

PROGRAMA DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NO AMBIENTE AQUÁTICO (HIITAQ) EM ADOLESCENTES OBESOS

HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING PROGRAM IN THE AQUATIC ENVIRONMENT (HIITAQ) IN OBESE TEENS

Maria de Fátima Aguiar Lopes¹, Paulo Cesar Barauce Bento¹ e Neiva Leite¹

Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

RESUMO

A saúde de adolescentes brasileiros tem sido comprometida pelo aumento da prevalência da obesidade. A prática de exercício físico regular e modificações no estilo de vida são ações recomendadas como prevenção e tratamento. No entanto, não há consenso quanto à dose resposta dos programas de exercícios. O objetivo deste estudo foi verificar a efetividade de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade no ambiente aquático (HIITAQ) na aptidão física e fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes obesos. A amostra foi composta por 18 adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 12 e 17 anos, com diagnóstico de obesidade. Foram avaliadas, variáveis antropométricas, aptidão física, glicemia e perfil lipídico, antes e após 12 semanas de treinamento. O programa foi composto por duas séries de 4 a 8 repetições com 30 segundos de duração (80-95% da frequência cardíaca máxima) por 60 segundos de recuperação ativa. Após o programa de exercícios verificou-se redução do índice de massa corporal escore z IMCz ($p < 0,01$), do Colesterol Total ($p < 0,01$) e LDL-c ($p < 0,01$). Houve aumento da taxa metabólica basal ($p < 0,01$) e do VO_2 pico ($p < 0,01$). Não foram observadas diferenças após o treinamento no percentual de gordura, índice de massa corporal, IMC, relação cintura/estatura RCEst, glicemia em jejum, insulina e HDL-c ($p > 0,05$). O programa de treinamento de alta intensidade no meio aquático foi efetivo na redução de fatores de risco cardiometabólicos.

Palavras-chave: Exercício aquático. Obesidade. Perfil lipídico. Risco cardiovascular. Aptidão física.

ABSTRACT

The increased prevalence of obesity has compromised the health of Brazilian adolescents. Regular exercise and lifestyle changes are recommended as prevention and treatment. However, there is no consensus on the dose-response of exercise programs. This study aims to verify the effectiveness of a high-intensity interval training program in the aquatic environment (HIITAQ) on physical fitness and cardiometabolic risk factors in obese adolescents. The sample consisted of 18 adolescents of both sexes, aged 12 to 17 years, diagnosed with obesity. Anthropometric variables, physical fitness, blood glucose, and lipid profile were evaluated before and after 12 weeks of training. The program consisted of two sets of 4-8 repetitions lasting 30 seconds (85%-95% of maximum heart rate) for 60 seconds of the active rest interval. After the exercise program, there was a reduction in body mass index z-score, BMIz ($p < 0.01$), reduction of Total Cholesterol, TC ($p < 0.01$), and LDL ($p < 0.01$). There was an increase in basal metabolic rate ($p < 0.01$) and peak VO_2 ($p < 0.01$). No differences were observed after training in the percentage of fat, body mass index, BMI, waist/height ratio WHtR, fasting blood glucose, insulin, and HDL-c ($p > 0.05$). The high-intensity training program in the aquatic environment was effective in reducing cardiometabolic risk factors.

Keywords: Aquatic exercise. Obesity. Lipid profile. Cardiometabolic risk. Physical fitness.

Introdução

A obesidade tem sido reportada como uma pandemia e sua etiologia é decorrente de um processo multifatorial que envolve aspectos genéticos e ambientais¹. É um problema de saúde pública e apresenta forte associação com as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e doenças cardiovasculares (DCV), que estão em primeiro lugar entre as causas de morte no mundo contemporâneo². A obesidade atinge todas as faixas etárias e contribui para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas².

O exercício físico é apontado como parte da terapêutica não medicamentosa para o tratamento da obesidade em adolescentes. No entanto, não há um consenso na literatura quanto ao tipo de exercício e a dose resposta adequada para esta população^{3,4}. Em adultos obesos a

recomendação é de pelo menos 150 minutos semanais com intensidade moderada-intensa para a prevenção do aumento de massa corporal, podendo resultar numa discreta redução de peso e dos riscos à saúde. Para redução do peso em longo prazo, são recomendados 150 a 300 minutos com intensidade moderada a vigorosa^{5,6}. Para adolescentes recomenda-se programas que contenham exercícios aeróbios diários, com pelo menos duas sessões semanais de exercícios resistidos, complementando com flexibilidade e equilíbrio durante sessenta minutos^{5,7}.

Estudos recentes apresentam o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) como uma possibilidade de exercícios para melhorar composição corporal e aumentar a capacidade cardiorrespiratória das populações, incluindo pessoas com obesidade^{8,9}. Este modelo envolve curtos períodos de exercícios de alta intensidade com intervalos ativos submáximos para recuperação. Como resultados desses programas, evidenciam-se melhora dos parâmetros metabólicos¹⁰ e adaptações músculo esquelético capazes de aumentar tanto a oxidação das gorduras como o consumo excessivo de oxigênio pós-exercício^{9,11}.

