

EFEITO DO USO DA TÉCNICA IRRADIAÇÃO DE SANGUE INTRAVASCULAR COM LASER MODIFICADA SOBRE A FORÇA MUSCULAR E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS EM PESSOAS OBESAS COM COMORBIDADES: UM ESTUDO PILOTO ALEATÓRIO CONTROLADO

Rogério Paiva¹, Thiago dos Santos Rosa¹, Leandro Lima de Sousa¹, Carlos Ernesto Santos Ferreira¹, Jonato Prestes¹

Resumo: A prevalência da obesidade vem aumentando mundialmente e representa um grande desafio para a saúde pública mundial. Ademais, indivíduos obesos apresentam prevalência superior para o diagnóstico de doenças crônicas não transmissíveis como hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, câncer, distúrbios psicológicos (depressão), inflamação e doença renal crônica. Por isso, avaliar o uso de novas técnicas que apresentam resultados benéficos no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis é de fundamental importância para essa população. Trata-se de um estudo piloto de caráter experimental aleatório controlado e duplo-cego. Dez participantes foram recrutados para o presente estudo na condição de obesidade com índice de massa corporal de $40,11 \pm 7,24 \text{ kg/m}^2$, massa corporal de $106,26 \pm 21,90 \text{ kg}$, circunferência da cintura de $122,00 \pm 14,46 \text{ cm}$, sedentários (as), idade entre 30 e 50 anos. Os participantes do projeto foram divididos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro foi o grupo controle (placebo + exercício físico, 4 mulheres e 1 homem), o segundo (4 mulheres e 1 homem) recebeu a terapia irradiação de sangue intravascular com laser modificado padrão (ILIB) e fizeram exercícios físicos. Participantes do grupo ILIB realizaram 15 sessões de laserterapia de 20 minutos e 15 minutos de exercícios físicos sendo: 5 minutos de caminhada, 5 minutos de exercícios para membros superiores (MMSS) e 5 minutos para membros inferiores (MMII). A força de preensão manual e parâmetros bioquímicos foram avaliados na primeira semana antes da intervenção e quatro semanas após a intervenção. Após a intervenção, nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos foi verificada para todas as variáveis analisadas ($p \geq 0,05$). Com isso, independentemente da aplicação ou não aplicação da ILIB utilizando as especificações no presente estudo previamente a prática de treinamento resistido (TR), resultados similares sobre a força muscular e parâmetros bioquímicos em pessoas obesas com comorbidades foram verificados.

Palavras-chave: manejo da obesidade; pessoa de meia-idade; terapia com luz de baixa intensidade.

Afiliação

¹Departamento de Educação Física, Universidade Católica de Brasília, DF, Brasil.

EFFECT OF USING THE MODIFIED TECHNIQUE INTRAVASCULAR BLOOD IRRADIATION WITH LASER ON MUSCLE STRENGTH AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN OBESE PEOPLE WITH COMORBIDITIES: A RANDOMIZED CONTROLLED PILOT STUDY

Abstract: The prevalence of obesity is increasing worldwide and represents a significant challenge for global public health. Furthermore, obese individuals have a higher prevalence for the diagnosis of non-communicable chronic diseases such as hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, cancer, psychological disorders (depression), inflammation and chronic kidney disease. Therefore, evaluating the use of new techniques that present beneficial results in the treatment of non-communicable chronic diseases is of fundamental importance for this population. This is a pilot study of a randomized controlled and double-blind experimental nature. Ten participants were recruited for the present study in the obesity condition with body mass index of 40.11 ± 7.24 kg/m², body weight of 106.26 ± 21.90 kg, waist circumference of 122.00 ± 14.46 cm, sedentary, aged between 30 and 50 years. Project participants were randomly divided into two groups. The first was the control group (placebo + physical exercise, 4 women and 1 man), the second (4 women and 1 man) received standard modified laser intravascular blood irradiation (ILIB) therapy and performed physical exercises. Participants in the ILIB group underwent 15 laser therapy sessions of 20 minutes and 15 minutes of physical exercise, including: 5 minutes of walking, 5 minutes of exercises for the upper limbs (UL) and 5 minutes for the lower limbs (LL). Handgrip strength and biochemical parameters were assessed in the first week before the intervention and four weeks after the intervention. After the intervention, no statistically significant difference between the groups was found for all variables analyzed ($p \geq 0.05$). Therefore, regardless of the application or non-application of ILIB using the specifications in the present study prior to the practice of resistance training (RT), similar results on muscle strength and biochemical parameters in obese people with comorbidities were verified.

