

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

SARAH YASMINY LUZ

**EFEITO DO TRATAMENTO MULTIPROFISSIONAL NO PERFIL
INFLAMATÓRIO DE ADOLESCENTES OBESOS**

UBERLÂNDIA

2018

SARAH YASMINY LUZ

**EFEITO DO TRATAMENTO MULTIPROFISSIONAL NO PERFIL
INFLAMATÓRIO DE ADOLESCENTES OBESOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Educação Física Licenciatura e Bacharelado da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientadora: Prof. Dra. Nadia Carla Cheik

UBERLÂNDIA

2018

SARAH YASMINY LUZ

Efeito do Tratamento Multiprofissional no Perfil Inflamatório de Adolescentes Obesos

Trabalho de Conclusão de Curso enviado para aprovação para o curso de graduação de Educação Física Licenciatura e Bacharelado da Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, 13 de julho de 2018.

Banca examinadora:

Profª. Dra. Nadia Carla Cheik – UFU/MG

Prof. Dr. Nilson Penha Silva – UFU/MG

Prof. Dr. João Elias Dias Nunes – UFU/MG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela a vida e por Ele ter colocado pessoas importantes na minha vida. Agradeço imensamente aos meus pais, que batalharam e fizeram o possível para educar-me e proporcionar condições para chegar onde estou. Aos meus irmãos que desempenharam papéis semelhantes aos de pais contribuindo para minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço aos meus professores que contribuíram e estimularam o gosto pelo conhecimento, especialmente à minha orientadora Nadia pelo apoio e oportunidades oferecidas. Aos meus amigos de graduação, Thuana, Priscila, Andressa, Regina, Rayra, Breno e Guilherme por estarem comigo nos momentos alegres e tristes sempre me apoiando e incentivando-me a estudar.

RESUMO

Objetivo: Analisar o efeito do tratamento multiprofissional nas concentrações de marcadores inflamatórios de adolescentes obesos. **Métodos:** Participaram do estudo 13 adolescentes obesos pós-púberes de ambos os sexos com média de idade de $16 \pm 1,55$ anos. Os adolescentes passaram por um tratamento multiprofissional durante 6 meses onde realizaram 4 sessões semanais de exercício físico (2 sessões de exercício aeróbio e 2 sessões de exercício resistido), uma sessão semanal de reeducação alimentar e uma sessão semanal de terapia comportamento em grupo. Foram avaliados a massa corporal, IMC, circunferência abdominal e aptidão cardiorrespiratória dos adolescentes. Para determinar as concentrações de PCR, TNF- α , IL-6, PAI-1, IL-10, adiponectina, leptina e resistina utilizou-se kits específicos e o teste enzimático ELISA (Enzyme Linked Immunosorbant Assay). **Resultados:** Os adolescentes obesos apresentaram diminuição significativa na massa corporal ($p= 0,007$), no IMC ($p=0,005$), circunferência abdominal ($p= 0,001$) e aumento na aptidão cardiorrespiratória ($p= 0,001$). Nos marcadores inflamatórios houve diminuição na concentração plasmática de PCR ($p= 0,04$), TNF- α ($p= 0,04$), PAI-1 ($p= 0,04$), leptina ($p<0,0001$) e resistina ($p= 0,03$). As demais variáveis inflamatórias não apresentaram diferença significativa. **Conclusão:** O treinamento físico associado ao acompanhamento nutricional e psicológico foi capaz de melhorar o perfil inflamatório refletindo na vida de adolescentes obesos.

Palavras chaves: obesidade, adolescentes, exercício físico, adipocinas, marcadores inflamatórios

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyze the effect of multiprofessional treatment in the concentrations of inflammatory markers in obese adolescents. **Methods:** A total of thirteen obese adolescents (aged 16 ± 1.55 years) received multiprofessional treatment during a period of 6 months. The treatment consisted of 4 weekly sessions of physical exercise (2 sessions of aerobic exercise and 2 sessions of resistance exercise) and nutritional and psychological counseling. Body mass, BMI, waist circumference and cardiorespiratory fitness of the adolescents were evaluated. To determine the concentrations of PCR, TNF- α , IL-6, PAI-1, IL-10, adiponectin, leptin and resistin, specific kits and Enzyme Linked Immunosorbant Assay (ELISA) were used. **Results:** There was a significant decrease in body mass ($p = 0,007$) and waist circumference ($p = 0,001$) and an increase in cardiorespiratory fitness ($p = 0,001$). In the inflammatory markers there was a decrease in the plasma concentration of CRP ($p = 0,04$), TNF- α ($p = 0,04$), PAI-1 ($p = 0,04$), leptin ($p < 0,0001$) and resistin ($p = 0,03$). The other inflammatory variables did not present a significant difference. **Conclusion:** The physical training associated with nutritional and psychological monitoring was able to improve the inflammatory profile and the quality and life expectancy in obese adolescents.

