,38 ± 0,10 (0,37) | 0,40 ± 0,08 (0,42) | 0,364 |
| | [0,24 – 0,58] | [0,36 – 0,45] | |

Diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student para dados pareados; †Diferença estatisticamente significativa pelo teste de Wilcoxon; Legenda: p = nível de significância, TINN = interpolação triangular dos intervalos RR normais, RRtri = índice triangular, SD1 = desvio padrão dos intervalos RR normais a curto prazo, SD2 = desvio padrão dos intervalos RR normais a longo prazo, ms = milissegundos.

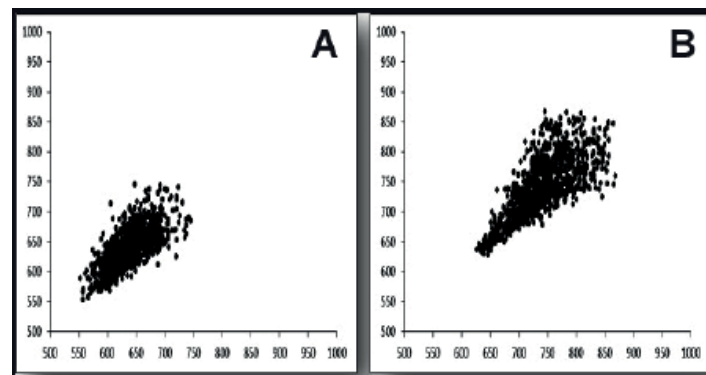


Figura 1: Padrão do plot de Poincaré antes (Figura 1A) e após (Figura 1B) a intervenção.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo sugerem que um programa de exercícios físicos associado a orientações nutricionais e psicológicas é capaz de promover benefícios sobre a modulação autonômica de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. Adicionalmente, após a intervenção houve redução da frequência cardíaca de repouso e modificação da categoria de crianças classificadas como obesas para sobrepeso, apesar de não haver alteração significativa do índice de massa corporal.

Em relação aos índices temporais e espectrais de variabilidade da frequência cardíaca que representam o componente parassimpático do sistema nervoso autôno-

mo (rMSSD, HF(ms²), e SD1)¹⁹, observou-se incremento em seus valores quando comparados os momentos pré e pós intervenção. Existem evidências que crianças obesas apresentam redução da atividade parassimpática^{7,22}, o que é um fator negativo importante, uma vez que a redução da atividade parassimpática está associada ao desenvolvimento de fatores de risco e ao aumento de morbidade e mortalidade²³, portanto, o aumento da atividade parassimpática induzida pelo programa aplicado pode representar um aspecto importante para essas crianças.

Os índices temporais e espectrais de variabilidade da frequência cardíaca que representam a variabilidade global (SDNN, SD2, TINN e RRtri) e o índice LF (ms²) que mostra componente simpático do sistema nervoso

autônomo¹⁹ também apresentaram aumento após a execução do programa proposto. A literatura também destaca evidências de redução de atividade simpática em crianças obesas^{7,22} o que pode representar um outro aspecto negativo para essas crianças, pois o sistema nervoso simpático participa da modulação do metabolismo da glicose e da gordura²⁴ e a redução da sua atividade está associada a um menor gasto energético e, conseqüentemente, ganho de peso²⁵.

Sobre a análise dos índices espectrais expressos em unidades normalizadas, houve melhor equilíbrio na proporção da atuação entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, com incremento de atividade parassimpática em relação à atividade simpática. A normalização pode minimizar os efeitos das alterações da banda de muito baixa frequência do espectro de potência e é determinada pela divisão da potência dos componentes de baixa frequência ou alta frequência pelo espectro de potência total, subtraída do componente de muito baixa frequência, multiplicada por 100¹⁹.

Já na relação SD1/SD2, não houve diferença significativa quando comparados os momentos pré e pós intervenção, o que pode ser justificado pelo aumento observado em ambos os índices SD1 e SD2 após a realização do programa.

A análise qualitativa do plot de Poincaré sugere que o programa aplicado promoveu aumento da VFC e, conseqüentemente, melhora da modulação autonômica. Após a intervenção a figura do plot de Poincaré apresentou maior dispersão batimento a batimento e em longo prazo caracterizando um plot com maior variabilidade quando comparado ao momento pré-intervenção.

Adicionalmente, o programa influenciou de forma positiva a classificação das crianças pelo IMC, uma vez que parte das crianças avaliadas passou de obesos para sobrepesados. Kelley & Kelley et al.,²⁴ mostraram que o exercício é eficaz para diminuir a porcentagem de gordura corporal em crianças e adolescentes obesos apesar de ainda ser insuficientes para sugerir que o exercício reduz outras medidas de adiposidade.

Neste estudo, também pode ser observada redução em média de cinco batimentos por minuto (6,14%) na frequência cardíaca após a intervenção. Redução da frequência cardíaca em adolescentes obesos com idade entre 13 a 16 anos após três meses de treinamento aeróbico intervalado foi relatada na literatura²⁷ e independente da obesidade, adolescentes atletas, apresentam uma resposta de bradicardia decorrente do exercício físico quando comparados a não atletas²⁸.