Keywords: obesity management; middle aged; low level light therapy.

Introdução

A obesidade ainda representa um grande desafio para a saúde pública mundial^{1, 2}, pois a prevalência de doenças crônicas não transmissíveis como hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, câncer, desordens psicológicas (depressão), inflamação e doença renal crônica (DRC) é superior em indivíduos obesos^{1, 3-5}. Para 2030, o número de indivíduos obesos mundialmente está estimado em 573 milhões², sendo que o percentual de indivíduos adultos no Brasil com índice de massa corporal (IMC) maior ou igual a 30 kg/m² está em 22% e 22,6% para homens e mulheres, respectivamente no ano de 2021⁶. Ademais, no ano de 2023, os valores aumentaram para 23,8%, e 24,8% para homens e mulheres, respectivamente⁷.

A fisiopatologia da obesidade é complexa e incluem fatores genéticos (epigenéticos) e fatores ambientais associados com o estilo de vida¹. No entanto, ainda é um fator de risco que pode ser prevenido ou tratado. Considerando o tratamento farmacológico, a *semaglutida* resulta em contínua perda de peso em adultos sobrepesados e obesos⁵. Além disso, a prática do exercício físico constitui como uma opção indispensável no tratamento da obesidade⁸, mas ao prescrever, deve-se salientar que obesos possuem um aumento superior para lesões musculoesqueléticas, pois apresentam baixos níveis de massa muscular, compressão das articulações, modificações da marcha e biomecânica que culminam na degeneração da articulação, dor e declínio da capacidade funcional⁹.

Por isso, ao prescrever um programa de exercício físico, atenção especial deve-se apresentar para evitar lesões e declínio na participação ou aderência. Portanto, avaliar o uso de novas técnicas que apresentam resultados benéficos no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis é de fundamental importância para essa população.

A aptidão física força muscular, por exemplo, representa um fator de risco independente para mortalidade por problemas cardiovasculares e doenças cardiovasculares¹⁰ e tem sido usada para estratificar riscos metabólicos e cardiovasculares em indivíduos com comorbidades e aparentemente saudáveis^{11, 12}. Logo, seu aumento pela prática contínua de treinamento resistido (TR) torna-se fundamental. Aliás, o TR quando combinado com outras modalidades (especialmente o treinamento aeróbio), apresenta benefícios sobre os aspectos inflamatórios, resistência à insulina e sensibilidade e melhoria da composição corporal¹³.

Ademais, a terapia de irradiação de sangue intravascular com laser (ILIB), tem apresentado resultados positivos na modulação da inflamação com declínio de citocinas inflamatórias em pacientes com diagnóstico de diabetes mellitus e doença cardiovascular¹⁴. Em pacientes obesos, após a cirurgia bariátrica, foi capaz de controlar o processo inflamatório,

seroma, dor e melhoria da cicatrização quando comparado com o grupo controle¹⁵. Outrossim, quando aplicado previamente ao teste progressivo de corrida em atletas, é capaz de melhorar a inflamação e diminuir o estresse oxidativo¹⁶. Em outros estudos quando aplicado previamente a prática do exercício físico foi capaz de diminuir os níveis de dano muscular como creatina kinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH)^{17, 18}. No entanto, sua aplicabilidade em pessoas obesas com comorbidades previamente a prática do treinamento resistido (TR) ainda é escasso.

Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do uso da técnica ILIB modificada juntamente com a prática de TR sobre a força muscular e parâmetros bioquímicos em pessoas obesos com comorbidades. A hipótese do estudo é que os participantes submetidos ao grupo da técnica ILIB modificada mais a prática de TR apresentará melhoria da força muscular e parâmetros bioquímicos quando comparados com o grupo controle.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo piloto de caráter experimental aleatório controlado e duplo-cego. Os participantes foram recrutados voluntariamente a partir da comunidade local, clínicas e hospitais de Brasília, por meio da distribuição de panfletos feitos nas dependências das clínicas e hospitais. Após completarem os exames clínicos, foram selecionadas 10 participantes na condição de obesidade com índice de massa corporal (IMC) superior a 30kg/m², sedentários (as), idade entre 30 e 50 anos, dos sexos feminino e masculino aprovados previamente no teste cardiológico (ergoespiometria).

