



EFEITO CRÔNICO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO NA MASSA CORPORAL DE CAMUNDONGOS SWISS OBESOS

Maria Luísa Falcão de Freitas Nóbrega¹
Cybelle de Arruda Navarro Silva²

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença multifatorial, com fisiopatologia associada a uma inflamação sistêmica impulsionada pelo tecido adiposo, com interleucina (IL-6, IL-1, IL-8) e fator de necrose tumoral (TNF- α) gerando elevações de proteínas de fase aguda (proteína c-reativa - PCR) (PURDY; JOHANNA; SHATZEL, 2021). Esse aumento de peso corporal é um fator agravante para diversas comorbidades, além de desenvolver sérias alterações metabólicas e problemas graves de ordem respiratória e locomotora (OMS, 2022; SANTANA; PIRES; SCHUENGUE, 2018). É importante ressaltar que o processo do aumento do peso corporal, tem relação com o remodelamento do tecido adiposo através da expansão dos adipócitos por meio de hipertrofia, associado aos processos de inflamação sistêmica, morte dos adipócitos, hipóxia local, e aumento no influxo de ácidos graxos livres para corrente sanguínea (JAIS; BRUNING, 2017; KARCZEWSKI, 2018). Como tratamento não farmacológico, o exercício físico auxilia na redução de gordura e preservação da massa magra, quando realizados em ratos obesos por um período de 9 semanas (SORATO, 2018).

Diante do exposto, o presente estudo busca avaliar o efeito crônico de diferentes protocolos de treinamento físico na massa corporal de camundongos *swiss* obesos, estes submetido a quatro semanas de intervenção. Sabe-se também que a maioria dos estudos que buscam respostas sobre o efeito do exercício na obesidade, trazem intervenções de 5 à 16 semanas (AAGAARD *et al.*, 2001; MITCHELL *et al.*, 2012; GUEDES *et al.*, 2020), onde cabe a pergunta: será que quando realizamos exercícios por quatro semanas, estes irão apresentar mudança no comportamento da massa corporal dos animais?

¹ Graduanda do Curso de Educação Física – Unifacisa/PB, marialuisafalcao3@gmail.com

² Doutora em Ciências da Saúde - ANHANGUERA/SP, cybellenavarro@gmail.com;



METODOLOGIA

O estudo não probabilístico, experimental de controle paralelo, envolveu 48 animais, machos, com 25 dias de nascido, peso entre 10 - 15 gramas, temperatura ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), ciclo claro/escuro (12/12h), acesso livre à água e alimentação, e realizados no período entre 08:00 e 14:00, divididos em grupos iguais ($n = 8$), por um período total de 13 semanas. Os grupos obesos foram induzidos a obesidade por oito semanas, através da dieta de cafeteria com três trocas semanais (segunda, quarta e sexta) (NAVARRO SILVA, 2016; NAVARRO SILVA, 2019), e um total de 3,86 kcal/g em média (73% de carboidrato, 10% de proteína e 17% de lipídio) (GOULARTE; FERREIRA; SANVITTO, 2012; LEPORE *et al.*, 2015; AUER *et al.*, 2015; LARSSON *et al.*, 2015). Posteriormente, os grupos de treinamento passaram por uma semana de adaptação e três semanas de atividade. Os grupos foram: Controle (C): Ração padrão e água sem treinamento; Obeso Sedentário (OS): Dieta sem treinamento; Obeso Atividade Física (OAF): Dieta e treinamento por 20 minutos sem carga, no ambiente aquático; Obeso Exercício Físico (OEX): Dieta e treinamento 20 minutos com carga (4 a 8% do peso corporal), no ambiente aquático; Obeso Alta Intensidade (HIIT): Dieta e treinamento por 4 minutos, sendo 20 segundos de execução para 10 segundos de descanso com carga (8% do peso corporal), no ambiente aquático; Obeso Carga Progressiva (OCP): Dieta e treinamento sendo oito séries com um a dois minutos de descanso e carga à 50%, 75%, 85%, 90%, 95% e 100% da massa corporal do animal, ou adição de carga (20g) até a fadiga.