Como relatado acima, crianças e adolescentes obesos apresentam modificações no comportamento do sistema nervoso autônomo caracterizado por reduções tanto da atividade simpática quanto parassimpática^{7,22} o que está associado com maiores riscos de morbidade e mortalidade¹⁰. Diante disso e da importância epidemiológica da obesidade¹, toda intervenção capaz de induzir melhora da modulação autonômica é fundamental e deve ser implementada.

Os mecanismos fisiológicos responsáveis por essas alterações ainda não estão descritos e estudos são necessários no sentido de entendê-los. Em relação ao exer-

cício físico, sabe-se que um programa de atividade física realizado três vezes por semana, durante três meses em crianças obesas pré-púberes é capaz de promover redução de pressão arterial, rigidez arterial e gordura abdominal, aumento da capacidade funcional cardiorrespiratória e atraso do remodelamento da parede arterial nessa população²⁹, e ainda pode promover melhora da modulação autonômica tanto em crianças saudáveis¹⁵ quanto em crianças obesas¹⁴.

A respeito de evidências de benefícios quanto a informações relacionadas a orientação nutricional²⁰, e a tratamentos psicológicos³⁰ sabe-se que apresentam influências positivas sobre a obesidade em crianças, mas são desconhecidas informações dessas intervenções sobre a modulação autonômica.

Da associação do exercício físico a dieta hipocalórica, sabe-se que juntas, produzem impacto positivo na obesidade¹¹, e em crianças obesas, já existem evidências de benefícios na redução da adiposidade, manutenção do peso estável e melhora de desordens metabólicas e do uso de lipídios durante exercício máximo^{12,13}.

Entre as limitações do estudo, destaca-se que 60,52% dos indivíduos avaliados não concluíram três meses do programa reduzindo o tamanho amostral e diante disso, não foi realizada a análise de influência do gênero, da faixa etária e o do estágio maturacional em relação à VFC. Além disso, o tempo de intervenção (12 semanas) pode ter sido insuficiente para promover redução na gordura corporal dos participantes.

Assim, conclui-se que programas de exercícios físicos associados a orientações nutricionais e psicológicas são capazes de promover benefícios sobre a modulação autonômica de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade, o que reforça a importância do tratamento multidisciplinar da obesidade infantil, que podem ser ferramenta eficiente para reverter às alterações fisiológicas provocadas pela obesidade.

Contribuições em saúde pública

Sabemos que a obesidade é o maior problema de saúde pública infantil que será visto na próxima geração. Além disso, esta doença tende a persistir até a vida adulta e se associar com inúmeras complicações tais como: doenças cardiovasculares, que permanecem como a maior causa de mortalidade no Brasil e no mundo, hipertensão, dislipidemias, diabetes e até mesmo câncer. Por consequência, leva a um alto ônus econômico e social. Este estudo está inserido no contexto do tratamento multidisciplinar, baseado em orientação nutricional, psicológica e um programa de exercícios físicos em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade, e assim, intervenções que possam contribuir no tratamento dessa doença podem refletir no futuro em redução de gastos com o tratamento de suas complicações bem como com o ônus social dela decorrente.

Declaração sobre conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse e gostariam de agradecer a Christopher R. Shoebridge pela revisão da versão em Inglês deste artigo.

REFERÊNCIAS

1. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004;5(Suppl.1):4-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x>
2. Karnik S, Kanekar A. Childhood obesity: a global public health crisis. *Int J Prev Med.* 2012; 3(1):1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/b18227-3>
3. Moraesus L, Lissner L, Yngve A, Poortvliet E, Al-Ansari U, Sjöberg A. Multi-level influences on childhood obesity in Sweden: societal factors, parental determinants and child's lifestyle. *Int J Obes (Lond).* 2012;36(7): 969-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2012.79>
4. Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões sudeste e nordeste. *J Pediatr (Rio J).* 2002;78(4):335-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572002000400014>
5. Arem H, Irwin ML. Obesity and endometrial cancer survival: a systematic review. *Int J Obes (Lond).* 2013;37(5):634-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2012.94>
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Overweight and obesity; childhood overweight and obesity, consequences. [cited 2009 Oct 08]. Available from: <http://www.cdc.gov/obesity/childhood/consequences.html>.
7. Souza NM, Rossi RC, Vanderlei FM, Ricci-Vitor AL, Bernardo AFB, Gonçalves ACCR, et al. Variabilidade da frequência cardíaca em crianças obesas. *Journal of Human Growth and Development.* 2012;23(2): 328-333. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.46456>
8. Guízar JM, Ahuatzin R, Amador N, Sánchez G, Romer G. Heart Autonomic Function in Overweight Adolescents. *Indian Pediatr.* 2005;42(5):464-9.
9. Vanderlei FM, Vanderlei LCM, Gardner DM. Heart rate dynamics by novel chaotic globals to hrv in obese youths. *J Hum Growth Dev.* 2015;25(1):82-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.96772>
10. Godoy MF, Takakura IT, Correa PR. Relevância da análise do comportamento dinâmico não-linear (Teoria do Caos) como elemento prognóstico de morbidade e mortalidade em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. *Arq Ciênc Saúde.* 2005;12(4):167-71.
11. Waters E, Silva-Sanigorski A, Burford BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. Interventions for preventing obesity in children. *Sao Paulo Med J.* 2014; 132(2):128-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-3180.20141322T2>
12. Maffei C, Castellani M. Physical activity: An effective way to control weight in children? *Nut Metab Cardiovasc Dis.* 2007;17(5):394-408. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2006.08.006>
13. Ounis OB, Elloumi M, Amrib M, Trabelsi Y, Lac G, Tabka Z. Impact of training and hypocaloric diet on fat oxidation and body composition in obese adolescents. *Sci Sports.* 2009; 24(3-4):178-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2008.10.002>
14. Gutin B, Owens S, Slavens G, Riggs S, Treiber F. Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *J Pediatr.* 1997;130(6):938-43.
15. Nagai N, Hamada T, Kimura T, Moritani T. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability. *Childs Nerv Syst.* 2004;20(4):209-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00381-004-0915-5>
16. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
17. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1240 DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
18. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(10):854-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2008005000039>
19. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):205-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382009000200018>
20. Tulppo MP, Makikallio TH, Takala TES, Seppanen T, Huikuri HV. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am J Physiol.* 1996;271(7):H244-52.
21. Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-Ahoa PO, Karjalainen PA. Kubios HRV: Heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed.* 2014;113(1):210-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>
22. Nagai N, Matsumoto T, Kita H, Moritani T. Autonomic nervous system activity and the state and development of obesity in Japanese school children. *Obes Res.* 2003;11(1):25-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2003.6>

23. Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol.* 2007;74(2): 224-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.11.013>
24. Nonogaki K. New insight into sympathetic regulation of glucose and fat metabolism. *Diabetologia.* 2000;43(5):533-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s001250051341>
25. Peterson HR, Rothschild M, Weinberg CR, Fell RD, McLeish KR, Pfeifer MA. Body fat and the activity of the autonomic nervous system. *N Engl J Med.* 1988; 318(17):1077-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM198804283181701>
26. Kelley GA, Kelley KS. Effects of Exercise in the Treatment of Overweight and Obese Children and Adolescents: A Systematic Review of Meta-Analyses. *J Obes.* 2013;2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/783103>
27. Ingul CB, Tjonna AE, Stolen TO, Stoylen A, Wisloff U. Impaired cardiac function among obese adolescents: effect of aerobic interval training. *Arch Pediat Adolesc Med.* 2010;164(9):852-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archpediatrics.2010.158>
28. Alom MM, Bhuiyan NI, Hossain MM, Hoque MF, Rozario RJ, Nessa W. Physical training induced resting bradycardia and its association with cardiac autonomic nervous activities. *Mymensingh Med J.* 2011;20(4):665-70.
29. Farpour-Lambert NJ, Aggoun Y, Marchand LM, Martin XE, Herrmann FR, Beghetti M. Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(25):2396-2406. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2009.08.030>
30. Daley AJ, Copeland RJ, Wright NP, Roalfe A, Wales JK. Exercise therapy as a treatment for psychopathologic conditions in obese and morbidly obese adolescents: a randomized, controlled trial. *Pediatrics.* 2006;118(5):2126-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2006-1285>.

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

Abstract

Purpose: this study evaluated the effects of a multidisciplinary program on autonomic modulation in overweight or obese children and adolescents.

Methods: fifteen individuals with $10,93 \pm 2,28$ years were submitted to autonomic evaluation using heart rate variability before and after a program based on physical exercises for three months, three times a week, 60 minutes per session and psychological and nutritional counseling. Data was analyzed using the paired t-test or Wilcoxon test and the level of significance was set at $P < 0.05$.

Results: multidisciplinary program was able to promote benefits in autonomic modulation observed through temporal (SDNN: $39,96 \pm 10,33$ x $49,44 \pm 12,31$; $p = 0,019$; rMSSD: $28,97 \pm 11,50$ x $37,26 \pm 11,17$; $p = 0,018$), spectral (LFnu: $64,49 \pm 12,21$ x $56,74 \pm 11,18$; $p = 0,014$; HFnu: $35,50 \pm 12,21$ x $43,25 \pm 11,18$; $p = 0,014$) and geometrical (SD1: $20,51 \pm 8,13$ x $26,36 \pm 7,90$; $p = 0,018$ SD2: $52,31 \pm 13,04$ x $64,58 \pm 16,33$; $p = 0,031$) indices in overweight and obese children and adolescents. Also, after the intervention there was a reduction on resting heart rate ($88,53 \pm 9,24$ x $83,09 \pm 7,93$; $p = 0,023$) and there were changes in the classification of overweight $26,67\%$ x $46,66\%$ and obesity $73,33\%$ x $53,33\%$, although not significant changes in body mass index.

Conclusions: exercise program together with nutritional and psychological counseling is able to promote benefits in autonomic modulation in children and adolescents who are overweight or obese.

Key words: autonomic nervous system, physical exercise, nutritional state, psychological counseling