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão:

1. Participando em outro programa de pesquisa;
2. Estágio 5 de doença renal crônica (DRC);
3. Terapia de reposição hormonal;
4. Incapacidade de compreender as instruções devido à problema cognitivo;
5. Hipertensão não controlada (>160/100 mmHg para a pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente);
6. Relato de dores no peito;
7. Relato de tontura ou mal-estar;
8. Problema osteomioarticular ou alguma outra condição prévia que impossibilitasse a participação no programa de exercícios físicos ou reprovados nos testes de ergoespiometria.

Os participantes foram informados de todos os riscos e benefícios diretos e indiretos que poderiam ocorrer no decorrer durante a pesquisa e assinaram o termo de comprometimento livre

e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Católica de Brasília (CAAE: 74350523.6.0000.0029).

Desenho experimental do estudo

Os participantes do projeto foram divididos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro foi o grupo controle (placebo + exercício físico, 4 mulheres e 1 homem), o segundo (4 mulheres e 1 homem) recebeu a terapia irradiação de sangue intravascular com laser (ILIB) modificado padrão e fizeram exercícios físicos. A aplicação da ILIB previamente a prática do exercício físico foi baseado em estudos anteriores devido a melhoria da inflamação, estresse oxidativo e marcadores de dano muscular¹⁶⁻¹⁸. Todos os participantes realizaram 15 sessões de laserterapia de 20 minutos e 15 minutos de exercícios físicos sendo: 5 minutos de caminhada, 5 minutos de exercícios para membros superiores (MMSS) e 5 minutos para membros inferiores (MMII). As sessões ocorreram por 3 semanas consecutivas, 5 vezes por semana, com descanso aos finais de semana.

O protocolo de treino constituiu um total de 15 sessões, sendo as duas primeiras sessões destinadas a familiarização dos exercícios, a terceira sessão destinada aos testes de repetições máximas e as dez sessões restantes destinadas ao treinamento. Presando pela segurança dos participantes do estudo, a carga de 1RM foi estimada utilizando a fórmula de estudo anterior baseado em número igual ou inferior a 10 repetições máximas¹⁹.

As sessões de familiarização foram realizadas com pesos livres, caneleiras para a extensão de joelhos e halter para o desenvolvimento e o aeróbio foi realizada uma caminhada de 5 minutos realizados no Laboratório de Avaliação Física e Treinamento (LAFIT). A intensidade do treinamento aeróbio utilizou-se de uma intensidade leve (baseado no teste da fala ou *talk test*²⁰) onde os participantes eram capazes de falar e cantar durante a caminhada.

Os testes de repetições máximas e as 12 sessões de treinamento após a familiarização foram realizados no Laboratório de Estudos da Força (LABEF). Adotou-se uma intensidade com carga de 50% de 1 RM, 3 séries, correspondente a 20 repetições e intervalo de recuperação de 1 minuto. Para o exercício de extensão de joelhos foi utilizado uma cadeira extensora (Righetto, ft – 1030, Campinas, Brasil), o desenvolvimento foi realizado na máquina (Righetto, high on, Campinas, Brasil) e o aeróbio foi realizado em esteira rolante (Righetto, r-3500e, Campinas, Brasil).

Terapia irradiação de sangue intravascular com laser modificada

Para o presente estudo, foi utilizado o equipamento PWPHOTON – Unidade portátil de emissão laser para técnica ILIB modificada - Nova Ciência configurado com as seguintes

especificações:

1. Emissão laser tópico na artéria radial ou bifurcações;
2. O equipamento possui temporizador interno de 10 a 40 minutos para emissão contínua (ILIB modificado), além de emissão da frequência de 528Hz por 20 minutos;
3. Laser com 100mW x 650nm;

A terapia funciona por meio da emissão do laser em direção à pulseira localizada na região da artéria radial dos pacientes, propiciando ação direta do laser na corrente sanguínea. Deste modo, o laser atua de forma não invasiva, ao contrário da terapia ILIB intravenosa convencional. Com isso, o seguinte protocolo foi adotado:

