



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Câmpus de Marília

ANA LAURA BARBOSA LEITE

**CONTROLE NEURAL DO CORAÇÃO, AJUSTES DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA E DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE MANOBRA
POSTURAL ATIVA DE CRIANÇAS OBESAS**

Marília

2023

ANA LAURA BARBOSA LEITE

**CONTROLE NEURAL DO CORAÇÃO, AJUSTES DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA E DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE MANOBRA
POSTURAL ATIVA DE CRIANÇAS OBESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Conselho de Curso de
Fisioterapia, da Faculdade de Filosofia e
Ciências, da Universidade Estadual Paulista –
UNESP – Campus de Marília, para obtenção
do título de Fisioterapeuta

Orientador: Prof. Dr. Robison José Quitério

Marília

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

L533c Leite, Ana Laura Barbosa
 Controle Neural do Coração, Ajustes da Frequência Cardíaca e da
 Pressão Arterial durante Manobra Postural Ativa de Crianças Obesas /
 Ana Laura Barbosa Leite. -- Marília, 2023
 35 p. : tabs., fotos

 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Fisioterapia) -
 Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e
 Ciências, Marília
 Orientador: Prof. Dr. Robison José Quitério

 1. Frequência Cardíaca. 2. Obesidade Infantil. 3. Sistema Nervoso
 Autônomo. I. Título.

ANA LAURA BARBOSA LEITE

**CONTROLE NEURAL DO CORAÇÃO, AJUSTES DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA E DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE MANOBRA
POSTURAL ATIVA DE CRIANÇAS OBESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Conselho de Curso de Fisioterapia, da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de Fisioterapeuta

Orientador: Prof. Dr. Robison José Quitério

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robison José Quitério

UNESP – Campus de Marília

Orientador

Dr^a Angélica Cristiane da Cruz Britto

Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein

Me. Jéssica Guimarães Al-Lage

Clínica All Reab – Fisioterapia Cardiopulmonar (Marília)

Marília, 23 de janeiro de 2023

AGRADECIMENTOS

Início os meus agradecimentos voltando-me primeiramente à Aquele que me deu o dom da vida e a quem sou grata eternamente por todas as coisas, Deus.

Aos meus pais, minha maior fonte de amor e cuidado, agradeço por todo o apoio dado desde que souberam da minha aprovação, que não mediram esforços para que eu chegasse até aqui. Também à minha eterna menininha, Lu, minha irmã, agradeço por me proporcionar um sentimento tão genuíno, de carinho e de afeto, mesmo que de longe. Vocês são a minha base!

Aos meus amigos, Marcela, Felipe, André e Eve, minha panelinha preferida, vocês não têm noção do quanto foram essenciais para mim durante esses anos, agradeço de todo o meu coração por todas as vezes que estivemos juntos, rindo ou chorando. Eu amo vocês!

Ao meu eterno G5, Fer, Manu, Isa, Felipe e André (de novo), que fizeram do meu último ano da faculdade, sem dúvidas, o melhor de todos; agradeço pela convivência leve, pela disposição para ajudarmos uns aos outros, pelos perrengues e também pelos inúmeros momentos de riso frouxo. Vocês moram no meu coração!

Ao meu namorado, agradeço pelo imenso companheirismo, por estar sempre disposto a me ouvir e me aconselhar, por sempre me incentivar e acreditar em mim. Meu melhor amigo, te amo!

Ao meu querido orientador, Professor Dr. Robison, agradeço não somente pela orientação e pelos numerosos conhecimentos acadêmicos a que me agrega, mas também por tudo o que me ensina como pessoa. O senhor é um ser humano excepcional, professor!

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, estiveram comigo durante esses anos, meus colegas de turma, amigos, professores, pacientes e familiares. Muito obrigada por fazerem parte dessa grande conquista!

RESUMO

Objetivo: investigar a relação entre a modulação autonômica cardíaca simpática e parassimpática em repouso e os ajustes da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) durante a manobra postural ativa (MPA). **Métodos:** Foram estudadas 23 crianças obesas e 23 eutróficas. Registros em repouso, decúbito dorsal: intervalos R-R (iRR) por 15 minutos e PA. A partir desses iRR foram calculados os índices de variabilidade da frequência cardíaca. Em seguida foi realizada a MPA e registrados os iRR e PA. **Resultados:** as respostas dos dois grupos foram similares no que se refere ao maior valor de iRR no tempo 20-40 batimento após mudança para postura em pé ($p=0,48$), razão entre o maior e menor iRR ($p=0,28$) e a variação da PA entre as duas posturas ($p=0,912$). O grupo obeso apresentou maiores valores de iRR entre 5-20º batimento após mudança para postura em pé ($p=0,04$), maior PA sistólica (PAS) em decúbito dorsal ($p=0,002$) e em pé ($p=0,001$). Não foi encontrada correlação significativa dos iRR com os índices lineares e não lineares. Em relação a PAS, foi encontrada correlação significativa e fraca somente com os índices lineares LF e HF, positiva e negativa, respectivamente. **Conclusão:** a magnitude das respostas da FC e da PAS dos obesos é similar aos eutróficos durante a MPA. Entretanto, as respostas da FC, na condição testada, sofrem efeitos da modulação parassimpática, apesar de explicar apenas parcialmente esses ajustes. E a variação da PAS correlaciona-se positivamente com a modulação parassimpática e negativamente com modulação simpática.

Palavras chaves: Frequência Cardíaca, Obesidade Infantil, Sistema Nervoso Autônomo.