Os treinamentos foram realizados três vezes por semana (segunda, quarta e sexta), divididos em uma semana de adaptação e três semanas de treinamento. Após o treinamento os animais foram pesados, eutanasiados, e foi retirada a porção da massa magra da pata direita traseira (coxa) (ANDRADE; PINTO; OLIVEIRA, 2002; NAVARRO SILVA, 2016; NAVARRO SILVA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa do peso corporal dos grupo OS, apresentou uma diferença estatística (OS/FN vs. OS/FI = $13,66 \pm 2,45$ g), para o aumento, quando comparados no início (IN = 47,79 g), e no final (FN = 61,45 g) da intervenção a obesidade. O grupo OAF no pré e pós exercício, apresentou diferença estatística para o aumento de peso corporal (FN vs. IN = $21,81 \pm 3,05$),



assim como o grupo OEX (FN vs. IN = $21,81 \pm 3,05$) e HIIT (IN = 45,50 g e FN = 63,24 g), com diferença para o aumento de peso corporal de FN vs. IN = $17,74 \pm 2,68$ g.

A massa magra, não apresentou uma diferença estatística. Porém ao analisar o delta absoluto (Δ) assim como o delta percentual ($\Delta \%$), percebe-se que houve uma evolução no ganho da massa magra. entre os grupos que realizaram o exercício físico (OEX = 0,32 vs. 0,08 = OS), assim como para o grupo que foi submetido ao exercício de alta intensidade (HIIT = 0,34 vs. 0,08 = OS). O grupo OS teve uma diferença estatística para o aumento de peso corporal após a indução a obesidade. Ressalto que os animais receberam uma dieta por oito semanas, baseada em alimentos calóricos (NAVARRO, 2016; WANG et al., 2019), onde a maioria dos estudos de exercícios com animais obesos apresenta intervenções que vão de oito a 13 semanas (GOULARTE; FERREIRA; SANVITO, 2012; ZHU *et al.*, 2021; COSTA, 2022), além de que o percurso metabólico e inflamatório da instalação da obesidade e suas comorbidades relacionadas, não está totalmente elucidado. Portanto, compreender os efeitos da dieta é de grande importância para este estudo (COSTA, 2022).

Segundo estudo de Sene-Fiorese *et al.* (2008), observaram que ao realizar o treinamento aquático em animais alimentados com dieta hipercalórica, este apresentou um ganho de massa de peso corporal, quando comparados ao controle. Neste estudo, o grupo treinado e alimentado com dieta de cafeteria, apresentou valores maiores de massa corporal, o que corrobora o estudo de Sene-Fiorese *et al.* (2008). Com a relação aos protocolos de treinamento utilizado no estudo, se tem poucos achados em roedores relacionados ao treinamento de carga progressiva (GUEDES, 2016). Contudo, a prática de exercício físico é um excelente aliado na redução da massa corpórea, sendo um tratamento não farmacológico eficaz contra essa doença crônica não transmissível (SORATO REBELO, 2018). Nos achados atuais, os animais após intervenção tiveram aumento de peso de massa corporal, onde ressalto que, ao utilizar o treinamento com adicional de carga combinado com déficit calórico, este ajuda na redução de gordura preservando a massa magra em indivíduos obesos (EFFTING *et al.*, 2021).

Devido ao ganho de peso corporal dos grupos, houve a necessidade de investigar esse aumento de peso, sendo analisadas através da massa magra, onde foi observado um aumento desta massa nos grupos OEX e HIIT. O que, pode-se entender é que houve uma redução do tecido adiposo e manutenção e/ou aumento da massa magra, e este pode ter influenciado neste resultado. Na literatura já existe estudo utilizando treinamento com carga com roedores (GUEDES, 2012; ZHU *et al.*, 2021; EFFTING *et al.*, 2021), onde percebe-se também que o



protocolo de exercício aplicado em sua maioria, predomina os aeróbicos por períodos em torno de nove semanas (SORATO, 2018; CARAMES, 2022; COSTA, 2022). Observa-se também, que em estudos que analisam por exemplo o efeito do treinamento resistido, existe um efeito na composição corporal (balanço energético negativo, aumento da massa magra e aumento da taxa metabólica basal) (DONNELLY *et al.*, 2009), onde cabe salientar que o exercício é um grande aliado como tratamento no controle da insulina, aumento da massa muscular e redução do tecido adiposo (SORATO, 2018; CARAMES, 2022).