No entanto, pessoas com excesso de peso e obesidade apresentam limitações funcionais que podem dificultar a participação em atividades praticadas no ambiente terrestre. Os riscos de lesões osteomusculares, desconfortos posturais, dores lombares ou de quadril aumentam nesses indivíduos¹². De fato, estudo realizado com 1856 escolares observou que 74% das crianças obesas possuíam desvios posturais, em função de protusão de abdômen sendo as mais comuns lordoses e cifoses, dentro das complicações ortopédicas apresentadas, as mais corriqueiras foram joelhos em valgo e pés chatos¹³.

Dessa forma, programas de exercícios que sejam praticados no ambiente aquático são alternativas para minimizar a sobrecarga do peso corporal, proporcionando maior segurança¹⁴ principalmente quanto à redução do impacto nas articulações, em função da redução do peso aparente decorrente da flutuação¹⁵. Além disso, devido à densidade do fluido e da área corporal projetada, há um aumento das forças resistivas (arrasto) o que irá requerer maior aplicação de força muscular para mover determinado segmento corporal através da água¹⁶.

Adicionalmente, com a imersão ocorre redistribuição do fluxo sanguíneo e aumento do volume sanguíneo na região central e distensão atrial. Tais alterações resultam em aumento da liberação do peptídeo natriurético atrial (PNA), que atua na regulação do metabolismo lipídico. Durante o exercício aquático, com cargas progressivas verificou-se que o aumento da concentração do PNA contribui para o aumento da lipólise e da oxidação de gordura¹⁷. Tais achados são importantes e podem auxiliar na seleção da modalidade de exercício mais apropriada para o tratamento da obesidade¹⁸.

Essas características do meio aquático corroboram as recomendações de atividades físicas para redução de peso, diminuição de riscos cardiovasculares e melhora da saúde^{19,20}. No entanto, não é de nosso conhecimento até o momento nenhuma proposta de aplicação do método HIIT no ambiente aquático para essa população. Sendo assim, o presente estudo tem por objetivo propor e aplicar um programa de HIIT no ambiente aquático em adolescentes com obesidade e verificar a sua efetividade na aptidão física e fatores de risco cardiometabólicos.

Métodos

Participantes

Foi realizado cálculo para tamanho amostral, baseado no estudo de Lopes et al.⁴, com um poder estatístico de 80%, nível de significância (α) de 0,05 e tamanho de efeito de 0,5, que indicou uma amostra de 27 participantes (Software G*Power, v. 3.1.9.2, Alemanha). Considerando possíveis perdas, participaram deste estudo um total de 38 púberes, selecionados por conveniência. Dezesesseis adolescentes não iniciaram o programa por incompatibilidade de horários do treinamento com outras atividades, sendo assim 22 foram incluídos no grupo de treinamento. Dois participantes não concluíram o treinamento por motivo de doença e dois não

completaram todas as avaliações finais. Finalizaram o estudo 18 adolescentes com obesidade, com idade entre 12 e 17 anos de ambos os sexos, conforme os pontos de corte para classificação do estado nutricional proposto pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O poder estatístico calculado *à posteriori*, com 18 participantes analisados ao final do estudo foi de 65% considerando *alpha* de 0,05, tamanho do efeito 0,5.

Procedimentos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com a Resolução 466/12 e deliberações do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Número do Parecer: 2.623.226 e da Secretaria Municipal de Esporte e Lazer de Curitiba, Protocolo Nº 01-049765/2018; Número do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBec) RBR 6343y7. O recrutamento foi publicado pelo portal da Universidade Federal do Paraná. Esta divulgação estendeu-se aos meios de comunicação em programações locais de rádio e televisão.

As reuniões com pais assim como a triagem e avaliações dos participantes ocorreram, respectivamente, no auditório da Universidade, Núcleo de Qualidade de Vida (NQV) e laboratório de Fisiologia do Exercício do Curso de Educação Física da UFPR, Campus Jardim Botânico em quatro visitas consecutivas.

A primeira visita consistiu em explanação pública sobre objetivos, procedimentos para de participação no projeto HIITAQ e assinatura dos termos de consentimento e assentimento após leitura detalhada. Os critérios para a inclusão no estudo foram apresentar Índice de Massa Corporal (IMC) acima do percentil 95 para idade e sexo, conforme critérios De Onis et al.²¹, estar apto a prática de exercícios, não apresentar doenças infecto contagiosas de pele (frieira, dermatites, micoses) que contraindicassem a prática de atividades na água; não utilizar medicamentos ou tratamentos para emagrecimento. Participação em todas as avaliações e pelo menos 75% de frequência nas sessões.