Keywords: obesity, adolescents, exercise, adipokines, inflammatory markers

SUMÁRIO

1.0 - INTRODUÇÃO	8
2.0 - MÉTODOS	9
2.1-Amostra	9
2.2-Tratamento Multiprofissional	9
2.3-Antropometria	9
2.4-Aptidão Cardiorrespiratória	10
2.5-Análise Bioquímica	10
2.6-Treinamento Físico	10
2.7-Educação Nutricional	11
2.8-Aconselhamento Psicológico	11
2.9-Análise Estatística	11
3.0 - RESULTADOS	13
4.0 - DISCUSSÃO	14
REFERÊNCIAS	18

EFEITO DO TRATAMENTO MULTIPROFISSIONAL NO PERFIL INFLAMATÓRIO DE ADOLESCENTES OBESOS.

1 - INTRODUÇÃO

A obesidade é caracterizada pelo acúmulo de tecido adiposo.¹ Apesar da etiologia complexa e multifatorial, o aumento da relação entre a ingestão calórica e o dispêndio energético combinado com baixos níveis de atividade física são os principais fatores relacionados ao desenvolvimento da obesidade.²

Atualmente, independentemente do sexo, idade e o nível socioeconômico, a obesidade vem constituindo uma epidemia mundial.³ De acordo o Relatório da Internacional Obesity TaskForce (IOTF)⁴ – Obesity Group, 155 milhões da população mundial de indivíduos com idade entre 5 e 17 anos, cerca de 30 a 45 milhões são obesas.

A partir da década de 90 a obesidade foi considerada uma doença inflamatória⁵. Segundo muitos estudos,^{3,6-8} os mecanismos inflamatórios são considerados o gatilho para o desenvolvimento da síndrome metabólica inúmeras vezes relacionada a obesidade. O processo de inflamação na obesidade é caracterizado pela expressão de citocinas pelos adipócitos e pré-adipócitos, as chamadas adipocinas.⁵ Entre elas destacam-se o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina 6 (IL-6), interleucina 1 beta (IL-1 β), leptina, resistina e inibidor do ativador do plasminogênio (PAI-1).^{9,10} Além disso, o aumento da gordura visceral está positivamente correlacionado com a diminuição de adipocinas anti-inflamatórias como a adiponectina.¹¹

Embora o aumento na expressão de citocinas na obesidade sejam baixos comparados ao estado de sepse, essa inflamação crônica de baixo grau está diretamente relacionada com o desenvolvimento de diabetes tipo II, aterosclerose e síndrome metabólica.^{6,9,12-14}

Desta forma, muitos pesquisadores buscam estratégias para o combate à obesidade e melhoria no quadro de inflamação crônica de baixo grau.^{15,16} Vários estudos demonstram que a intervenção multiprofissional apresenta eficácia no tratamento da obesidade e distúrbios relacionados.¹⁷⁻²⁰ No modelo utilizado por Dâmaso et al.,¹⁸ com intervenção clínica, física, nutricional e psicológica, os adolescentes obesos apresentaram redução significativa nas características antropométricas e nos marcadores inflamatórios como o ativador do inibidor do plasminogênio (PAI-1). Em outros estudos, além da redução da massa corporal,^{17,19,20} mostraram diminuição da prevalência de esteatose

hepática não alcoólica,¹⁷ melhora na qualidade de vida¹⁹ e melhora nos sintomas da depressão.²⁰

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos de um tratamento multidisciplinar baseado em apoio nutricional, psicológico e treinamento físico sobre a antropometria, aptidão cardiorrespiratória e perfil inflamatório de adolescentes obesos.

2 - MÉTODOS

2.1 - Amostra

Participaram do estudo 13 adolescentes sendo 6 meninos e 7 meninas (com idade $16 \pm 1,55$), participantes do Projeto Tratamento Multiprofissional do Adolescente Obeso: Avaliação e Intervenção realizado no Laboratório de Fisiologia Cardiorrespiratória e Metabólica (LAFICAM) no ano de 2011/2012 (figura 1). Os critérios de inclusão foram: faixa etária entre 15 a 19 anos; pós-puberes de acordo com a classificação de Tanner por estágios; índice de massa corporal (IMC) maior que percentil 95 da curva proposta pelo Center of Diseases Control (CDC). Os critérios de exclusão foram: ser portador de doenças genéticas, metabólicas ou endócrinas; uso prévio de drogas; problemas físicos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Uberlândia (doc nº 498/10) e todos adolescentes e seus pais/responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

2.2 - Tratamento multiprofissional

O tratamento multiprofissional ocorreu durante 6 meses onde os adolescentes foram submetidos a 4 sessões semanais de exercício físico, uma sessão semanal de reeducação alimentar e uma sessão de terapia em grupo.