No estudo atual, foi utilizado estímulos de treinamento variados por um curto período (quatro semanas), em animais submetidos a obesidade, onde observou-se uma propensão ao aumento da massa magra. Este estudo corrobora os resultados de Sorato (2018) e Carames (2022), porém estes utilizaram o método aeróbio por um período de nove semanas. Vale salientar que os animais receberam uma dieta de cafeteria por oito semanas (WANG *et al.*, 2019), onde a maioria dos estudos de exercícios com animais obesos apresenta intervenções que vão de oito a 13 semanas (GOULARTE; FERREIRA; SANVITO, 2012; ZHU *et al.*, 2021; COSTA, 2022; NAVARRO, 2016;). Ao analisar os dados da massa magra, percebe-se uma propensão a redução por parte do grupo controle com e sem obesidade. Já se sabe que um metabolismo muscular fora do padrão implica em várias condições associadas a síndrome metabólica como perda da massa muscular, devido a capacidade oxidativa do músculo sendo determinada pela expressão de enzimas que atuam no metabolismo oxidativo (MCGEE; HARGREAVE, 2010).

Quando ocorre a contração muscular, há uma maior concentração de AMP, e é ativada a enzima AMPK (proteína quinase ativada por AMP) (RICHTER; RUDERMAN, 2009), além de ser um regulador dessa função oxidativa no músculo, aumentando a ATP (JENSEN; WOJTASZEWSKI; RICHTER, 2009). Ressalto também, sobre a existência do aumento na fosforilação da AMPK nos animais obesos submetidos a Treinamento Resistido (TR), o que sugere que o TR gera um estímulo na oxidação dos ácidos graxos do músculo esquelético e pode ser utilizado como tratamento não farmacológico da obesidade, por aumentar a massa muscular e liberar moléculas que sinalizam o processo oxidativo de ácidos graxos livres na massa magra (GUEDES, 2012). É importante frisar que utilizar exercícios com carga e manter uma alimentação adequada ajuda na redução de gordura, manutenção de massa muscular e saúde cardiovascular (ZHU *et al.*, 2021). De acordo com os estudos de Foureaux, Pinto e Dâmaso (2006) e Kirk *et al.* (2009) o treinamento resistido é um aliado na hipertrofia devido aos danos



gerados no tecido aumentando a síntese proteica, além de atuar na prevenção e tratamento da obesidade.

CONCLUSÃO

Nesse estudo foi possível observar o aumento da massa magra nos animais submetidos ao treinamento por um período de quatro semanas, evidenciando que as primeiras semanas são importantes no ganho de massa muscular.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P *et al.* A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The Journal of Physiology**, 2001.
- ANDRADE, A., PINTO, SC., and OLIVEIRA, RS., orgs. Animais de Laboratório: criação e experimentação [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 388 p. ISBN: 85-7541-015-6. Available from SciELO Books .
- AAGAARD, P *et al.* A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The Journal of Physiology**, 2001.
- AUER, M. K. *et al.* Effects of a high-caloric diet and physical exercise on brain metabolite levels: a combined proton MRS and histologic study. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, v. 35, p. 554-564, 2015.
- CARAMES, D. C. B. Efeito dos exercícios aeróbico e resistido sobre indicadores de estresse oxidativo no tecido adiposo de ratos obesos. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.
- COSTA, B. O. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade com 1 sessão diária (tradicional) versus Treinamento intervalado de alta intensidade com 3 sessões diárias (acumulado): Efeito em parâmetros metabólicos em modelo experimental de menopausa. / Bruna Oliveira costa. – Diamantina, p.52, 2022
- DONNELLY, J E *et al.* Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine Science Sports Exercise**, 2009.
- EFFTING *et al.* Resistance Exercise Modulates Oxidative Stress Parameters and TNF- α Content in the Heart of Mice with Diet-Induced Obesity, **Sociedade Brasileira de Cardiologia-SBC**,v.112 p.545-552,2021.
- FOUREAUX, G; PINTO, K M C; DÂMASO, A. Efeito do consume excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, 2006.
- GOULARTE, J. F.; FERREIRA, M. B. C.; SANVITTO, G. L. Effects of food pattern change and physical exercise on cafeteria diet-induced obesity in female rats. **British Journal Nutrition**, v. 108, n. 8, p. 1511–1518, 2012.
- GUEDES, J M. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento resistido sobre adiposidade em camundongos obesos: Tese de Doutorado - Universidade do Extremo Sul Catarinense. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Criciúma, SC, 2012.
- GUEDES, J M. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento resistido sobre adiposidade em camundongos obesos (Tese de Doutorado), SC, 2016.
- GUEDES, JM., *et al.* Exercícios físicos de resistência, hipertrofia e força muscular reduzem igualmente adiposidade, inflamação e resistência à insulina em camundongos obesos por dieta hiperlipídica. *einstein* (São Paulo). 2020;18:eAO4784. http://dx.doi.org/10.31744/einstein_journal/2020AO4784.