Na segunda visita foi realizada avaliação médica, antropométrica e maturação biológica. A medida da estatura foi realizada, utilizando estadiômetro fixado à parede com resolução de 0,1 cm e amplitude de 220 cm, realizada ao final de uma inspiração máxima. A massa corporal foi expressa em quilogramas, por meio de balança digital modelo plataforma calibrada conforme o INMETRO, com capacidade máxima de 200 kg e resolução de 50 gramas. IMC foi calculado partir da razão entre as variáveis massa corporal e estatura ao quadrado foi calculado e classificado pelos critérios *Growth reference data for 5-19 years*²¹. Para o cálculo do índice de massa corporal score Z (IMCZ), utilizou-se o programa WHO Anthro Plus®, versão 1.0.4 (OMS, 2012), para idade e sexo, foi classificado considerando os seguintes valores: Obesidade $\geq +2$ (DP), conforme critério de Onis et al.²¹. Para a circunferência abdominal (CA) e circunferência da cintura (CC) utilizou-se o auxílio de trena antropométrica de fibra Sanny (código TR4013) flexível e inextensível (resolução de 0,1 cm). A medida da CA seguiu Critério de Fernandez et al.²² para medida e classificação, considerando valores iguais ou superiores ao 75º percentil como excesso abdominal, categorizada pela idade, sexo e etnia. A CC mensurada pelo critério de Taylor et al.²³ e a razão cintura/estatura RCEst, foi obtida pelo quociente entre a circunferência da cintura (cm) e a estatura (cm) e classificada segundo critério de McCarthy HD, Ashwell M. A²⁴.

A maturação sexual foi avaliada por observação direta por uma médica com permissão do adolescente e/ou pais. Quando não permitida, considerou-se a autoavaliação, por meio de desenhos quanto ao desenvolvimento da pilificação pubiana, (P1-P5), baseada no estadiamento proposto por Morris NM, Udry JR²⁵, Tanner JM.²⁶ Foram classificados em: pré-púberes as meninas e meninos com ausência de pilificação (P1), púberes, com pilificação entre P2 e P4 e como pós-púberes o estágio P5. As meninas que relataram a ocorrência de menarca foram consideradas pós-púberes²⁷.

A terceira visita foi para as coletas das amostras de sangue pelo laboratório de análises clínicas, para análise do perfil lipídico e glicemia, A composição corporal foi mensurada pelo método de Impedância Bioelétrica (BIA), utilizando como analisador aparelho de Bioimpedância Biodynamics Modelo 450 tetra polar. As variáveis analisadas foram, percentual de gordura, massa magra, massa livre de gordura e taxa metabólica basal. O procedimento foi realizado, no período da manhã, após jejum de 10 a 12 horas. A força muscular foi medida por preensão manual direita e esquerda por meio de dinamômetro de preensão manual SH com as mesmas especificações que o JAMAR, com escala variando de 0 a 100 quilogramas força (kgf)²⁸.

Quarta visita, foi realizada a avaliação da aptidão cardiorrespiratória, por meio do teste em esteira ergométrica (Inbramed, modelo ATL, Brasil), com protocolo de rampa modificado, iniciou com velocidade de 4 quilômetros por hora (km/h) e aumento progressivo de 0,3 km/h a cada 30 segundos com inclinação constante em 1% até o esforço máximo, conforme recomendação para a faixa etária²⁹.

O consumo máximo de oxigênio (VO₂ max) foi determinado pelo maior valor obtido durante o teste máximo, quando dois dos seguintes critérios⁵: a) exaustão ou inabilidade para manter a velocidade requerida; b) Quociente respiratório (R) $\geq 1,09$; c) apresentou dificuldade na coordenação do movimento; d) Atingiu a frequência cardíaca (FC) máxima prevista pela fórmula $208 - (0,7 \times \text{idade})$ ³⁰.

Para análise do VO₂ max foi utilizado o analisador metabólico (K4b2, Cosmed, Italy) capaz de armazenar dados em memória interna para posterior download, para o cálculo dos valores obtidos foi analisado pelo software BREEZESUITE®. Durante a realização do teste foram registrados os seguintes parâmetros de controles fisiológicos: frequência cardíaca (FC) monitorada por meio de frequencímetro cardíaco (marca Polar®), modelo A300, sistema portátil de recepção wireless e respostas dos participantes por meio da escala Percepção de Esforço (PSE) OMNI (1-10). A PSE (OMNI) foi validada em estudos para crianças e adolescente³¹.

Programa de treinamento HIITAQ

O programa de treinamento aquático de alta intensidade (HIITAQ) teve duração de 12 semanas, com frequência de três vezes por semana (36 sessões) em piscina de 25 metros, profundidade 1,40 metros, temperatura controlada (28° – 30° graus C). Foi realizado um período de familiarização ao meio líquido, adaptação com a piscina, com os movimentos, sequência dos exercícios e implementos utilizados como escala de percepção de esforço, monitor de frequência cardíaca, e do equipamento de resistência (*Aquafin*). A intensidade do exercício foi estabelecida conforme recomendações do ACSM, 2018⁵ e controlada por meio da escala de OMNI 5 (moderada) e 8 (intensa) e da frequência cardíaca monitorada por meio do frequencímetro polar A300 registrados a cada final de cada série (HIITAQ). A determinação da FC de treinamento foi com base na FC máxima obtida no teste em esteira, corrigida pela bradicardia de imersão (-14 bpm) de acordo com o estudo de Bento, Lopes e Leite³².