1. Potência: 100mW x 650nm;
2. Tempo de duração: 20 minutos;
3. Posicionamento: radial;
4. Frequência: 5x por semana;

Antropometria e composição corporal

A estatura foi mensurada por um estadiômetro de parede (Sanny, São Paulo, Brasil), com capacidade de 2200 mm e divisão de 1 mm. A circunferência foi mensurada com uma fita métrica (Sanny, Brasil), e durante a medição os participantes permaneceram de pé, na posição ereta, com a cabeça posicionada no plano horizontal de Frankfurt (21). Para a mensuração da massa corporal, os participantes posicionaram-se no centro da balança e distribuíram o peso entre os dois pés utilizando-se uma balança digital (Welmy-W110H, São Paulo, Brasil)²¹. Para o cálculo do índice de massa corporal (IMC) ou índice de *Quetelet*, a razão entre a massa corporal (kg) pela estatura ao quadrado (m²) foi realizada²².

Força de preensão manual e índice de qualidade muscular

A força de preensão manual foi obtida com dinamômetro manual eletrônico (Fitmetria, 0 - 90 kg, Brasil). Os participantes permaneceram em pé com os dois braços estendidos e antebraço em rotação neutra. O período de recuperação entre as medidas foi um minuto e o teste consistiu em três tentativas em ambas as mãos. A melhor marca das três tentativas foi usada para a análise estatística²³. A força muscular relativa ou índice de qualidade muscular (IQM) foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\text{Força relativa} = \text{Força absoluta (kg)} / \text{IMC}^{24-27}.$$

A validade e reprodutibilidade do IQM já foi reportada em estudos anteriores²⁴⁻²⁹.

Análises sanguíneas

As coletas sanguíneas foram realizadas pelo Laboratório Sabin^{LTDA}, que atuou apenas como um prestador de serviço sendo a coleta feita de forma domiciliar para o maior conforto e comodidade dos participantes seguindo todos os requisitos de minimização de riscos utilizados como protocolo de coleta da empresa. Os métodos utilizados para as variáveis dependentes sanguíneas foram: glicose (hexoquinase), insulina basal (quimioluminescência), hemoglobina glicada (imunoensaio de inibição turbidimétrica), colesterol total e frações (esterase/oxidase, oxidase/peroxidase, enzimático colorimétrico, eliminação/catalase), ureia (eliminação/catalase), creatinina (enzimático), TGO (IFCC sem piridoxal fosfato), TGP (IFCC sem piridoxal fosfato), GGT (IFCC modificado), MALÔNICO DIALDEÍDO (colorimétrico). Todos os exames foram realizados em núcleo técnico acreditado pelo Colégio Americano de Patologia.

Análise estatística

Considerando a característica de um estudo piloto, o cálculo do poder amostral foi realizado para a variável dependente força de preensão manual, pois representa um fator de risco independente para mortalidade cardiovascular e doença cardiovascular¹⁰. A opção *a priori* (*compute required sample size*) referente ao *t tests – Means: Wilcoxon-MannWhitney test (two groups)* foi utilizada. Considerando *tail(s): two; parent distribution: normal; effect size d: 0.52; α error probability: 0.05; power (1- β error probability): 0.80; allocation ratio $N2/N1 = 1$* . Para se alcançar um poder de 0.80, seria necessários 61 participantes em cada grupo. No entanto, como se trata de um estudo piloto, o objetivo é dar continuidade do presente estudo no doutorado.

Ademais, considerando o baixo número de participantes em cada grupo e que os testes paramétricos são suscetíveis a erros se a variável apresenta valores discrepantes ou não apresentam distribuição normal³⁰⁻³². O teste não paramétrico *Mann-Whitney U* foi utilizado para comparação entre os grupos. Ademais, para minimizar o erro do tipo II nas comparações como utilizado em estudos anteriores, diferenças entre os deltas (Δ) da média, calculado pela subtração do valor final (semana 4) pelo valor inicial (semana 1) foi aplicado^{33, 34}. Os valores são apresentados pela mediana e amplitude. Para a análise estatística, os softwares *SPSS* e *G*Power* 3.1.6 foram utilizados. Um valor alpha de $p \leq 0,05$ foi considerado como uma diferença significativa para todas as comparações.

Resultados

As características basais entre os grupos são apresentadas na Tabela 1. Para todas as variáveis nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos foi verificada.