J AIS, A.; BRUNING, J. C. Hypothalamic inflammation in obesity and metabolic disease. **Journal of Clinical Investigation**, v. 127, n. 1, p. 24-32, 2017.

JENSEN, T E; WOJTASZEWSKI, J F P; RICHTER, E A. AMP-activated protein kinase in contraction regulation of skeletal muscle metabolism: necessary and/or sufficient? **Acta Physiologica**, 2009.

KARCZEWSKI, J. *et al.* Obesity and inflammation. **European Cytokine Network**, v. 29, n.3, p. 83-94, 2018.

KIRK, E. P. *et al.* Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation. **Medicine Science Sports Exercise**, 2009.

LARSSON, M. H. *et al.* Ablation of TRPM5 in mice results in reduced body weight gain and improved glucose tolerance and protects from excessive consumption of sweet palatable food when fed caloric diets. **PLOS ONE**, v. 10, n. 9, p. e0138373, 2015.

LEPORE, S. M. *et al.* Oral Administration of Oleuropein and Its Semisynthetic Peracetylated Derivative Prevents Hepatic Steatosis, Hyperinsulinemia, and Weight Gain in Mice Fed with High Fat Cafeteria Diet. **International Journal of Endocrinology**, 2015.

MCGEE SL, S L; HARGREAVES, M. AMPK-mediated regulation of transcription in skeletal muscle. **Clinical Science**, 2010.

MITCHELL, C J *et al.* A carga de exercício resistido não determina ganhos hipertróficos mediados por treinamento em homens jovens. **Journal of Applied Physiology**, 2012.

NAVARRO SILVA, Cybelle de Arruda. Avaliação do efeito da liraglutida nos tecidos muscular e adiposo e nos parâmetros bioquímicos em camundongos swiss não diabéticos submetidos à dieta de cafeteria e a atividade física. 2016. Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

NAVARRO SILVA, C. A. Efeito crônico do exercício físico associado ao uso da liraglutida na massa gorda e magra de camundongos swiss submetidos a dieta de cafeteria (tese de doutorado), SP, 2019.

OMS. Dia Mundial da Obesidade 2022: acelerar ação para acabar com a obesidade. OPAS. Disponível em <https://www.paho.org/pt/noticias/4-3-2022-dia-mundial-da-obesidade-2022-acelerar-acao-para-acabar-com-obesidade#:~:text=4%20de%20mar%C3%A7o%20de%202022,Esse%20n%C3%BAmero%20continua%20aumentando>.

PURDY MD, Johanna C; SHATZEL MD, Joseph J. As consequências hematológicas da obesidade. **Division of Hematology and Oncology, Oregon Health & Science University**, 2021.

RICHTER EA, E A; RUDERMAN, N B. AMPK and the biochemistry of exercise: implications for human health and disease. **Biochem J**, 2009.

SANTANA, B.S.B., PIRES, C.M.L., SCHUENGUE, C.M.O.L. A obesidade como um fator de impacto e problema na saúde pública, e seus fatores de influência. **Anais do Seminário Científico do UNIFACIG**, n. 4, 2018.

SENE-FIORESE, Marcela *et al.* Efficiency of intermittent exercise on adiposity and fatty liver in rats fed with high-fat diet. **Obesity**, v. 16, n. 10, p. 2217-2222, 2008.

SORATO, R H. Efeitos da redução calórica associada ao treinamento resistido sobre resistência à insulina, estresse oxidativo e inflamação em camundongos com obesidade induzida por dieta. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, SC, 2018.

WANG, Ruwen *et al.* “Impacts of exercise intervention on various diseases in rats.” **Journal of sport and health science** vol. 9,3 (2020): 211-227. doi:10.1016/j.jshs.2019.09.008.

ZHU, W. G. *et al.* Weight Pulling: A Novel Mouse Model of Human Progressive Resistance Exercise. **Cells** 2021, 10, 2459.