Durante a execução dos exercícios os participantes eram verbalmente encorajados, para manter a intensidade preconizada. Ao final de cada série recebiam feedback em relação à FC e PSE para possível ajuste da intensidade do treinamento na série subsequente. Os exercícios selecionados para este estudo foram: “corrida estacionária”; “chute frontal”; “SKI” para completar os movimentos da série repetiu-se a “corrida estacionária”. A seleção e opção por estes movimentos se deu por serem comumente utilizados em aulas de hidroginástica e por apresentarem boa correlação entre a PSE e o VO₂ de pico quando testados por meio de avaliação ergoespirométrica³³. As sessões foram compostas por: Aquecimento (10 min), série principal de HIIT com recuperação ativa, seguido de um período de volta a calma de forma recreativa

por adequação a faixa etária. O HIIT foi determinado com base em estudos prévios detalhados no Quadro 1^{34,35}.

Semanas	1	2	3	4-5	6	7-9	10-12
Séries	2	2	2	2	2	2	2
Repetições	4	5	6	7	8	8	8
Trabalho/recuperação	30/60 s	30/60 s	30/60 s	30/60 s	30/60 s	30/45 s	30/30 s
PSE	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9
FC de treinamento (% da FCmáx)	80-95%	80-95%	80-95%	80-95%	80-95%	80-95%	80-95%
FC de recuperação (% da FCmáx)	(50%)	(50%)	(50%)	(50%)	(50%)	(50%)	(50%)
Recuperação entre séries	4 min	4 min	4 min	4 min	4 min	4 min	4 min
Duração do treinamento (HIIT)	12 min	15 min	18 min	21 min	24min	20 min	16min

Quadro 1. Planejamento do programa de treinamento intervalado de alta intensidade em meio aquático

Fonte: Autores

Análise estatística

Para analisar os dados coletados foi utilizada a estatística descritiva, média e desvio padrão. O teste de *Shapiro- Wilk* foi aplicado para testar a normalidade dos dados e o teste de Levene para homogeneidade da amostra. O teste T foi utilizado para comparar as médias pré e pós intervenção e quanto os dados não apresentaram distribuição normal foi aplicado o teste de *Wilcoxon*. Para a análise dos resultados, o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os testes foram realizados por meio do software IBM SPSS Statistics versão 25.

Resultados

Foram estudados 18 adolescentes na faixa de 12 a 17 anos, de ambos os sexos, classificados como obesos (21). Quanto ao estágio puberal, foram classificados como púberes (9 meninos e 3 meninas) e pós-púberes (4 meninos e 2 meninas). As características gerais das variáveis idade, medidas antropométricas, composição corporal, cardiorrespiratória e preensão manual estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos participantes (média $\pm$ desvio padrão) grupo total e divididos por sexo

	Total (n=18)	Masculino (n=13)	Feminino (n=5)
Idade (anos)	13,26 $\pm$ 1,27		
Massa corporal (kg)	85,09 $\pm$ 20,81	88,27 $\pm$ 21,97	76,8 $\pm$ 16,54
Estatuta (cm)	164,61 $\pm$ 8,85	166,61 $\pm$ 9,24	161,9 $\pm$ 5,14
IMC (kg.m ²)	31,25 $\pm$ 6,35	31,68 $\pm$ 6,70	30,14 $\pm$ 5,89
IMCz	2,76 $\pm$ 0,95	2,8 $\pm$ 1,05	2,63 $\pm$ 0,73
CC (cm)	107,28 $\pm$ 14,10	109,84 $\pm$ 1,05	100,6 $\pm$ 7,89
RCEst (cm)	0,65 $\pm$ 0,08	0,66 $\pm$ 0,09	0,63 $\pm$ 0,05
MG (%)	36,99 $\pm$ 5,19	37,09 $\pm$ 5,70	36,69 $\pm$ 4,05
MLG (kg)	52,99 $\pm$ 10,54	33,48 $\pm$ 12,59	28,48 $\pm$ 8,23
Glicemia (mg/dl)	89,48 $\pm$ 7,09	90,00 $\pm$ 6,98	88,12 $\pm$ 8,05
Insulina (uUI/ml)	21,86 $\pm$ 9,32	23,09 $\pm$ 10,08	18,7 $\pm$ 6,85
CT (mg/dl)	175,09 $\pm$ 25,95	179,33 $\pm$ 27,04	164,06 $\pm$ 21,40
HDL-c (mg/dl)	40,89 $\pm$ 6,45	40,75 $\pm$ 5,62	41,24 $\pm$ 9,05
LDL-c (mg/dl)	107,47 $\pm$ 21,79	110,03 $\pm$ 22,81	100,8 $\pm$ 19,54
TAG (mg/dl)	133,66 $\pm$ 41,8	142,71 $\pm$ 41,36	110,14 $\pm$ 36,54
Não HDL-c (mg/dl)	134,28 $\pm$ 26,70	138,62 $\pm$ 28,12	123,00 $\pm$ 20,89
VO ₂ pico (ml/kg. Min)	32,18 $\pm$ 5,24	33,08 $\pm$ 6,02	30,27 $\pm$ 3,48
PMD (kgf)	24,33 $\pm$ 5,26	24,84 $\pm$ 5,45	23,00 $\pm$ 2,23
PME (kgf)	23,94 $\pm$ 6,23	24,00 $\pm$ 7,14	23,8 $\pm$ 3,50
TMB (kcal/dia)	1644,22 $\pm$ 341,16	1696,76 $\pm$ 356,63	1507,6 $\pm$ 284,28