ABSTRACT

Objective: To investigate the relationship of symbolic indices and complexity of cardiac autonomic modulation in obese children with heart rate (HR) and blood pressure (BP) adjustments to active postural maneuver. **Methods:** Twenty-three obese and 23 eutrophic children were studied. The instantaneous R-R (iRR) intervals were recorded at rest for fifteen minutes. Temporal, spectral and symbolic indices was analyzed. The individual stood up actively and remained so for another five minutes. Blood pressure was measured in the dorsal decubitus and between 90th and 120th seconds in standing posture. The adjustments of the active postural change were analyzed by calculating the ratio between the highest value of the iRR between the 20th and 40th beats and the lowest between the 5th and the 20th beats obtained in standing posture (EWING, 1985) and the difference between the values of systolic blood pressure (SBP) measured in both positions. **Results:** R-R intervals of the eutrophic and obese groups, respectively: highest iRR value at time 20-40" = 871.78+121.25 and 870.52+152.73 (p>0.48); lowest iRR value at time 5-20th= 521.52+60.39 and 556.83+55.17 (p=0.04); Ratio between the highest and lowest iRR = 1.6+0.1 and 1.5+0.2 (p=0.28). Systolic blood pressure of the eutrophic and obese groups, respectively: Supine = 95.30+10.30 and 105.09+9.58 (p=0.002); Standing = 100.87+9.66 and 111.39+9.60 (p=0.001); Variation = -5.57+9.53 and -6.30+6.72 (p=0.912). No significant correlation was found between the IRR and the linear and non-linear indices. In relation to SBP, a significant and weak correlation was found only with the linear indices LF and HF, positive and negative, respectively. **Conclusion:** the magnitude of the HR and SBP responses of obese individuals is similar to those of normal weight during MPA. However, HR responses, in the tested condition, suffer effects of parasympathetic modulation, despite only partially explaining these adjustments. And SBP variation is positively correlated with parasympathetic modulation and negatively with sympathetic modulation.

Keywords: Heart Rate, Pediatric Obesity, Autonomic Nervous System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração da medida da Pressão Arterial pelo método auscultatório..... Página 28

Figura 2. Ilustração do registro da FC e iRR instantâneos em repouso (decúbito dorsal).....Página 29

Figura 3. Ilustração do registro da FC e iRR instantâneos em pé, após Manobra Postural Ativa.....Página 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Efeito do grupo, tempo e interação dos grupos versus tempo, em relação aos intervalos R-R e pressão arterial sistólica, verificados no teste de mudança postural ativa, dos grupos eutróficos e obesos.....Página 31
- Tabela 2. Análise de regressão para determinar o efeito do grupo no iRR nas posições supina e ortostática.....Página 32
- Tabela 3. Análise de regressão para determinar o efeito do grupo na PAS nas posições supina e ortostática.....Página 33
- Tabela 4. Análise da correlação da razão iRR e variação da PAS com índices de variabilidade da frequência cardíaca.....Página 34

LISTA DE ABREVIACÕES

DC - Débito Cardíaco

FC - Frequência Cardíaca

Hz - Hertz

HF - alta frequência

IMC - Índice de Massa Corporal

IC - Intervalo de Confiança

iRR - Intervalos R-R

LF - baixa frequência

MPA - Manobra Postural Ativa

ms - Milissegundos

PA - Pressão Arterial

PAS - Pressão Arterial Sistólica

pnn50 - porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50ms

RMSSD - raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos normais sucessivos

RVP - Resistência Vascular Periférica

SBR - Sensibilidade Barorreflexa

SDNN - desvio padrão dos intervalos NN

SNA - Sistema Nervoso Autônomo

SV - Variância simbólica

VFC - Variabilidade da Frequência Cardíaca

VS - Volume Sistólico

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Percentual

°C – Graus Celsius

\leq - menor ou igual

= - igual

\pm - mais ou menos

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO	15
3. MÉTODOS	16
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	23
7. REFERÊNCIAS	24
ANEXO 1.....	35

APRESENTAÇÃO

A obesidade é atualmente um dos mais graves problemas de saúde pública. Sua prevalência está em acentuada progressão nas últimas décadas, especialmente nos países em desenvolvimento, da qual desencadeia-se um quadro de epidemia global.

Nesse contexto, emergem estudos com diferentes linhas de pesquisa, com a finalidade de contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos obesos. Tais pesquisas buscam trazer novas informações sobre o desenvolvimento de mecanismos para melhorar a prevenção e o tratamento das doenças cardiovasculares e metabólicas decorrentes da obesidade¹. Dentre essas investigações, o estudo dos ajustes do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) tem chamado atenção por auxiliar no diagnóstico e fornecer relevância fisiopatológica, clínica e prognóstica.

O teste de Manobra Postural Ativa (MPA) tem como importância clínica a detecção de alguns tipos de respostas anormais ao estresse ortostático e relacionadas à hipotensão postural, dentre elas as síncope e doenças neurocardiogênicas, isso devido à avaliação dos parâmetros hemodinâmicos realizada nos primeiros minutos de ortostatismo. Contribui também na constatação para avaliar a resposta cardíaca simpática, assim como a liberação vagal que promove, uma vez que, além da estimulação reflexa provocada sobre os barorreceptores, engloba a contração da musculatura de membros inferiores (tal situação não ocorre na manobra passivamente), auxiliando no desencadeamento de valores de variações e Frequência Cardíaca (FC) maiores, desde a condição de repouso até a permanência na posição ortostática.

Portanto, essa pesquisa teve como objetivo investigar a influência da obesidade sobre os ajustes do SNA de crianças ao teste de MPA.

Este trabalho foi formatado segundo às normas da Revista Paulista de Pediatria (RPPed), a qual foi submetido (Anexo 1).