2.3 - Antropometria

A massa corporal (MC) dos adolescentes foi avaliada por uma balança digital Filizola com precisão de 0,1g. Foi utilizado um estadiômetro de plástico Sanny com precisão de 0,1cm para mensurar a estatura. Em ambas avaliações foram de acordo com a metodologia descrita por Lohman (1988).

O IMC foi calculado como a MC dividido pela estatura ao quadrado (kg/m^2). A circunferência abdominal (CA) foi avaliada com uma fita antropométrica Sanny (SN-4010, Brasil) utilizando como referência o ponto médio entre o último gradio costal e a crista ilíaca ântero-superior

2.4 - Aptidão Cardiorrespiratória

Foi realizado o teste incremental máximo em esteira motorizada (Movimento, RT 250pro, Brasil) onde a velocidade inicial foi de 3km/h e inclinação fixa de 1%. A cada 2 minutos (estágio) aumentou-se 1km/h até a exaustão do voluntário ou apresentação de sinais clínicos para a interrupção do teste. Para análise do consumo de oxigênio (VO₂) foi utilizado o ergoespirômetro (Cosmed, FitMetPro, Itália). A velocidade associada com o VO₂máx (vVO₂máx) foi calculada utilizando a fórmula: $vVO_2máx (km/h) = v + 1,0 (t/120)$, em que v é a última velocidade completada em 120 segundos (duração de um estágio), t são os segundos da última fase que não foi completado, 1,0 é o valor do aumento da velocidade em km/h e 120 é o tempo do estágio.

2.5 - Análise Bioquímica

As amostras de sangue foram coletadas por meio de punção venosa, após jejum noturno de 12 horas. A coleta foi realizada em tubos evacuados contendo ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Após a coleta o sangue foi centrifugado a 3000 rpm durante 10 minutos a 4°C para a separação do plasma e células sanguíneas e estocados em freezer a -70°C.

O plasma não diluído foi utilizado para determinar a concentração da interleucina 6 (IL-6), interleucina 10 (IL-10) e do fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) por meio de kits específicos e o teste enzimático ELISA (Enzyme Linked Immunosorbant).

Amostras de soro diluídas foram utilizadas para análise da concentração da proteína C reativa (PCR) por meio de kits específicos e o teste enzimático ELISA. As concentrações de leptina, resistina e do inibidor do ativador do plasminogênio (PAI-1) foram mensuradas por radioensaio (RIA) (Linco Research, St. Charles, Missouri, United States).

2.6 - Treinamento Físico

No treinamento físico foram realizadas duas sessões semanais de exercício aeróbio e duas sessões semanais de exercício resistido com duração de 45 minutos. O treinamento aeróbio foi realizado em esteira rolante (Movimento, RT250, Brasil) que incluiu exercícios de intensidade baixa (60% vVO₂máx), treinamento intervalado de intensidade moderada (85% vVO₂máx) e treinamento intervalado de alta intensidade (90-100% vVO₂máx).

O treinamento resistido foi baseado na periodização não linear dos volumes e intensidade. Os exercícios realizados foram: puxada na frente (abdução do ombro e flexão do cotovelo), levantamento terra (extensão do quadril e joelho), supino reto (abdução horizontal do ombro com extensão do cotovelo), leg press 45° (extensão do quadril e joelho) e remada na polia (adução frontal do ombro com flexão do cotovelo).

2.7 - Educação Nutricional

O aconselhamento nutricional foi feito por uma nutricionista por uma hora por semana em grupo. Nos encontros foram abordados temas como: pirâmide alimentar, recordatório alimentar, porções alimentares, alimentação antes, durante e após exercício físico, dietas e perda de peso, gordura e colesterol e distúrbios alimentares.

2.8 - Aconselhamento psicológico

Os adolescentes receberam orientação psicológica grupal uma vez por semana com duração de aproximadamente uma hora. Nos encontros, a psicóloga abordou temas sobre imagem corporal, transtornos de compulsão alimentar, sintomas e consequências para a saúde.

2.9 - Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o software GraphPad InStat (DATASET 10.ISD). A normalidade foi verificada pelo teste Kolmogorov-Sminorv e os dados foram apresentados em média e desvio padrão. O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para as comparações entre os momentos pré e pós de cada variável. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