Nota: IMC: Índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCE: Razão cintura/estatura; MLG: Massa livre de gordura; VO₂ pico: pico do consumo de oxigênio; PMD: força de prensão manual direito; PME: força de prensão manual esquerdo; TMB: Taxa metabólica basal

As variáveis relacionadas a intensidade do programa de HIITAQ estão apresentadas na Tabela 2. O programa foi desenvolvido em doze semanas, compreendendo 36 sessões, para esta análise foram consideradas médias ao final de cada ciclo de treinamento separados por sexo.

Tabela 2. Intensidades de trabalho, valores médios ($\pm$ desvio padrão) relativos às semanas finais de cada ciclo de treinamento

Variáveis	Masculino			Feminino		
	4ª sem	8ª sem	12ª sem	4ª sem	8ª sem	12ª sem
FCT	167,6 $\pm$ 11,2	163,9 $\pm$ 9,7	164 $\pm$ 9,1	170,16 $\pm$ 7,7	166,03 $\pm$ 6,6	163,75 $\pm$ 9,2
%FCmax.	94,9 $\pm$ 8,2	92,6 $\pm$ 9,7	93,0 $\pm$ 4,5	99,5 $\pm$ 5,8	99,3 $\pm$ 4,8	97,6 $\pm$ 2,6
%FCres	83,4 $\pm$ 13,0	79,6 $\pm$ 10,3	79,7 $\pm$ 9,3	86,77 $\pm$ 10,0	82,64 $\pm$ 6,9	80,36 $\pm$ 10,7
PSE	5,7 $\pm$ 0,9	6,4 $\pm$ 1,8	7,4 $\pm$ 0,6	5,69 $\pm$ 0,9	6,0 $\pm$ 2,1	7,4 $\pm$ 0,7

Nota: FCT: Frequência cardíaca de treinamento; %FCmax: % da Frequência cardíaca máxima; %FCres: % da Frequência cardíaca de reserva; PSE: Percepção subjetiva de esforço

Fonte: Autores

Os resultados das análises dos dados pré e pós intervenção, das variáveis antropométricas e composição corporal, são apresentados na Tabela 3. Após o período de treinamento foi observada aumento da MC, da estatura, da circunferência da cintura e da massa livre de gordura. Verificou-se redução do IMCz, sem alterações para as demais variáveis.

Tabela 3. Dados antropométricos e da composição corporal antes e após 12 semanas de treinamento (média $\pm$ desvio padrão)

	Pré	Pós	p
Massa Corporal (kg)	85,08± 20,80	87,41± 21,37*	< 0,01
Estatura (cm)	164,61± 8,85	167,81± 8,80*	< 0,01
IMC (kg/m ²)	31,25± 6,35	30,87± 6,17	0,24
IMCz	2,75± 0,95	2,62± 0,95*	< 0,01
CC (cm)	107,27± 14,10	109,48± 14,95*	< 0,01
RCEst (cm)	0,65± 0,08	0,65± 0,08	0,94
MLG (kg)	52,99± 10,54	55,17± 12,45*	0,04
% de Gordura	36,98± 5,19	36,37± 6,80	0,61

Nota: IMC: Índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCE: Razão cintura/estatura; MLG: Massa livre de gordura. * efeito tempo p<0,05

As variáveis relacionadas à aptidão física nos momentos pré e pós programa do HIITAQ estão apresentadas na Tabela 4. Houve aumento da taxa metabólica basal e do VO₂ pico após o programa de treinamento (p<0,05). As demais variáveis não se modificaram (p>0,05).

Tabela 4. Variáveis da aptidão física e taxa metabólica basal antes e após 12 semanas de treinamento (média ± desvio padrão)

	Pré	Pós	p
VO ₂ pico (ml.kg.min ⁻¹)	32,2 ±5,24	33,90± 4,93*	0,03
PMD (kgf)	24,33± 5,26	24,83± 5,00	0,31
PME (kgf)	23,94± 6,23	24± 5,05	0,94
TMB (kcal/dia)	1644,22± 341,16	1765,94± 356,87*	< 0,01

Nota: VO₂ pico: pico do consumo de oxigênio; PMD: força de prensão manual direito; PME: força de prensão manual esquerdo; TMB: Taxa metabólica basal

Fonte: Autores

Os resultados mostraram redução do colesterol total e no LDL colesterol após as 12 semanas de treinamento (p<0,05). As demais variáveis não diferiram após o programa de exercícios (Tabela 5).