Ademais, os participantes do presente estudo apresentavam as seguintes comorbidades: pré-diabetes mellitus, diabetes mellitus, hipertensão arterial, hipotireoidismo, dislipidemia, fibromialgia e osteoartrose.

Tabela 1. Características basais apresentadas pela mediana e amplitude.

Grupos		Semana 1	Semana 4	Delta	P
Laser (n = 5)	Idade, anos	57 (19)	-	-	-
Controle (n = 5)		58 (20)	-	-	-
Laser (n = 5)	Massa corporal, kg	110,40 (56,1)	107,10 (58,30)	-0,70 (3,90)	0,841
Controle (n = 5)		91,70 (33,0)	89,10 (35,10)	-0,20 (5,40)	
Laser (n = 5)	IMC, kg/m ²	39,90 (23,0)	38,70 (23,50)	-0,20 (1,30)	0,841
Controle (n = 5)		38,90 (17,0)	38,00 (17,80)	-0,10 (2,00)	
Laser (n = 5)	Circunferência da cintura, cm	118,00 (43,0)	114,00 (38)	-3,00 (8,00)	0,310
Controle (n = 5)		116,00 (26,0)	114,00 (26,00)	-2,00 (1,00)	
Laser (n = 5)	Força de preensão manual, kg	29,80 (18,30)	31,70 (17,10)	0,50 (3,80)	0,222
Controle (n = 5)		26,80 (6,1)	26,70 (10,50)	-0,50 (5,40)	
Laser (n = 5)	IQM, kg/IMC	0,71 (0,50)	0,73 (0,44)	0,008 (0,06)	0,151
Controle (n = 5)		0,72 (0,39)	0,75 (0,50)	-0,02 (0,14)	

Legenda: IMC = índice de massa corporal; IQM = índice de qualidade muscular; kg = quilogramas; kg/m² = índice de *Quetelet* ou razão quilogramas por estatura ao quadrado.

As características bioquímicas entre os grupos são apresentadas na Tabela 2. Para todas as variáveis nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos foi verificada.

Tabela 2. Características bioquímicas apresentadas pela mediana e amplitude.

Grupos		Semana 1	Semana 4	Delta	P
Laser (n = 5)	Glicose, mg/dL	87,00 (19)	88,00 (16)	11,50 (20,70)	0,548
Controle (n = 5)		93,00 (187)	120,00 (74,00)	10,00 (146,00)	
Laser (n = 5)	Insulina basal, μ UI/mL	11,50 (20,70)	25,90 (34,1)	3,60 (40,20)	0,222
Controle (n = 5)		11,20 (42,80)	13,20 (35,60)	1,80 (15,80)	
Laser (n = 5)	HOMA-IR, UA	2,20 (5,00)	5,60 (8,10)	1,00 (9,50)	0,310
Controle (n = 5)		2,00 (29,50)	3,80 (13,30)	0,40 (17,60)	
Laser (n = 5)	HOMA-BETA, UA	260,10 (240,80)	244,30 (353,80)	-21,80 (417,80)	0,690
Controle (n = 5)		87,70 (389,00)	134,80 (433,90)	9,60 (250,70)	
Laser (n = 5)	Hemoglobina glicada, %	5,40 (0,60)	5,50 (0,80)	0,10 (0,30)	0,421
Controle (n = 5)		6,40 (2,30)	6,40 (2,30)	0,00 (0,20)	
Laser (n = 5)	Colesterol total, mg/dL	168,50 (52)	144,00 (67)	-11,00 (148)	0,151
Controle (n = 5)		154,00 (155)	133,00 (89)	-19,00 (71)	
Laser (n = 5)	Triglicerídeos, mg/dL	104,00 (41)	107,00 (81)	14,00 (52)	0,056
Controle (n = 5)		129 (90)	109,00 (85)	-25,00 (106)	
Laser (n = 5)	Colesterol HDL, mg/dL	45,50 (22,00)	46,00 (23,00)	-1,00 (60,00)	0,841
Controle (n = 5)		45,00 (9,00)	44,00 (18,00)	0,00 (11,00)	
Laser (n = 5)	Colesterol LDL, mg/dL	111,50 (54)	95,00 (50)	-4,00 (74,00)	0,151
Controle (n = 5)		80,00 (1,38)	74,00 (83,00)	-10,00 (59,00)	
Laser (n = 5)	Ureia, mg/dL	31,00 (10,00)	35,00 (5,00)	6,00 (10,00)	1,00
Controle (n = 5)		32,00 (19,00)	32,00 (19,00)	2,00 (18,00)	
Laser (n = 5)	Creatinina, mg/dL	0,75 (0,46)	0,79 (0,43)	0,060 (0,10)	0,056
Controle (n = 5)		0,70 (0,49)	0,67 (0,53)	0,04 (0,09)	
Laser (n = 5)	eTGF, ml/min/1.73m ²	90,00 (33,00)	90,00 (36,00)	0,00 (3,00)	0,841
Controle (n = 5)		90,00 (10,00)	90,00 (15,00)	0,00 (5,00)	
Laser (n = 5)	TGO, U/L	23,00 (27,00)	19,00 (9,00)	-1,00 (26,00)	0,222
Controle (n = 5)		23,00 (107,00)	26,00 (35,00)	3,00 (75,00)	
Laser (n = 5)	TGP, U/L	21,00 (20,00)	21,00 (27,00)	0,00 (22,00)	0,690
Controle (n = 5)		20,00 (201)	22,00 (72,00)	2,00 (130,00)	