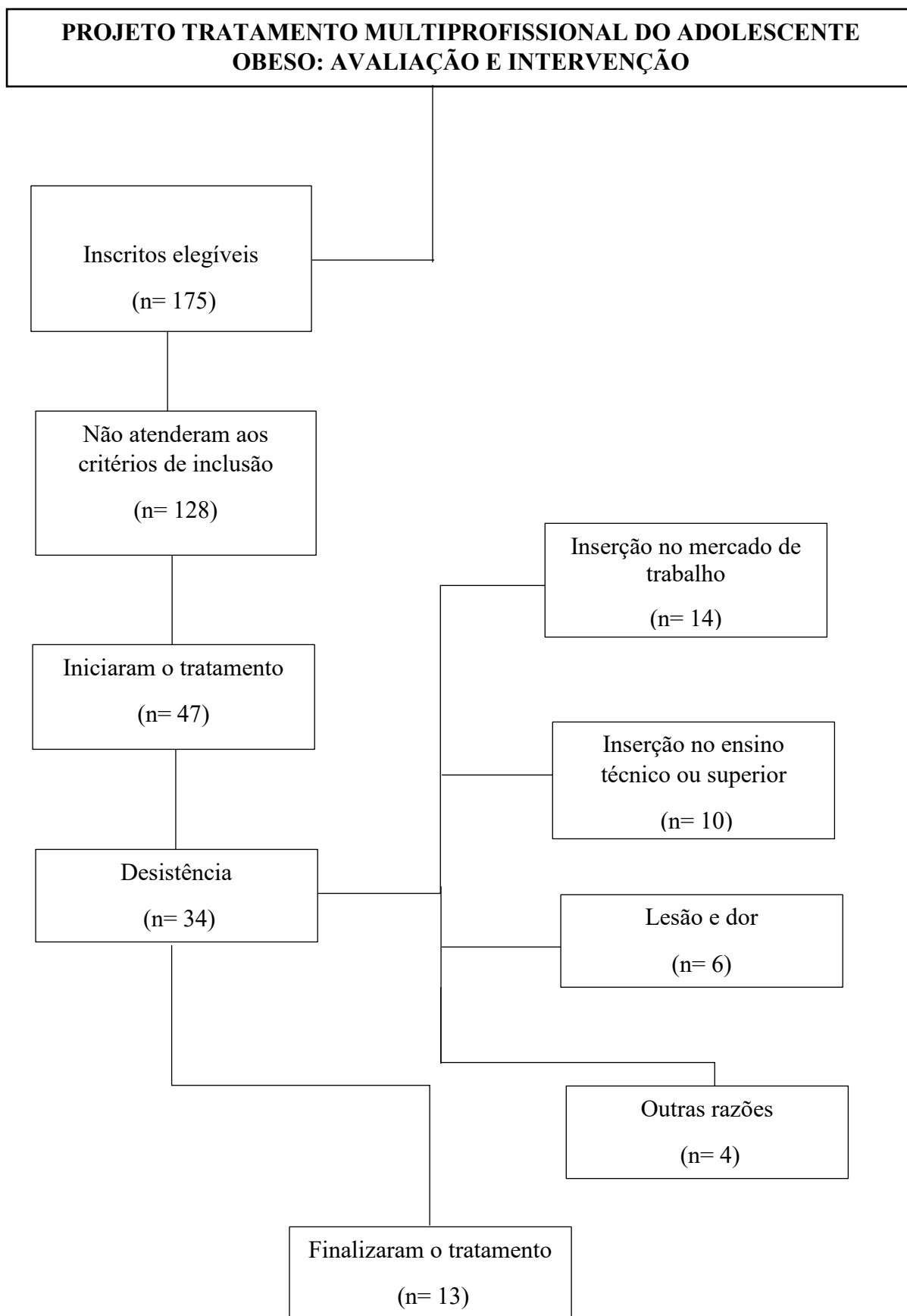


Figura 1: Fluxograma de participantes.

3.0 - RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os dados antropométricos e cardiorrespiratório dos adolescentes obesos. Houve diminuição significativa na massa corporal ($p = 0,007$), índice de massa corporal (IMC) ($p = 0,005$), circunferência abdominal (CA) ($p = 0,001$) e o consumo de máximo de oxigênio (VO2 máx) ($p = 0,001$).

Em relação ao perfil inflamatório, o tratamento multiprofissional foi eficaz na redução da concentração plasmática de proteína C reativa ($p = 0,04$), fator de necrose tumoral alfa ($p = 0,04$), ativador do inibidor do plasminogênio ($p = 0,04$), resistina ($p = 0,03$) e leptina ($p < 0,0001$). As demais variáveis inflamatórias não apresentaram diferença significativa (tabela 2).

Tabela 1: Dados antropométricos e cardiorrespiratório pré e pós tratamento multiprofissional em adolescentes obesos. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão (n=13).

	Pré	Pós
Estatura (m)	1.69 ± 0.10	1.69±0.10
Massa corporal (kg)	101.87 ± 17.44	97.17 ± 15.90*
IMC (kg/m ²)	35.45 ± 3.80	33.72 ± 3.84*
CA (cm)	112.88 ± 12.07	107.77 ± 10.65*
VO2 máx (ml/kg/min)	24.36 ± 3.37	28.10 ± 3.35*

IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; VO2 máx: consumo máximo de oxigênio.