Tabela 5. Variáveis metabólicas e do perfil lipídico antes e após 12 semanas de treinamento (média $\pm$ desvio padrão)

	Pré	Pós	p
Glicose (mg/dl)	89,48 $\pm$ 7,09	91,03 $\pm$ 7,35	0,53
Insulina (mg/dl)	21,86 $\pm$ 9,32	20,52 $\pm$ 9,83	0,60
CT (mg/dl)	175,08 $\pm$ 25,95	163,97 $\pm$ 22,71*	0,01
HDL-C (mg/dl)	40,88 $\pm$ 6,45	41,98 $\pm$ 5,55	0,43
LDL-C (mg/dl)	107,46 $\pm$ 21,79	97,29 $\pm$ 23,80*	<0,001

Nota: CT: colesterol total; * efeito tempo $p < 0,05$

Fonte: Autores

Discussão

O presente estudo é o primeiro a propor e aplicar um programa de treinamento intervalado de alta intensidade no ambiente aquático para adolescentes obesos e verificar a sua efetividade quanto aos parâmetros antropométricos da aptidão física e cardiometabólicos.

A intensidade proposta foi de (80 – 95%) da frequência cardíaca máxima baseado em estudo anterior desenvolvido para esta população em ambiente terrestre (70 a 95%) da frequência cardíaca máxima³⁵ e em outro estudo realizado no ambiente aquático, porém em adultos, com intensidade proposta de 80 a 95% frequência cardíaca máxima³⁶. A intensidade proposta no programa HIITAQ foi alcançada e variou entre 92% a 94% da FC máxima no masculino e 97% a 99% no feminino. Em relação à FC de reserva ficou entre 79% e 83% no masculino e 80% a 86% no feminino. No entanto, para a percepção subjetiva de esforço os valores apresentados foram menores que os valores esperados, considerando a proposta de treinamento que deveria ser de 8 pontos na escala OMNI.

Os resultados evidenciaram que o programa de exercícios foi efetivo na redução do IMC escore-z ($p < 0,01$) a diminuição desta medida pode representar possível diminuição na classificação do grau de obesidade²¹ o que indica melhora no parâmetro metabólico quando a redução é igual ou maior que 0,5 IMC escore-z⁴. Houve aumento da estatura ($p < 0,01$) e da massa corporal magra ($p < 0,048$) fato que pode justificar o aumento da massa corporal total.

O percentual de gordura não modificou e este resultado corroborou com achados de outros estudos Dias et al³⁷. A razão cintura estatura tem sido um marcador de risco cardiometabólico²⁴, porém não apresentou alteração. A densidade da água atua como um fator de incremento da resistência ao movimento, o que pode gerar aumento do gasto energético³⁸. No entanto, a flutuação ao mesmo tempo que é um fator de proteção para as articulações de tornozelos e joelhos parece resultar em menor gasto energético total, comparado com exercícios com sustentação total do peso corporal³⁹. Principalmente quando grande parte do corpo está imerso, como no presente estudo, no qual os participantes estavam com o nível da água entre o processo xifoide e linha dos ombros. Desta forma, a redução do peso aparente, pode ter resultado em menor dispêndio energético total o que pode explicar parcialmente a ausência de modificações na relação cintura/estatura e no percentual de gordura.

O HIIT tem recebido a atenção como um método de treinamento com aproveitamento de tempo eficiente e eficaz para melhorar a aptidão física, com aumento da capacidade cardiorrespiratória inclusive dos participantes com obesidade^{8,9}. De fato, no presente estudo, foi verificado aumento no VO_2 pico, tal achado é bastante relevante, pois a melhora da aptidão aeróbia com um programa de exercícios de curta duração favorece pessoas com obesidade. Normalmente, esse grupo apresenta baixa aptidão cardiorrespiratória e desta forma, nem sempre consegue se engajar em programas tradicionais de longa duração, ainda que a intensidade seja moderada. Destaca-se ainda que a melhora da aptidão aeróbia está relacionada à proteção cardiovascular e prevenção do desenvolvimento de doenças metabólicas¹⁰.

Adicionalmente, verificou-se aumento na taxa metabólica basal ($p < 0,01$) o que pode vir a ser uma resposta do exercício às adaptações músculo esquelética que aumentam a oxidação da gordura e a utilização de oxigênio^{8,9,11}. No entanto, não se verificou aumento da força muscular, avaliada por meio da preensão manual, neste caso provavelmente devido a especificidade do treinamento que enfatizou grupos musculares de membros inferiores.

Está bem estabelecido que os marcadores sanguíneos glicose, colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL são indicadores metabólicos de risco¹⁰. Por outro lado, o exercício físico regular tem sido recomendado para a redução desses fatores de risco.

No presente estudo, os resultados mostram que o HDL a glicose e insulina não se alteraram. Porém houve redução no colesterol total e no LDL-c indicando uma resposta positiva do programa proposto nas modificações do perfil lipídico em adolescentes com obesidade. A obesidade está associada às alterações nas concentrações de CT e LDL-c que são determinantes nas complicações cardiovasculares observadas em adolescentes com obesidade e que podem persistir na vida adulta⁴⁰. Portanto a redução observada nessas variáveis neste estudo, indicam a efetividade do programa e a sua importância para a saúde.