Laser (n = 5)	GGT, U/L	27,00 (63,00)	23,00 (104,00)	-2,00 (51,00)	0,690
Controle (n = 5)		29,00 (50,00)	26,00 (39,00)	-3,00 (18,00)	
Laser (n = 5)	Bilirrubina total, mg/dL	0,52 (0,47)	0,46 (0,042)	-0,07 (0,24)	0,548
Controle (n = 5)		0,56 (0,62)	0,48 (0,57)	-0,07 (0,33)	
Laser (n = 5)	Bilirrubina direta, mg/dL	0,18 (0,16)	0,16 (0,15)	-0,03 (0,12)	0,222
Controle (n = 5)		0,18 (0,19)	0,15 (0,16)	0,02 (0,12)	
Laser (n = 5)	Bilirrubina indireta, mg/dL	0,36 (0,31)	0,30 (0,28)	-0,04 (0,12)	1,00
Controle (n = 5)		0,44 (0,43)	0,34 (0,41)	-0,07 (0,22)	
Laser (n = 5)	Malônico dialdeído, nmol/mL	2,80 (2,00)	3,70 (1,10)	1,10 (1,90)	0,690
Controle (n = 5)		3,30 (2,60)	3,30 (0,50)	0,00 (2,40)	

Legenda: HOMA-IR = modelo de avaliação da homeostase da resistência à insulina; HOMA-BETA = modelo de avaliação da homeostase da capacidade funcional das células betas pancreáticas; UA = unidades arbitrárias; TGO = transaminase oxalacética; TGP = transaminase pirúvica; GGT = gama glutamil transferase; HDL = lipoproteína de alta densidade; LDL = lipoproteína de baixa densidade. eTGF = estimativa de taxa de filtração glomerular; mg/dL = miligramas por decilitro; µUI/mL = micrograma por mililitro; nmol/mL = nanomol por mililitro.

Discussão

O presente estudo é o primeiro avaliar os efeitos da técnica ILIB modificada aplicada previamente a prática do TR em pessoas obesas com comorbidades. Os achados do presente estudo demonstraram nenhum efeito estatisticamente significativo sobre a força muscular e análises bioquímicas associadas a sensibilidade a insulina, estresse oxidativo e entre outros parâmetros avaliados.

A comparação do presente estudo com artigos anteriormente publicados torna-se desafiador. Pois, grande parte dos estudos ao aplicar a técnica ILIB utilizaram atletas, ou seja, indivíduos sem comorbidades, utilizaram de protocolo agudo como corrida progressiva de alta intensidade, aplicação nos membros inferiores e treinamento excêntrico para os flexores de cotovelo^{16-18, 35}.

Além disso, os parâmetros para a aplicação da ILIB dos equipamentos citados nos estudos anteriores são diferentes do equipamento utilizado no presente estudo¹⁶⁻¹⁸. No tecido humano, existe uma dose adequada que fica entre 650 nm a 1200 nm, onde a penetração efetiva da luz no tecido é maximizada, ou seja, o equipamento utilizado no presente estudo apresenta especificações inferiores ao que é utilizado em estudos com humanos e animais³⁶.