* $p < 0.05$ (Teste t student)

Tabela 2: Variáveis inflamatórias pré e pós tratamento multiprofissional em adolescentes obesos. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão (n=13).

	Pré	Pós
PCR (ug/ml)	0.39 ± 0.38	0.19±0.22*
TNF- α (pg/ml)	20.16 ± 8.72	18.52 ± 8.86*
IL-6 (pg/ml)	4.04 ± 3.80	4.79 ± 3.58
IL-10 (pg/ml)	3.38 ± 1.66	6.80 ± 6.85
PAI-1 (pg/ml)	92.36 ± 74.67	59.39 ± 31.42*
Resistina (pg/ml)	60.02 ± 25.16	49.47 ± 19.85*
Leptina(pg/ml)	34.41 ± 7.85	18.77 ± 8.91*
Adiponectina (pg/ml)	33376 ± 15274	32583 ± 17029

PCR: proteína C reativa; TNF- α : fator de necrose tumoral alfa; IL-6: interleucina 6; IL-10: interleucina 10; PAI-1: ativador do inibidor do plasminogênio. * p<0.05 (Teste t student)

4.0 - DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que o exercício físico realizado por quatro vezes por semana associado ao acompanhamento nutricional e psicológico durante 6 meses reduziu significativamente os níveis circulantes de TNF- α , PCR, PAI-1, resistina e leptina em adolescentes obesos.

Um dos nossos importantes achados foi o efeito benéfico da intervenção multiprofissional na concentração de TNF- α . A alta concentração plasmática de TNF- α pode estar associada a hipertrofia e hiperplasia de adipócitos e hipertrofia de pré adipócitos, estimulando a infiltração de macrófagos no tecido adiposo e aumentando sua concentração no indivíduo com obesidade.²¹ A redução na concentração plasmática de TNF- α pode diminuir a resistência insulínica e a secreção de outras citocinas inflamatórias como a IL-6, PAI-1 e PCR.¹³ Adicionalmente, o exercício físico é uma estratégia não medicamentosa para o aumento da angiogênese e melhora do fluxo sanguíneo no tecido adiposo reduzindo a hipóxia e a inflamação local.²¹ Corroborando a esse achado, TENÓRIO et al.²² observaram que o treinamento aeróbico de alta intensidade durante 24 semanas, diminuiu significativamente a concentração plasmática de TNF- α em adolescentes obesos.

Estudos tem mostrado que tanto treinamento aeróbico²³ quanto o treinamento resistido²⁴ podem atenuar a inflamação crônica de baixo grau. Assim, quando há a combinação dos dois tipos de treinamentos mais acompanhamento nutricional e psicológico ocorre redução na gordura corporal,²⁵ em marcadores inflamatórios,^{18,23} na resistência insulínica e na esteatose hepática não alcoólica.^{17,18} De fato, no presente estudo

foi encontrada redução significativa nos níveis de PCR após a intervenção com treinamento físico combinado com acompanhamento multidisciplinar. A PCR é uma citocina liberada pelo fígado sendo muito utilizada como marcador de inflamação sistêmica e doenças cardiovasculares.^{26,27} Corroborando, LOPES et al.²⁸ demonstraram diminuições significativa nos níveis de PCR de adolescentes obesos. Possivelmente isso tenha ocorrido devido a diminuição da massa corporal e conseqüentemente, a redução da liberação de adipocinas inflamatórias, como o TNF- α , que é umas das principais adipocinas inflamatórias que estimulam a secreção de PCR.²⁷ No entanto alguns estudos com treinamento físico não apresentaram redução significativa na concentração plasmática de PCR.²⁹⁻³¹

Outra adipocina elevada em obesos é o PAI-1 que está relacionado com a inibição do processo de fibrinólise.³² Além de ser produzido por adipócitos e pré adipócitos, sua concentração pode ser elevada por estímulos do TNF- α e IL-1 β .³³ A diminuição encontrada nos níveis de PAI-1 pode ser conseqüência da diminuição da massa corporal e das concentrações de TNF- α . Corroborando, os adolescentes do estudo de DÂMASO et al.¹⁸ também reduziram significativamente a concentração plasmática de PAI-1 após intervenção com exercício físico associado ao acompanhamento nutricional e psicológico.