1. INTRODUÇÃO

Crianças obesas apresentam maiores valores de frequência cardíaca (FC) na posição supina, em repouso, em movimento e na posição bípede, quando comparadas a crianças com peso normal¹. No entanto, ambos os grupos possuem os mesmos mecanismos para modular a FC na condição de repouso. Ou seja, a modulação autonômica cardíaca em repouso não é influenciada pelo grau de obesidade em crianças. Por outro lado, outros autores encontraram disfunção no controle autonômico da FC em crianças e adolescentes obesos^{2,3}, caracterizada por diminuição parassimpática e aumento simpático⁴. Enquanto outro encontrou diminuição na modulação dos dois ramos autonômicos⁵.

Os dois elementos cruciais controlados pelo sistema nervoso autônomo (SNA) são o coração e os vasos, interagindo suavemente em condições normais. O nível adequado de pressão arterial (PA) sistêmica é governado pelo sistema barorreceptor periférico e pelo centro cardiovascular no bulbo⁶. O SNA regula constantemente a FC, a contratilidade cardíaca e o tônus vascular arterial e venoso para manter a perfusão tecidual suficiente com sangue oxigenado e assegurar o retorno venoso. A circulação cerebral é especialmente protegida pelo reflexo barorreceptor de alta pressão mediado por sensores do seio carotídeo⁶ e pelo sistema auto adaptável de autorregulação cerebral⁷. A falha do sistema simpático ou parassimpático pode resultar na ação de um sem oposição do outro.

A neuropatia autonômica cardiovascular pode tipicamente se manifestar como hipotensão ortostática, redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), taquicardia sinusal inadequada (repouso) e intolerância ao exercício⁸. A manobra postural ativa (MPA) é clinicamente importante na detecção de alguns tipos de respostas anormais ao estresse ortostático, e também contribui para a avaliação da resposta simpática cardíaca, bem como da liberação vagal que ela promove, pois, além da estimulação reflexa provocada nos barorreceptores, engloba a contração dos músculos dos membros inferiores⁹. Principalmente devido ao barorreflexo arterial, ocorre ativação simpática e inibição vagal, o que desencadeia aumento da FC e inotropismo cardíaco. Os ajustes estão relacionados aos mecanismos neurais de regulação da FC e fornecem parâmetros para avaliar o controle autonômico causado pela alteração postural¹⁰. A manutenção

da FC elevada é atribuída à estimulação simpática predominante, secundária à ativação dos barorreceptores¹¹.

O comportamento da FC tende a apresentar taquicardia máxima por volta do 10º segundo (possivelmente devido à contração dos músculos abdominais e membros inferiores), seguida de bradicardia relativa por volta do 20º segundo de ortostatismo, seguida de aumento gradativo, por volta do 60º segundo¹¹. Em contrapartida, em outro estudo com crianças com obesidade infantil, o resultado encontrado na análise da MPA, embora sem significância estatística, a responsividade autonômica cardíaca foi maior por parte do grupo de crianças eutróficas, que aumentou significativamente o tônus simpático e reduziu o tônus parassimpático, em relação ao grupo de obesos. Por não serem significativos, não foi possível confirmar a interferência da obesidade infantil na VFC durante a MPA¹². Crianças com síndrome de taquicardia postural apresentaram sensibilidade barorreflexa (SBR) significativamente maior em comparação com indivíduos saudáveis. Além disso, a SBR mostrou-se positivamente associada a alterações na FC dessas crianças¹³.

Portanto, o comportamento do SNA em modular a FC de crianças obesas ainda é controverso na literatura, mesmo quando são aplicados testes de função autonômica como a MPA. Além disso, o método de análise não linear da VFC, método mais recente de análise da modulação autonômica cardíaca, não foi explorado nesses estudos.

A hipótese deste estudo é que as respostas de FC e PA durante a MPA estão diretamente relacionadas à modulação simpática e inversamente relacionadas à modulação parassimpática cardíaca.

2. OBJETIVO

Investigar a relação entre a modulação autonômica cardíaca simpática e parassimpática em repouso e os ajustes da FC e PA durante a MPA.

3. MÉTODOS

Tipo de estudo: original, observacional, exploratório e explicativo, transversal e prospectivo.

O projeto foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, sob protocolo nº 1114/2014. Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos experimentais e, após leitura e concordância, juntamente com os pais ou responsáveis legais, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o termo de assentimento.

Foram avaliadas crianças com idade entre 7 e 12 anos, de ambos os sexos, e divididas em dois grupos: eutróficas (percentil 3-85%) e obesas (percentil >97%), classificadas como obesas com base no Índice de Massa Corporal (IMC)¹⁴, de acordo com a classificação proposta por Cole et al. (2000)¹⁵, validado e específico para crianças e adolescentes, e que inclui dados demográficos brasileiros. Os critérios de inclusão foram: apresentar a faixa etária estipulada para a amostra; não apresentar doenças pulmonares, neurológicas, cardiocirculatórias ou metabólicas (exceto obesidade para o respectivo grupo); não apresentar alterações que impedissem ou prejudicassem o desempenho do protocolo experimental (motor, visual); não tomar medicamentos regularmente; praticantes de esportes regulares fora do ambiente escolar.

Para o cálculo do tamanho da amostra, foram tomados como referência os valores de rMSSD do estudo piloto, onde foi observada diferença máxima entre as médias de 12 (ms) e desvio padrão médio de 14 (ms). Ao determinar um nível de significância de 5% e poder de teste de 80%, a amostra deveria ser composta por 23 elementos amostrais por grupo, totalizando 46 elementos.