Outro importante fator que contribuiu para a falta de resultados com significância estatística no presente estudo, foi o baixo número de participantes em cada grupo, baixo poder apresentado com necessidade de 61 participantes em cada grupo e a presença do viés de seleção³⁷, já que os participantes do estudo apresentavam diferentes características como pré-diabetes mellitus, diabetes mellitus, hipertensão arterial, hipotireoidismo, dislipidemia, fibromialgia e osteoartrose no período inicial do estudo.

Apesar das limitações e a falta de resultados estatisticamente significativos encontrados,

não se deve subestimar o potencial efeito benéfico sobre a saúde e outros parâmetros não mensurados nesse estudo como a pressão arterial³⁸ e saúde mental³⁹ que a prática do exercício físico durante as seis semanas proporcionou aos participantes do presente estudo.

Conclusão

Após quatro semanas de intervenção, não foram verificadas diferenças entre os grupos. Com isso, independentemente da aplicação ou não aplicação da ILIB utilizando as especificações no presente estudo previamente a prática de TR, resultados similares sobre a força muscular e parâmetros bioquímicas em pessoas obesas com comorbidades foram verificados.

Agradecimentos

Agradecemos a revisão criteriosa do artigo científico e assessoria estatística realizada pelo professor Dr. Dahan C. Nascimento. Ademais, agradecemos o instituto Sabin e Sabin Medicina Diagnóstica na análise dos exames laboratoriais.

Referências

1. Stenvinkel P, Zoccali C, Ikizler TA. Obesity in CKD--what should nephrologists know? *J Am Soc Nephrol*. 2013;24(11):1727-36.
2. Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(9):1431-7.
3. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res*. 1998;6 Suppl 2:51S-209S.
4. Chintam K, Chang AR. Strategies to Treat Obesity in Patients With CKD. *Am J Kidney Dis*. 2021;77(3):427-39.
5. Rubino D, Abrahamsson N, Davies M, Hesse D, Greenway FL, Jensen C, et al. Effect of Continued Weekly Subcutaneous Semaglutide vs Placebo on Weight Loss Maintenance in Adults With Overweight or Obesity: The STEP 4 Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2021;325(14):1414-25.
6. VIGITEL. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2021. 2021;26.
7. VIGITEL. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de

risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2023. 2023.

8. Petridou A, Siopi A, Mougios V. Exercise in the management of obesity. *Metabolism*. 2019;92:163-9.

9. Vincent HK, Heywood K, Connelly J, Hurley RW. Obesity and weight loss in the treatment and prevention of osteoarthritis. *PM R*. 2012;4(5 Suppl):S59-67.

10. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Jr., Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*. 2015;386(9990):266-73.

11. Carbone S, Kirkman DL, Garten RS, Rodriguez-Miguel P, Artero EG, Lee DC, et al. Muscular Strength and Cardiovascular Disease: AN UPDATED STATE-OF-THE-ART NARRATIVE REVIEW. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2020;40(5):302-9.

12. Senechal M, McGavock JM, Church TS, Lee DC, Earnest CP, Sui X, et al. Cut points of muscle strength associated with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(8):1475-81.

13. Diniz TA, Antunes BM, Little JP, Lira FS, Rosa-Neto JC. Exercise Training Protocols to Improve Obesity, Glucose Homeostasis, and Subclinical Inflammation. *Methods Mol Biol*. 2022;2343:119-45.

14. Tome RFF, Silva DFB, Dos Santos CAO, de Vasconcelos Neves G, Rolim AKA, de Castro Gomes DQ. ILIB (intravascular laser irradiation of blood) as an adjuvant therapy in the treatment of patients with chronic systemic diseases-an integrative literature review. *Lasers Med Sci*. 2020;35(9):1899-907.

15. Ojea AR, Madi O, Neto RM, Lima SE, de Carvalho BT, Ojea MJ, et al. Beneficial Effects of Applying Low-Level Laser Therapy to Surgical Wounds After Bariatric Surgery. *Photomed Laser Surg*. 2016;34(11):580-4.

16. Tomazoni SS, Machado C, De Marchi T, Casalechi HL, Bjordal JM, de Carvalho PTC, et al. Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers-A Randomized Controlled Trial. *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019:6239058.