Além do TNF- α e PAI-1, a leptina também contribui para o estado de inflamação crônica de baixo em obesos.^{25,34} Na hiperleptinemia crônica as células imunes expressam receptores (Ob-Rb) para leptina induzindo a secreção de citocinas inflamatórias como o TNF- α e reduzindo a liberação de adiponectina pelos adipócitos.^{25,34} Os adolescentes obesos do nosso estudo diminuíram significativamente a concentração plasmática de leptina após a intervenção multiprofissional. Vários estudos demonstraram resultados semelhantes após 12 semanas,^{17,28} 6 meses²² e 1 ano de intervenção multiprofissional.^{18,23,35}

A resistina é outra adipocina pró inflamatória que está associada com o desenvolvimento de patologias.³⁶ No presente estudo houve diminuição significativa na concentração plasmática de resistina sendo extremamente importante na diminuição da resistência insulínica e no processo de aterogênese.^{37,38,39} Os efeitos do treinamento físico em relação a resistina ainda são controversos nos quais estudos demonstram aumento,⁴⁰ redução⁴¹ e manutenção nos níveis de resistina.²⁸

Muitos estudos demonstraram diminuição em marcadores de inflamação em obesos após mudanças na alimentação e inclusão de exercícios físicos.^{12,25,28,35} É provável que os efeitos anti-inflamatório do exercício físico realizado regularmente, contribuam fortemente para melhoria da saúde, prevenção e tratamento de muitas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).¹² Corroborando com esses achados, acreditamos que parte da redução do processo inflamatório observado no presente estudo tenha sido devido ao exercício físico.

O exercício físico é capaz de estimular a produção de adiponectina nos adipócitos melhorando a sensibilidade dos receptores de insulina.^{36,42} Além disso, pode aumentar a angiogênese e diminuir a vasoconstrição, reduzindo a hipóxia presente no tecido adiposo inflamado.²¹

Assim como o tecido adiposo, o músculo esquelético é um órgão endócrino capaz de sintetizar e secretar citocinas em resposta ao exercício, desenvolvendo importantes funções no metabolismo.^{12,43,44} Mais de 40 citocinas, atualmente denominadas de miocinas, já foram identificadas dentre elas a IL-6, miostatina, interleucina 15 (IL-15), interleucina 8 (IL-8) que atuam também de forma autócrina e parácrina sendo associadas a adaptações ao treinamento físico.^{12,21,43}

A IL-6 derivada do músculo foi a primeira miocina ser descoberta e atualmente é a mais estudada, apesar de seus mecanismos ainda não serem totalmente elucidados.¹² Durante o exercício físico, a liberação de IL-6 pode ser estimulada pelo aumento na concentração de íons cálcio na fibra muscular, ativando fatores de transcrição para IL-6, em uma via independente do TNF- α .^{26,45,46} Assim, as concentrações de IL-6 podem aumentar exponencialmente durante exercício físico.^{12,13,26,43} A princípio acreditava-se que esse aumento estaria relacionado ao dano muscular, porém o exercício excêntrico não gera aumento mais expressivo de IL-6 plasmática em comparação ao exercício concêntrico.^{12,43}

Com efeito antagônico à IL-6 produzida pelo tecido adiposo, a IL-6 produzida pelo músculo durante o exercício físico possui efeito anti-inflamatório devido ao aumento na produção de IL-10 e receptores antagonistas de IL-1 β que são capazes de inibir a síntese de citocinas pró inflamatórias como o TNF- α .^{12,13} De fato, STARKIE et al.,⁴⁶ desenvolveram um protocolo de inflamação crônica de baixo grau para demonstrar o efeito anti-inflamatório do exercício físico onde foi observado que após a infusão de baixas doses de endotoxina *Escherichia Coli* em jovens saudáveis que realizaram 3h de

exercício em ciclo ergômetro antes da administração da endotoxina não houve aumento da concentração plasmática de TNF- α enquanto que no grupo que não realizou o exercício físico, houve aumento significativo na concentração plasmática dessa citocina.

Apesar do exercício físico ser capaz de aumentar as concentrações plasmáticas de IL-6,^{12,13,26,43,45} no presente estudo não foram encontradas diferenças significativas. Isso pode ser explicado em partes, pelo fato que a IL-6 derivada do músculo esquelético retorna a níveis basais aproximadamente 24 horas após o exercício físico,^{12,26} sendo que nossas análises foram realizadas no mínimo 48 horas após a última sessão de exercício.

Sabe-se que o exercício físico representa o pilar da prevenção primária de pelo menos 35 doenças crônicas.¹² No presente estudo foi demonstrado que o treinamento físico associado ao acompanhamento nutricional e psicológico foi eficaz na redução da inflamação crônica de baixo grau, da massa corporal e melhorar a aptidão cardiorrespiratória de adolescentes obesos. Esses achados podem contribuir no aperfeiçoamento e/ou criação de políticas públicas e programas que visam a prevenção e tratamento da obesidade na adolescência possibilitando, assim, melhor qualidade e expectativa de vida nesta população.