Para delineamento da amostra, podemos descrevê-la em três momentos. Inicialmente, constituindo uma primeira etapa, foram triadas 162 crianças do município de Marília/SP, para verificação antropométrica e direcionamento destas para os procedimentos metodológicos. Destas, foram selecionadas randomizadamente 54 crianças obesas e eutróficas e, por fim, após filtragem dos dados já avaliados, 46 crianças foram distribuídas igualmente nos grupos obeso (GO=23 crianças) e eutrófico (GE=23 crianças) para discussão dos resultados obtidos.

Os experimentos foram realizados em sala climatizada, com temperatura e umidade relativa do ar mantidas em 22-24°C e 40-60%, respectivamente, entre 14h e 18h. Os voluntários usaram roupas confortáveis, sendo que na véspera e no dia dos testes não ingeriram bebidas estimulantes (chá, café, outros), não realizaram atividades físicas extenuantes e fizeram uma refeição leve pelo menos duas horas antes dos testes. No dia dos testes, foram observadas as condições relacionadas ao estado de saúde do voluntário, para verificar a ocorrência de uma noite de sono regular e confirmar as condições das variáveis FC e PA naquele dia.

Para diminuir a ansiedade e a expectativa dos voluntários, foram realizados procedimentos para familiarizá-los com o protocolo de coleta, bem como com o grupo técnico de pesquisadores e com os equipamentos.

A medida da PA foi realizada pelo método auscultatório (Figura 1) e os procedimentos, assim como a classificação da PA para crianças e adolescentes, que considera como hipertensos aqueles com PA acima do percentil 90 nas curvas de crescimento, seguiram as orientações da VI Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial¹⁶.

A FC e os intervalos R-R (iRR) instantâneos foram registrados durante o repouso, em decúbito dorsal, por 15 minutos (Figura 2), e após a MPA, por mais 5 minutos (Figura 3), ininterruptamente, utilizando um sistema previamente validado (Polar RS800CX, Polar Electro Oy®, Kempele, Finlândia). Foi utilizado filtro padrão Polar na condição moderada (zona de proteção mínima de 6 batimentos)¹⁷.

Após a estabilização da FC em decúbito dorsal, o indivíduo levantou-se ativamente e assim permaneceu por mais cinco minutos. A PA foi medida em repouso (decúbito dorsal) e entre o 90° e 120° segundos na postura em pé, após a manobra¹⁸.

Apenas as séries com 95% ou mais de batimentos sinusais estáveis foram analisadas (Software Kubios HRV, versão 2.0, University of Kuopio, Finlândia). Portanto, foram utilizados os 256 pontos consecutivos mais estáveis e este trecho foi considerado para todas as análises.

Na análise no domínio do tempo, foram realizados os seguintes cálculos estatísticos: média e desvio padrão dos valores instantâneos da frequência cardíaca, em batimentos por minuto (bpm), e de iRR e SDNN (desvio padrão dos intervalos NN) em milissegundos (ms); raiz

quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos normais sucessivos (rMSSD), expressa em ms; e a porcentagem de iRR adjacentes com uma diferença de duração superior a 50ms (pNN50). Os dois últimos índices são representativos da modulação parassimpática^{19,20}.

Para a análise no domínio da frequência e a densidade de potência espectral da seção mais estável foi calculada usando a Transformada Rápida de Fourier (FFT): alta frequência (HF – 0,15 a 0,4Hz); baixa frequência (LF – 0,04 a 0,15Hz); os dados de ambas as bandas foram apresentados como valores absolutos (ms²) e normalizados (u.n); e a relação LF/HF^{19,20}.

A Análise Simbólica foi realizada utilizando o programa de rotina de análise²¹. Padrões simbólicos: 0V = sem variação (modulação simpática); 1V = uma variação (modulação simpática e parassimpática); 2LV = duas variações semelhantes (modulação parassimpática); 2UV = duas variações diferentes (modulação parassimpática). Foram apresentados os valores percentuais dos quatro padrões citados, e descritas as análises de variância e complexidade da Entropia de Shannon²².

Os ajustes da MPA foram analisados calculando-se a razão entre o maior valor de iRR entre o 20º e o 40º batimentos e o menor iRR entre o 5º e o 20º batimentos obtidos na postura em pé²³, e a diferença entre os valores da Pressão Arterial Sistólica (PAS) medida em ambas as posturas.

As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão ou intervalo de confiança (IC) de 95% com seus respectivos limites inferior e superior. A distribuição de normalidade foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para comparar os grupos, foi realizado o teste t para amostras independentes ou o teste de Mann-Whitney quando os dados não apresentavam distribuição normal. Para analisar a relação entre as variáveis quantitativas, foi realizado o teste de correlação de Spearman. ANOVA de medidas repetidas mistas foi usada para analisar o efeito de grupo, tempo e interação grupo versus tempo para variáveis relacionadas à mudança postural. A esfericidade foi analisada pelo teste de Mauchly e, quando este pressuposto foi violado, as análises foram baseadas no teste de Greenhouse-Geisser.

Para analisar o efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes relacionadas à mudança postural, um modelo de regressão linear simples e múltipla foi construído usando o método Enter (entrada forçada). A seleção das variáveis independentes foi inicialmente realizada por meio de análise de correlação, considerando para o modelo apenas as variáveis com correlação significativa ($p \leq 0,05$). No modelo, todas as combinações de variáveis preditoras (variável independente) foram inseridas e as variáveis que apresentaram valor de $p > 0,05$ foram retiradas uma a uma. O R^2 foi analisado para verificar o coeficiente de determinação da porcentagem de variação explicada pelo modelo. Os pressupostos de multicolinearidade e homocedasticidade foram verificados.

O nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram analisados por meio do software SPSS®, versão 19.0 para Windows®.