17. Aver Vanin A, De Marchi T, Tomazoni SS, Tairova O, Leao Casalechi H, de Tarso Camillo de Carvalho P, et al. Pre-Exercise Infrared Low-Level Laser Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans, What Is the Optimal

Dose? A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Photomed Laser Surg.* 2016;34(10):473-82.

18. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, de Godoi V, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(8):524-32.

19. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation & dance.* 1993;64(1):88-90.

20. Phillips EM, Kennedy MA. The exercise prescription: a tool to improve physical activity. *PM R.* 2012;4(11):818-25.

21. Norton K, Olds T, Australian Sports Commission. *Anthropometrica : a textbook of body measurement for sports and health courses.* Sydney, Australia: UNSW Press; 1996. xi, 413 p. p.

22. WHO. A healthy lifestyle - WHO recommendations 2010 [Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>].

23. Farias DL, Teixeira T, Tibana R, Balsamo S, Prestes JJM. A força de preensão manual é preditora do desempenho da força muscular de membros superiores e inferiores em mulheres sedentárias. 2012;8(2):624-9.

24. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M, Aubertin-Leheudre M. How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging.* 2012;16(1):67-77.

25. Straight C, Brady A, Schmidt M, Evans E. Comparison of laboratory-and field-based estimates of muscle quality for predicting physical function in older women. *J Aging Res Clin Pract.* 2013;2(3):276-9.

26. Choquette S, Bouchard DR, Doyon CY, Senechal M, Brochu M, Dionne IJ. Relative strength as a determinant of mobility in elders 67-84 years of age. a nuage study: nutrition as a determinant of successful aging. *J Nutr Health Aging.* 2010;14(3):190-5.

27. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(5):547-58.

28. Nascimento DDC, Prestes J, de Sousa Diniz J, Beal PR, Alves VP, Stone W, et al. Comparison of field- and laboratory-based estimates of muscle quality index between octogenarians and young older adults: an observational study. *J Exerc Rehabil.* 2020;16(5):458-

66.

29. Murai J, Nishizawa H, Otsuka A, Fukuda S, Tanaka Y, Nagao H, et al. Low muscle quality in Japanese type 2 diabetic patients with visceral fat accumulation. *Cardiovasc Diabetol*. 2018;17(1):112.

30. Weissgerber TL, Milic NM, Winham SJ, Garovic VD. Beyond bar and line graphs: time for a new data presentation paradigm. *PLoS Biol*. 2015;13(4):e1002128.

31. Weissgerber TL, Garovic VD, Milin-Lazovic JS, Winham SJ, Obradovic Z, Trzeciakowski JP, et al. Reinventing Biostatistics Education for Basic Scientists. *PLoS Biol*. 2016;14(4):e1002430.

32. Weissgerber TL, Garovic VD, Savic M, Winham SJ, Milic NM. From Static to Interactive: Transforming Data Visualization to Improve Transparency. *PLoS Biol*. 2016;14(6):e1002484.

33. Almeida FN, Cunha Nascimento DD, Moura RF, Peixoto DL, Moraes W, Schoenfeld BJ, et al. Training, Pharmacological Ergogenic Aids, Dehydration, and Nutrition Strategies during a Peak Week in Competitive Brazilian Bodybuilders: An Observational Cross-Sectional Study in a Non-World Anti-Doping Agency Competitive Environment. *Sports (Basel)*. 2023;12(1).

34. de Deus LA, Neves RVP, Correa HL, Reis AL, Honorato FS, Silva VL, et al. Improving the prognosis of renal patients: The effects of blood flow-restricted resistance training on redox balance and cardiac autonomic function. *Exp Physiol*. 2021;106(4):1099-109.

35. De Marchi T, Leal-Junior ECP, Lando KC, Cimadon F, Vanin AA, da Rosa DP, et al. Photobiomodulation therapy before futsal matches improves the staying time of athletes in the court and accelerates post-exercise recovery. *Lasers Med Sci*. 2019;34(1):139-48.

36. Huang YY, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy - an update. *Dose Response*. 2011;9(4):602-18.

37. Pereira MG. Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar. *Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar* 2012. p. x, 383-x, .

38. Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, Arnold O, Cooper NJ, Wiles JD, et al. Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2023;57(20):1317-26.

39. Bustamante EE, Santiago-Rodriguez ME, Ramer JD. Unlocking the Promise of Physical Activity for Mental Health Promotion. *JAMA Pediatr*. 2023;177(2):111-3.