REFERÊNCIAS

1. WHO. Prevalence of excess body weight and obesity in children and adolescents. 2007;
2. Pereira LO, Francischi RP, Lancha Jr AHL. Obesidade: Hábitos Nutricionais, Sedentarismo e Resistência à Insulina. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2003;47:111–27.
3. Oliveira RG, Guedes DP. Performance of different diagnostic criteria of overweight and obesity as predictors of metabolic syndrome in adolescents. *Jornal de Pediatria.* 2017;93(5):525–31.
4. IOTF. International Obesity TaskForce. 2010;
5. Sippel C, Mundstock R, Bastian DA, Giovanella J, Faccin C, Contini V, et al. PROCESSOS INFLAMATÓRIOS DA OBESIDADE. *Revista de Atenção à Saúde.* 2014;12:48–56.
6. Grundy SM. Obesity , Metabolic Syndrome , and Cardiovascular Disease. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(6):2595–600.
7. Grundy SM. Metabolic Syndrome Pandemic. *Arter Thromb Vasc Biol.* 2008;
8. Van Emmerik NMA, Renders CM, Veer M Van De, Buuren S Van, Baan-slootweg OH Van Der, Holthe JEK, et al. High cardiovascular risk in severely obese young children and adolescents. *Arch Dis Child.* 2012;1–5.
9. Kang YE, Kim JM, Joung KH, Lee JH, You BR, Ku J, et al. The Roles of Adipokines, Proinflammatory Cytokines, and Adipose Tissue Macrophages in Obesity-Associated Insulin Resistance in Modest Obesity and Early Metabolic Dysfunction. 2016. *PLoS ONE* 11(4).
10. Karstoft K, Pedersen BK. Exercise and type 2 diabetes: Focus on metabolism and inflammation. *Immunol Cell Biol.* 2015.
11. Prado WL, Siegfried A, Dâmaso AR, Carnier J, Piano A De, Siegfried W. Efeitos da terapia multidisciplinar de longo prazo sobre a composição corporal de adolescentes internados com obesidade severa , *Jornal de Pediatria.* 2009;85(3):243–8.
12. Pedersen BK. Anti-inflammatory effects of exercise : role in diabetes and cardiovascular disease. *Eur j clin invest.* 2017;1–12.
13. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005.
14. Trayhurn P, Wood IS. Signalling role of adipose tissue : adipokines and inflammation in obesity. *Biochem Soc Trans.* 2005;33:1078–81.
15. Farias S, Gonc EM, Morcillo AM, Guerra-júnior G, Maria O, Amancio S. Effects of programmed physical activity on body composition in post-pubertal schoolchildren. *J Pediatr.* 2015;91(2):122–9.
16. Machado AP, Lima BM, Laureano MG, Silva PH, Tardin GP, Reis PS, et al. Educational strategies for the prevention of diabetes , hypertension , and obesity.

- Rev Assoc Med BRAS. 2016;62(8):800–8.
17. Dâmaso AR, Tock L, Tufik S, Prado WL, Stella SG, Fisberg M, et al. Tratamento multidisciplinar reduz o tecido adiposo visceral , leptina , grelina e a prevalência de esteatose hepática não alcoólica (NAFLD) em adolescentes obesos. Rev Bras Med Esporte. 2006;12(11):263–7.
 18. Dâmaso AR, Piano A De, Munhoz R, Corgosinho FC, Siegfried W, Caranti DA, et al. Multidisciplinary Approach to the Treatment of Obese Adolescents: Effects on Cardiovascular Risk Factors, Inflammatory Profile, and Neuroendocrine Regulation of Energy Balance. International Journal of Endocrinology. 2013.
 19. Freitas CRM, Gunnarsdottir T, Fidelix YL, Tenório TRS, Lofrano-prado MC, Hill JO, et al. Effects of a psychological intervention on the quality of life of obese adolescents under a multidisciplinary treatment. J Pediatr (Rio J). 2016;93(2):185–91.
 20. Lofrano-prado MC, Karen H, Antunes M, Luiz W, Piano A De, Caranti DA, et al. Quality of life in Brazilian obese adolescents : effects of a long-term multidisciplinary lifestyle therapy. Health Qual Life Outcomes. 2009;8:1–8.
 21. You T, Arsenis NC, Disanzo BL, Lamonte M. Effects of Exercise Training on Chronic Inflammation in Obesity Current Evidence and Potential Mechanisms. Sport Med. 2013;
 22. Tenorio TRS, Balagopal BP, Andersen LB, Ritti-Dias RM, Hill JO, Lofrano-prado MC, et al. Effect of low vs. high intensity exercise training on biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in adolescents with obesity: A 6-month randomized exercise intervention study. Pediatric Exercise Science. 2017.
 23. Dâmaso AR, Paulo S. Aerobic plus resistance training was more effective in improving the visceral adiposity , metabolic profile and inflammatory markers than aerobic training in obese adolescents. J Sports Sci. 2014:37–41.
 24. Dias I, Farinatti P, Das M, Coelho G, Manhanini DP, Balthazar E, et al. Effects of Resistance Training on Obese Adolescents. Med Sci Sport Exerc. 2015;(23):2636–44.
 25. Sanches PL, Mello MT De, Elias N, Fonseca FAH, Campos RMS, Carnier J, et al. Hyperleptinemia : Implications on the Inflammatory State and Vascular Protection in Obese Adolescents Submitted to an Interdisciplinary Therapy. Inflammation. 2014;37(1).
 26. Nimmo MA, Leggate M, Viana JL, King JA. The effect of physical activity on mediators of inflammation. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2013;15:51–60.
 27. Ellulu MS, Patimah I, Khaza H, Rahmat A, Abed Y. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. Arch Med Sci. 2016;
 28. Lopes WA, Leite N, Rosa L, Trevisan D, Gáspari AF, Radominski RB, et al. Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. J Sports Sci. 2016;34(20):1902–12.
 29. Wong PCH, Chia MYH, Tsou IYY, Uk F, Wansaicheong GKL, Tan B, et al. Effects of a 12-week Exercise Training Programme on Aerobic Fitness, Body Composition, Blood Lipids and C-Reactive Protein in Adolescents with Obesity. Ann Acad Med. 2008;

30. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight , body fat , adiponectin , and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism Clinical and Experimental*. 2005;54:1472–9.
31. Barbeau P, Litaker MS, Woods KF, Lemmon CR, Humphries MC, Owens S, et al. Hemostatic and inflammatory markers in obese youths: Effects of exercise and adiposity. *J Pediatr*. 2002;
32. Carvalho MHC De, Colaço AL, Fortes ZB. Citocinas, Disfunção Endotelial e Resistência à Insulina. *Arq Bras Endocrinol Metab* vol 50. 2006;50.
33. Guimarães DED, Sardinha FLC, Mizurini DM, CARMO MGT. Adipocitocinas : uma nova visão do tecido adiposo Adipokines : a new view of adipose tissue. *Revista Nutrição*. 2007;20(5):549–59.
34. Sirico F, Bianco A, Alicandro GD, Castaldo C, Montagnani S, Spera R, et al. Effects of Physical Exercise on Adiponectin, Leptin, and Inflammatory Markers in Childhood Obesity: Systematic Review and Meta-Analysis. *Childhood Obesity*. 2018;X(X).
35. Piano AD, Mello MT, Sanches PDL, Campos RMS, Carnier J, Corgosinho F, et al. Long-term effects of aerobic plus resistance training on the adipokines and neuropeptides in nonalcoholic fatty liver disease obese adolescents. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2012;1313–24.
36. Jamurtas AZ, Stavropoulos-kalinoglou A. Adiponectin, Resistin, and Visfatin in Childhood Obesity and Exercise. *Pediatr Exerc Sci*. 2015;(49).
37. Stepan CM, Bailey ST, Bhat S, Brown EJ, Banerjee RR, Wright CM, et al. The hormone resistin links obesity to diabetes. *Nature*. 2001;409:307–12.
38. Maggio ABR, Wacker J, Montecucco F, Galan K, Pelli G, Beghetti M, et al. Serum Resistin and Inflammatory and Endothelial Activation Markers in Obese Adolescents. *J Pediatr*. 2012;
39. Barbosa J h. P, Oiveiraira SL, Seara LTE. O Papel dos Produtos Finais da Glicação Avançada (AGEs) no Desencadeamento das Complicações Vasculares do Diabetes. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008;
40. Elloumi M, Ounis O Ben, Makni E, Praagh E Van, Tabka Z, Lac G. Effect of individualized weight-loss programmes on adiponectin, leptin and resistin levels in obese adolescent boys. *Acta Pædiatrica*. 2009;(11):1487–93.
41. Jones TE, Basilio JL, Brophy PM, Mccammon MR, Hickner RC. Long-term Exercise Training in Overweight Adolescents Improves Plasma Peptide YY and Resistin. *Obesity*. 2009;17(6):1189–95.
42. Li G, Feng D, Qu X, Fu J, Wang Y, Li L, et al. Role of adipokines FGF21 , leptin and adiponectin in self-concept of youths with obesity. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2018;1–11.
43. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles , exercise and obesity : skeletal muscle. *Nature Reviews Endocrinology*. 2012;8(8):457–65.
44. Nicholson T, Church C, Baker DJ, Jones SW. The role of adipokines in skeletal muscle inflammation and insulin sensitivity. *Journal of Inflammation*; 2018;1–

- 11.
45. Lightfoot AP, Cooper RG. The role of myokines in muscle health and disease. *Curr Opin Rheumatol.* 2016;661–6.
46. Starkie R, Ostrowski SRYE, Jauffred S, Febbraio M, Pedersen BK. Exercise and IL-6 infusion inhibit endotoxin-induced TNF- α production in humans. *FASEB J.* 2003;(17):884–6.