4. RESULTADOS

As idades dos grupos eutróficos e obesos foram, respectivamente: $122,1 \pm 15,4$ e $120,7 \pm 13,6$ meses ($p = 0,8$).

As tabelas apresentam os efeitos de grupo, tempo e interação de grupos versus tempo, em relação aos iRR e PAS que foram verificados no teste de MPA (tabela 1). Análise estatística comparativa (p valor) entre os dois grupos: maior iRR 20-40° = 0,48; menor iRR 5-20° = 0,04; razão iRR = 0,28; PAS supina = 0,002; em pé = 0,001; variação da PAS = 0,91.

Os iRR, FC e índices temporais, espectrais e simbólicos da VFC na posição supina (tabela 2). Efeito do grupo no iRR e na PAS, nas posições supina e ortostática (tabelas 2 e 3). Correlação entre a razão iRR e a variação da PAS com os índices de VFC (tabela 4).

5. DISCUSSÃO

Verificou-se que a razão iRR e a variação da PAS, em resposta à MPA, foram semelhantes entre os dois grupos.

Após a mudança postural, os obesos apresentaram valores de iRR menores (FC mais elevados) no primeiro momento (5° ao 20° batimentos) e semelhantes aos eutróficos no segundo momento (20° ao 40° batimentos), porém, quanto à relação iRR, não houve diferença estatística significativa. Como dito anteriormente, o comportamento da FC tende a apresentar uma taquicardia máxima por volta do 10° segundo (possivelmente relacionada à contração dos músculos abdominais e membros inferiores), seguida de uma bradicardia relativa por volta do 20° segundo de ortostatismo, seguindo-se de um novo aumento, porém gradual, em torno do 60° segundo¹¹.

Portanto, foi confirmado em nosso estudo que o tempo é um fator que influencia as respostas de iRR (Tabela 1). Os ajustes da FC nesses intervalos de tempo dependem principalmente do barorreflexo arterial; há ativação simpática e inibição vagal, o que desencadeia aumento da FC. Os ajustes estão relacionados aos mecanismos neurais de regulação da FC e fornecem parâmetros para avaliar o controle autonômico causado pela alteração postural¹⁰.

A manutenção da FC elevada é atribuída à estimulação simpática predominante, secundária à ativação de barorreceptores²⁴. No presente estudo, portanto, o maior valor da FC dos obesos no primeiro momento pode ter sido atribuído a uma maior retirada vagal após a mudança postural, o que pode estar relacionado às mudanças estatísticas com a entropia de Shannon e com o padrão 2LV, cujos valores apresentaram diferença estatística.

Ao analisar a influência do grupo nessas diferenças de iRR, verificou-se que ela é significativa ($p < 0,5$), mas extremamente fraca ($R^2 = 0,08$). A análise da VFC na condição de repouso, em pé, poderia contribuir se tais diferenças fossem atribuídas apenas a questões hemodinâmicas entre as posturas, e/ou também a ajustes autonômicos em relação à contração muscular necessária, e à MPA, a maior massa corporal a ser deslocada. No entanto, não analisamos os dados da VFC em repouso em pé.

Entretanto, estudos que avaliaram índices lineares da VFC nas posturas supina e bípede, sob a mudança postural de forma ativa, a modulação autonômica da FC de crianças obesas não foram estatisticamente significantes, indicando que em situações de repouso em supino e em posição bípede, a modulação da FC não é influenciada por esse grau de obesidade infantil^{1,2};

mesmo quando as crianças foram divididas em obesas e obesas mórbidas¹². A complexidade do papel do SNA na obesidade foi recentemente descrita²⁵ e a utilidade da análise da VFC, particularmente para triagem precoce, indicada².

Por meio de análise de regressão simples, verificou-se que as variáveis que influenciam as respostas dos iRR são: índice 2LV ($R^2 = 0,16$) e IMC ($R^2 = 0,13$). Quando o múltiplo foi feito, encontrou-se significância apenas para 2LV ($R^2 = 0,22$), indicando que essas variáveis se influenciam, mas 2LV é a principal, porém explicam parcialmente esses resultados (22%), sugerindo que existem outras variáveis que influenciam tais respostas, que não incluem os demais índices de VFC utilizados neste estudo, como RCQ, glicemia, colesterol (HDL-c e CT) e triglicérides.

A variação da PAS foi maior para o grupo de obesos em ambas as posturas (ou seja, supino e em pé); no entanto, a diferença entre as posturas supina e ortostática, foi semelhante entre os dois grupos.

Em relação aos maiores valores de PAS nas duas posturas, vale lembrar que a PA é determinada pelo débito cardíaco (DC), que é o fluxo sanguíneo arterial por minuto, refletido na FC e no volume sistólico (VS), e a resistência a esse fluxo oferecida pelos vasos periféricos (RVP)²⁶. Ou seja, representa a pressão exercida pelo sangue contra as paredes arteriais durante um ciclo cardíaco²⁷. Considerando que, se o iRR em repouso fosse semelhante, podemos inferir que as possíveis explicações para a diferença da PAS em repouso e em pé podem ter sido atribuído a mudanças em VS ou RVP.

Estudos anteriores já constataram que os mecanismos propostos para relacionar a obesidade à hipertensão referem-se à explicação da sobrecarga cardiovascular proporcionada pelo aumento da massa corporal, que tende a aumentar o volume sanguíneo e a tensão dos vasos sanguíneos subcutâneos, neste caso a RVP; e também à disfunção metabólica causada pelo aumento da massa adiposa, principalmente da concentração de gordura que é central, aumentando a referida resistência à insulina; tais disfunções decorrentes da obesidade também têm sido observadas em crianças e adolescentes. Na MPA, isso ocorre no ortostatismo, principalmente devido ao barorreflexo, que desencadeia ativação simpática e inibição vagal¹⁰.