Dessa forma, a proposta apresentada é inovadora como metodologia de treinamento de alta intensidade para adolescentes obesos no ambiente aquático. O programa se mostrou viável, visto que as intensidades propostas foram alcançadas, mesmo em um grupo de participantes com baixa aptidão física.

Uma das limitações desse estudo é a ausência de um grupo controle. No entanto, tendo em vista que os participantes foram classificados como púberes (estágio final) ou pós-púberes os efeitos do processo de crescimento, desenvolvimento e maturação podem ter sido menos evidentes. Desta forma, as modificações morfológicas e fisiológicas observadas podem ser em grande parte atribuídas ao treinamento físico proposto. Sugere-se futuros estudos que comparem a efetividade do treinamento aquático de alta intensidade com programas de exercícios aeróbicos de moderada intensidade no meio aquático, os quais são tradicionalmente recomendados para redução e controle de peso corporal.

Conclusões

Em conclusão, o programa de exercícios físicos, utilizando o método de treinamento intervalado de alta intensidade no ambiente aquático durante 12 semanas, foi efetivo para a redução do risco cardiometabólico e melhora da aptidão física na população com obesidade. Destaca-se a redução do IMCz, do LDL-c e colesterol total, além do aumento da massa livre de gordura, da taxa metabólica basal e da aptidão cardiorrespiratória. Sendo assim o HIITAQ atende a metodologia do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e pode ser considerado uma alternativa como parte da terapêutica não medicamentosa para o tratamento da obesidade em adolescentes

Referências

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384(9945):766–81. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)60460-8)
2. Lavie CJ, De Schutter A, Parto P, Jahangir E, Kokkinos P, Ortega FB, et al. Obesity and Prevalence of cardiovascular diseases and prognosis—The Obesity Paradox Updated. *Prog Cardiovasc Dis* 2016;58(5):537–47. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2016.01.008>
3. 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;(1):1–10. Doi: <https://dx.doi.org/10.1155/2013/783103>

4. Lopes M FA, Bento PCB, Lazzaroto L, Rodacki AF, Leite N. Efeitos da caminhada aquática sobre aspectos antropométricos e metabólicos em jovens obesos. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 2015;17(2):145. Doi: <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n2p145>
5. ACSM's. Guidelines for exercise testing and prescription. In: Wolters Kluwer Health, editor. American College of Sports Medicine. 10.ed. Philadelphia. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins: 2018; p.501.
6. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *Med Sci Sport Exerc* 2009;41(2):459–471. Doi: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181949333>
7. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA* 2018;20;320(19):2020. Doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
8. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;48(16):1227–1234. Doi: <http://dx.doi.org/10.1136/>
9. Boutcher SH. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *J Obes* 2011;1–10. Doi: <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
10. Racil G, Coquart J, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, et al. Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biol Sport* 2016;33(2):145–52. Doi: <https://dx.doi.org/10.560/20831862.1198633>
11. Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 2006;575(3):901–11. Doi: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2006.112094>
12. Kim N, Browning RC, Lerner ZF. The effects of pediatric obesity on patellofemoral joint contact force during walking. *Gait Posture* 2019;73:209–14. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.307>
13. Maciarczyk-Paprocka K, Stawińska-Witoszyńska B, Kotwicki T, Sowińska A, Krzyżaniak A, Walkowiak J, et al. Prevalence of incorrect body posture in children and adolescents with overweight and obesity. *Eur J Pediatr* 2017;176(5):563–72. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2873-4>
14. Vijayaraj V, Shaju MKF. Effectiveness of aqua-aerobic exercises on cardio vascular fitness and weight loss among obese college students. *Int J Phys Educ Sport Heal* 2019;6(3):111–6. Doi: <https://doi.org/10.15621/ijphy/2017/v4i5/159422>
15. Alberton C, Tartaruga M, Pinto S, Cadore E, Antunes A, Finatto P, et al. Vertical ground reaction force during water exercises performed at different intensities. *Int J Sports Med* 2013;34(10):881–887. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0032-1331757>
16. Prampero PE. The energy cost of human locomotion on Land and in Water. *IntJ Sport Med* 1986;7:55–72. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025736>
17. Wiesner S, Birkenfeld AL, Engeli S, Haufe S, Brechtel L, Wein J, et al. Neurohumoral and Metabolic Response to Exercise in Water. *Horm Metab Res* 2010;42(05):334–9. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248250>
18. Karner-Rezek K, Knechtle B, Fenzl M, Gredig J, Rosemann T. Does continuous endurance exercise in water elicit a higher release of ANP and BNP and a higher plasma concentration of FFAs in pre-obese and obese men than high intensity intermittent endurance exercise? – Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2013;14(1):328. Doi: <https://doi.org/10.1186/1745-6215-14-328>
19. Abadi FH, Elumalai G, Sankaraval M, Ramli FABM. Effects of Aqua-aerobic exercise on the cardiovascular fitness and weight loss among obese students. *Int J Physiother* 2017 4(5):278-83. Doi: <https://doi.org/10.15621/ijphy/2017/v4i5/159422>
20. Schaun GZ, Pinto SS, Praia ABC, Alberton CL. Energy expenditure and EPOC between water-based high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training sessions in healthy women. *J Sports Sci* 2018;36(18):2053–60. Doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1435967>
21. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Or* 2007;85(09):660–7. Doi: <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>
22. Fernández JR, Bohan Brown M, López-Alarcón M, Dawson JA, Guo F, Redden DT, et al. Changes in pediatric waist circumference percentiles despite reported pediatric weight stabilization in the United States. *Pediatr Obes* 2017;12(5):347–55. Doi: <http://doi.wiley.com/10.1111/ijpo.12150>
23. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *Am J Clin Nutr* 2000;72(2):490–5. Doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.490>

24. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message – ‘keep your waist circumference to less than half your height.’ *Int J Obes* 2006;30(6):988–92. Doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803226>
25. Morris NM, Udry JR. Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescent development. *J Youth Adolesc* 1980;9(3):271–80. Doi: <https://doi.org/10.1007/bf02088471>
26. Tanner JM. Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endocrinol Metab* 1986;15(3):411–51. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0300-595x\(86\)80005-6](https://doi.org/10.1016/s0300-595x(86)80005-6)
27. Katon JG, Flores YN, Salmerón J. Sexual maturation and metabolic profile among adolescents and children of the Health Worker Cohort Study in Mexico. *Salud Publica Mex* 2009;51(3):219–26. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0036-36342009000300012>
28. Oliveira S, Oliveira SL, Menezes RK, Miranda LG, Pedrosa HC, Prestes J. Análise da força de preensão manual e risco cardiovascular de adolescentes com diabetes melitos Tipo 1. *Rev Bras Ciência e Mov* 2016;24(2):5–14. Doi: <http://dx.doi.org/10.18511/rbcm.v24i2.5876>
29. Sheehan JM, Rowland TW, Burke EJ. A comparison of four treadmill protocols for determination of maximum oxygen uptake in 10- to 12-year-old boys. *Int J Sports Med* 1987;8(1):31–4. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025636>
30. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001;37(1):153–6. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)
31. McGuigan MR, Dayel AA, Tod D, Foster C, Newton RU, Pettigrew S. Use of session rating of perceived exertion for monitoring resistance exercise in children Who Are Overweight or Obese. *Pediatr Exerc Sci* 2008;20(3):333–41. Doi: <https://doi.org/10.1123/pes.20.3.333>
32. Bento PCB, Lopes MDFA, Leite N. Resposta da frequência cardíaca em repouso e durante teste incremental máximo, realizado em meio terrestre ou aquático. *Rev Educ Fís* 2009;20(4):597–605. Doi: [10.4025/reveducfis.v20i4.6335](https://doi.org/10.4025/reveducfis.v20i4.6335)
33. Alberton CL, Pinto SS, Gorski T, Antunes AH, Finatto P, Cadore EL, et al. Rating of perceived exertion in maximal incremental tests during head-out water-based aerobic exercises. *J Sports Sci* 2016;34(18):1691–8. Doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1134804>
34. Dias KA, Coombes JS, Green DJ, Gomersall SR, Keating SE, Tjonna AE, et al. Effects of exercise intensity and nutrition advice on myocardial function in obese children and adolescents: a multicentre randomised controlled trial study protocol. *BMJ Open* 2016;6(4):e010929. Doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-010929>
35. Tjønna AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Ødegård R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci* 2009;116(4):317–26. Doi: <https://doi.org/10.1042/cs20080249>
36. Rebold MJ, Mallory S, Kobak A, Otterstetter R. The Influence of a Tabata Interval training program using an aquatic underwater treadmill on various performance variables. *J Strength Cond Res* 2013;27(12):3419–25. Doi: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182908a09>
37. Dias KA, Ingul CB, Tjønna AE, Keating SE, Gomersall SR, Follstad T, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sport Med* 2018;48(3):733–46. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0777-0>
38. Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R* 2009;1(9):859–72. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>
39. Gleim GW, Nicholas JA. Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures. *Am J Sports Med* 1989;17(2):248–52. Doi: <https://doi.org/10.1177/036354658901700216>
40. Srinivasan SR, Frontini MG, Xu J, Berenson GS. Utility of childhood non-high-density lipoprotein cholesterol levels in predicting adult dyslipidemia and other cardiovascular risks: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2006;118(1):201–6. Doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2005-1856>

Orcid dos autores:Maria de Fátima Aguiar Lopes: <https://orcid.org/0000-0001-7320-4264>Paulo Cesar Barauce Bento <https://orcid.org/0000-0001-6403-2341>Neiva Leite <https://orcid.org/0000-0002-4752-6697>

Recebido em 06/12/19.

Revisado em 28/05/20.

Aceito em 28/07/20.

Endereço para correspondência: Maria de Fátima Aguiar Lopes. Av. República Argentina, 5535. Novo Mundo, Curitiba, PR, CEP 81050-001 fattimalopes@gmail.com