Estudos clínicos identificaram associação entre regulação do SNA e obesidade²⁵. A leptina é um hormônio fundamental, secretado principalmente pelas células adiposas, e atua como um marcador da energia corporal total, refletindo a massa do tecido adiposo²⁸. Foi relatado anteriormente que a leptina atua como um sinal crítico na ativação do nervo simpático renal, ativando o sistema renina angiotensina cerebral, a fosfatidilinositol 3 quinase hipotalâmica e os receptores de melanocortina²⁸.

A variação da PAS foi semelhante entre os dois grupos, correlacionando-se positivamente com a modulação parassimpática (HFun) e negativamente com a modulação simpática (LFun). Há estudos que afirmam que o risco prematuro para doenças cardiovasculares pode ser potencializado em idades mais jovens, quando a obesidade está presente, de modo que a obesidade infantil representa um prognóstico de um adulto obeso para doenças crônicas. O risco de desenvolver hipertensão aumenta à medida que a criança permanece obesa, então é possível que o período de tempo em que crianças pré-púberes apresentam excesso de tecido adiposo contribua para o aumento dos valores pressóricos, pois o aumento da idade nessa condição eleva o risco de eventos cardiovasculares²⁹.

No ortostatismo, uma série de respostas reflexas compensatórias ajudam o corpo a resistir aos efeitos da gravidade ao ficar em pé, incluindo barorreflexo, respostas neuroendócrinas e bombeamento do músculo esquelético. Estes iniciam uma diminuição do fluxo parassimpático e um aumento do fluxo simpático, que aumentam o retorno venoso, a resistência vascular periférica e o débito cardíaco, mantendo uma condição circulatória relativamente estável³⁰. A falha de quaisquer mecanismos compensatórios durante a postura normal pode causar alterações anormais na FC e na PA.

A prevalência de crianças com sobrepeso e obesidade está aumentando e, com isso, surge a necessidade de entender melhor o funcionamento dos sistemas como um todo. Vale ressaltar que os valores normais para os ajustes de PAS e iRR durante a MPA ainda não foram estabelecidos para crianças, e espera-se que o presente estudo impulse novas descobertas e padronizações para o estudo dessa população, a fim de auxiliar na condução do tratamento e olhar multidisciplinar. A mudança desse cenário repercute nas ações familiares e socioeducativas e na

crescente expansão de pesquisas na área científico-acadêmica que possam garantir os melhores métodos para lidar com essa população.

Como limitação do estudo, consideramos relevante mencionar a própria duração do teste MPA, devido à ansiedade gerada pela criança ao longo do tempo, independentemente do grupo amostral, bem como a ausência de valores normais para os ajustes do MPA para o público infantil.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que a magnitude das respostas de FC e PAS de obesos durante MPA é semelhante a eutróficos. No entanto, as respostas da FC, na condição testada, sofrem efeitos da modulação parassimpática (2LV), apesar de explicar apenas parcialmente esses ajustes. E a variação da PAS está positivamente correlacionada com a modulação parassimpática (HFun) e negativamente com a modulação simpática (LFun).

7. REFERÊNCIAS

1. Ancona MC, Scodeler NF, Guidi RM, Paschoal MA. Variabilidade de frequência cardíaca em crianças eutróficas e obesas nas posições supina e bípede. Rev. Ciênc. Méd. [Internet]. 1º de agosto de 2012;18(2). Disponível em: <https://seer.sis.puc-campinas.edu.br/cienciasmedicas/article/view/644>
2. Williams SM, Eleftheriadou A, Alam U, Cuthbertson DJ, Wilding JPH. Cardiac Autonomic Neuropathy in Obesity, the Metabolic Syndrome and Prediabetes: A Narrative Review. *Diabetes Ther.* 2019 Dec;10(6):1995-2021. doi: 10.1007/s13300-019-00693-0. Epub 2019 Sep 24. Erratum in: *Diabetes Ther.* 2019 Oct 4;: PMID: 31552598; PMCID: PMC6848658.
3. Guarino D, Nannipieri M, Iervasi G, Taddei S, Bruno RM. The Role of the Autonomic Nervous System in the Pathophysiology of Obesity. *Front Physiol.* 2017 Sep 14;8:665. doi: 10.3389/fphys.2017.00665. PMID: 28966594; PMCID: PMC5606212.
4. Hillebrand S, de Mutsert R, Christen T, Maan AC, Jukema JW, Lamb HJ, de Roos A, Rosendaal FR, den Heijer M, Swenne CA; NEO Study Group. Body fat, especially visceral fat, is associated with electrocardiographic measures of sympathetic activation. *Obesity (Silver Spring).* 2014 Jun;22(6):1553-9. doi: 10.1002/oby.20709. Epub 2014 Feb 18. PMID: 24458875.
5. 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 Jan;11(1):25-32. doi: 10.1038/oby.2003.6. PMID: 12529482.
6. Kaufmann H, Norcliffe-Kaufmann L, Palma JA. Baroreflex Dysfunction. *N Engl J Med.* 2020 Jan 9;382(2):163-178. doi: 10.1056/NEJMra1509723. PMID: 31914243.
7. Novak V, Novak P, Spies JM, Low PA. Autoregulation of cerebral blood flow in orthostatic hypotension. *Stroke.* 1998 Jan;29(1):104-11. doi: 10.1161/01.str.29.1.104. PMID: 9445337.
8. Vinik AI, Nevoret ML, Casellini C, Parson H. Diabetic neuropathy. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2013 Dec;42(4):747-87. doi: 10.1016/j.ecl.2013.06.001. PMID: 24286949.

9. Paschoal MA, Volanti VM, Pires CS, Fernandes FC. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Braz. J. Phys. Ther.* 2006; 10 (4). doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000400009>
10. JUNIOR- P.C. Análise da regulação autonômica cardiovascular por modelamento MVAR de variáveis fisiológicas não invasivamente amostradas. Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. Tese de Doutorado.
11. de Castro CL, da Nóbrega AC, de Araújo CG. Testes autonômicos cardiovasculares. Uma revisão crítica. Parte II [Autonomic cardiovascular tests. A critical review. II]. *Arq Bras Cardiol.* 1992 Aug;59(2):151-8. Portuguese. PMID: 1341161.
12. Paschoal MA, Pereira MC. Modulação autonômica cardíaca nas posições supina e bípede em crianças não obesas, obesas e obesas mórbidas. *Rev. Ciênc. Méd.* [Internet]. 1º de outubro de 2012;19(1/6):33-41. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/cienciasmedicas/article/view/827>
13. Li H, Liao Y, Wang Y, Liu P, Sun C, Chen Y, Tang C, Jin H, Du J. Baroreflex Sensitivity Predicts Short-Term Outcome of Postural Tachycardia Syndrome in Children. *PLoS One.* 2016 Dec 9;11(12):e0167525. doi: 10.1371/journal.pone.0167525. PMID: 27936059; PMCID: PMC5147897.
14. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894:i-xii, 1-253. PMID: 11234459.
15. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000 May 6;320(7244):1240-3. doi: 10.1136/bmj.320.7244.1240. PMID: 10797032; PMCID: PMC27365.
16. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq. Bras. Cardiol.* 2010; 95 (1 suppl 1). doi: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010001700001>
17. Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Tulppo MP. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2007

- Dec;101(6):743-51. doi: 10.1007/s00421-007-0552-2. Epub 2007 Sep 12. PMID: 17849143.
18. Dimitropoulos G, Tahrani AA, Stevens MJ. Cardiac autonomic neuropathy in patients with diabetes mellitus. *World J Diabetes*. 2014 Feb 15;5(1):17-39. doi: 10.4239/wjd.v5.i1.17. PMID: 24567799; PMCID: PMC3932425.
 19. 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 Mar;17(3):354-81. PMID: 8737210.
 20. Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009 Apr-Jun;24(2):205-17. doi: 10.1590/s0102-76382009000200018. PMID: 19768301.
 21. Porta A, Guzzetti S, Montano N, Furlan R, Pagani M, Malliani A, Cerutti S. Entropy, entropy rate, and pattern classification as tools to typify complexity in short heart period variability series. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2001 Nov;48(11):1282-91. doi: 10.1109/10.959324. PMID: 11686627.
 22. Guzzetti S, Borroni E, Garbelli PE, Ceriani E, Della Bella P, Montano N, Cogliati C, Somers VK, Malliani A, Porta A. Symbolic dynamics of heart rate variability: a probe to investigate cardiac autonomic modulation. *Circulation*. 2005 Jul 26;112(4):465-70. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.518449. Epub 2005 Jul 18. Erratum in: *Circulation*. 2005 Aug 30;112(9):e122. Mallani, Alberto [corrected to Malliani, Alberto]. PMID: 16027252.
 23. Ewing DJ, Martyn CN, Young RJ, Clarke BF. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care*. 1985 Sep-Oct;8(5):491-8. doi: 10.2337/diacare.8.5.491. PMID: 4053936.
 24. Cai H, Wang S, Zou R, Liu P, Li F, Wang Y, Wang C. Comparison of the Active Sitting Test and Head-Up Tilt Test for Diagnosis of Postural Tachycardia Syndrome in Children and Adolescents. *Front Pediatr*. 2021 Sep 17;9:691390. doi: 10.3389/fped.2021.691390. PMID: 34604136; PMCID: PMC8485704.

25. Guarino D, Nannipieri M, Iervasi G, Taddei S, Bruno RM. The Role of the Autonomic Nervous System in the Pathophysiology of Obesity. *Front Physiol.* 2017 Sep 14;8:665. doi: 10.3389/fphys.2017.00665. PMID: 28966594; PMCID: PMC5606212.
26. Gordan R, Gwathmey JK, Xie LH. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World J Cardiol.* 2015 Apr 26;7(4):204-14. doi: 10.4330/wjc.v7.i4.204. PMID: 25914789; PMCID: PMC4404375.
27. Silva AG, Vieira CAGA, Rodrigues VD. Pressão arterial: uma breve revisão. *EFDeportes.* 2011;15(154):1-1. Available from: <https://efdeportes.com/efd154/pressao-arterial-uma-breve-revisao.htm>.
28. Chen W, Leo S, Weng C, Yang X, Wu Y, Tang X. Mechanisms mediating renal sympathetic nerve activation in obesity-related hypertension. *Herz.* 2015 Apr;40 Suppl 2:190-6. doi: 10.1007/s00059-014-4072-7. PMID: 24609799.
29. Ferreira JS, Aydos RD. Prevalência de hipertensão arterial em crianças e adolescentes obesos. *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. 2010, v. 15, n. 1 pp. 97-104. doi: 10.1590/S1413-81232010000100015.
30. Cheshire WP Jr, Goldstein DS. Autonomic uprising: the tilt table test in autonomic medicine. *Clin Auton Res.* 2019 Apr;29(2):215-230. doi: 10.1007/s10286-019-00598-9. Epub 2019 Mar 5. PMID: 30838497; PMCID: PMC8897774.

Figura 1. Ilustração da Medida da Pressão Arterial pelo método auscultatório.



Fonte: acervo próprio.

Figura 2. Ilustração do registro da FC e iRR instantâneos em repouso (decúbito dorsal).



Fonte: acervo próprio.

Figura 3. Ilustração do registro da FC e iRR instantâneos em pé, após Manobra Postural Ativa.



Fonte: acervo próprio.

Tabela 1. Efeito do grupo, tempo e interação dos grupos versus tempo, em relação aos intervalos R-R e pressão arterial sistólica, verificados no teste de mudança postural ativa, dos grupos eutróficos e obesos.

IC 95%						Anova		
Variável	Grupo	Tempo	Média	Inferior	Superior	Grupo	Tempo	Interação
iRR	Eutrófico	Maior 20°-40°	871,8	813,8	929,7	0,499	0,0001*	0,322
		Menor 5°-20°	521,5	497,2	545,8			
	Obeso	Maior 20°-40°	870,5	812,6	928,5			
		Menor 5°-20°	556,8	532,5	581,1			
PAS	Eutrófico	Maior 20°-40°	95,3	91,1	99,5	0,0001*	0,0001*	0,763
		Menor 5°-20°	100,9	96,8	104,9			
	Obeso	Maior 20°-40°	105,1	100,9	109,3			
		Menor 5-20°	111,4	107,3	115,4			

Nota: iRR = intervalos R-R; PAS = Pressão arterial sistólica; * $p \leq 0,05$ para medidas repetidas ANOVA.

Tabela 2. Análise de regressão para determinar o efeito do grupo sobre os iRR nas posições supina e ortostática.

Variável	Parâmetros	Coeficiente de Regressão	IC 95%		p	R ²
			Inferior	Superior		
Maior iRR	Intercepto	870,5	812,6	928,5	0,0001	
20°-40°	[grupo=0]	1,2	-80,7	83,2	0,975	0,001
	[grupo=1]	0	.	.	.	
Menor iRR	Intercepto	556,8	532,5	581,1	0,0001	
5°-20°	[grupo=0]	-35,3	-69,7	-0,93	0,044*	0,080
	[grupo=1]	0	.	.	.	

Nota: iRR = intervalos R-R; * $p \leq 0,05$ efeito de grupo significativo; grupo eutrófico=0; grupo obeso=1.

Tabela 3. Análise de regressão para determinar o efeito do grupo na PAS nas posições supina e ortostática.

Variável	Parâmetros	Coeficiente de Regressão	IC 95%		p	R ²
			Inferior	Superior		
	Intercepto	105,1	100,9	109,2	0,0001	
PAS Supino	[grupo=0]	-9,7	-15,6	-3,8	0,002*	0,202
	[grupo=1]	0	.	.	.	
	Intercepto	111,3	107,3	115,4	0,0001	
PAS Em pé	[grupo=0]	-10,5	-16,2	-4,8	0,001*	0,238
	[grupo=1]	0	.	.	.	

Nota: PAS = Pressão Arterial Sistólica; * $p \leq 0,05$ efeito de grupo significativo; grupo eutrófico=0; grupo obeso=1.

Tabela 4. Análise da correlação da razão dos iRR e variação da PAS com índices de variabilidade da frequência cardíaca.

	Razão iRR		Variação PAS	
	r	p	R	p
Média iRR (ms)	-0,15	0,30	0,04	0,74
SDNN (ms)	-0,04	0,79	0,01	0,90
Média FC (bpm)	0,14	0,33	-0,04	0,77
RMSSD (ms)	-0,03	0,83	0,003	0,98
pNN50 (%)	-0,008	0,95	0,01	0,90
LF (ms ²)	0,008	0,96	0,18	0,20
LF (u.n.)	-0,15	0,32	-0,34	0,02*
HF (ms ²)	0,27	0,06	0,10	0,48
HF (u.n)	0,13	0,37	0,33	0,02*
LF/HF	-0,22	0,13	0,05	0,73
Entropia de <i>Shannon</i>	0,25	0,09	0,15	0,31
SV	0,11	0,46	0,02	0,87
%0V	-0,11	0,44	-0,16	0,27
%1V	-0,06	0,66	-0,24	0,09
%2LV	0,28	0,05	0,14	0,34
%2UV	0,06	0,69	0,18	0,21

Nota: ms = milissegundos; iRR = intervalos R-R; SDNN = desvio padrão dos intervalos NN; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; RMSSD = raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos normais sucessivos; pnn50 = porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50ms; LF = baixa frequência; HF = alta frequência; Hz = hertz; LF/HF = equilíbrio simpátovagal; SV = Variância simbólica (variação de análise); PAS = Pressão arterial sistólica; * $p \leq 0,05$ correlação significativa; r=Coefficiente de correlação de Spearman.

ANEXO 1 – NORMAS DA REVISTA

FORMA E PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS

NORMAS GERAIS

As submissões devem ser feitas somente em inglês, a partir de 1º de novembro de 2021. O artigo deverá ser digitado em formato A4 (210x297mm), com margem de 25 mm em todas as margens, espaço duplo em todas as seções. Empregar fonte Times New Roman tamanho 11, páginas numeradas no canto superior direito e processador de textos Microsoft Word®. Os manuscritos deverão conter, no máximo:

- Artigos originais: **3.000 palavras** (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 30 referências.
 - Revisões: **3.500 palavras** (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 55 referências.
 - Relatos de casos: **2.000 palavras** (sem incluir: resumo em inglês e português, tabelas, gráficos, figuras e referências bibliográficas) e até 25 referências.
 - Cartas ao editor: **400 palavras no máximo**. As cartas devem fazer referência a artigos publicados nos seis meses anteriores à publicação definitiva; ter até 3 autores e 5 referências; conter no máximo 1 figura ou uma tabela. As cartas estão sujeitas a editoração, sem consulta aos autores.
-