

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 3 - Saúde e Bem-estar

## **EFEITOS DO TRATAMENTO COM EXERCÍCIO E TERAPIA TÉRMICA NO DESEMPENHO, METABOLISMO, GLICEMIA E PARÂMETROS ERITROCITÁRIOS EM TESTE DE ESFORÇO MÁXIMO EM MODELO ANIMAL DE OBESIDADE E DIABETES TIPO 2<sup>1</sup>**

### **EFFECTS OF TREATMENT WITH EXERCISE AND HEAT THERAPY ON PERFORMANCE, GLYCEMIC, METABOLISM AND ERYTHROCYTE PARAMETERS IN MAXIMUM STRESS TEST IN ANIMAL MODEL OF OBESITY AND TYPE 2 DIABETES**

**Juliana Furlanetto Pinheiro<sup>2</sup>, Luana Weizenmann<sup>3</sup>, Wellington Felipe Althaus<sup>4</sup>, João Schmidt  
Corso<sup>5</sup>, Matias Nunes Frizzo<sup>6</sup>, Thiago Gomes Heck<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho de pesquisa realizado pelo Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/UNIJUI)

<sup>2</sup> Integrante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia -GPeF; e Acadêmica do curso de Medicina- UNIJUI, Bolsista PROBIC/FAPERGS. [juliana.pinheiro@sou.unijui.edu.br](mailto:juliana.pinheiro@sou.unijui.edu.br)

<sup>3</sup> Integrante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia - GPeF; e Mestranda pelo programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde (PPGAIS) UNIJUI/UNICRUZ. [l.weizenmann@sou.unijui.edu.br](mailto:l.weizenmann@sou.unijui.edu.br)

<sup>4</sup> Integrante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia -GPeF; e Acadêmico do curso de Farmácia- UNIJUI, Bolsista PIBIC/CNPq. [wellington.althaus@sou.unijui.edu.br](mailto:wellington.althaus@sou.unijui.edu.br)

<sup>5</sup> Integrante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia -GPeF. [joao.corso@sou.unijui.edu.br](mailto:joao.corso@sou.unijui.edu.br)

<sup>6</sup> Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde - PPGAIS, Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF), Departamento de Ciências da Vida (DCVida/Unijui). [matias.frizzo@unijui.edu.br](mailto:matias.frizzo@unijui.edu.br)

<sup>7</sup> Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde - PPGAIS, Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF), Departamento de Ciências da Vida (DCVida/Unijui). Orientador; [thiago.heck@unijui.edu.br](mailto:thiago.heck@unijui.edu.br)

## **INTRODUÇÃO**

A prevalência da obesidade está associada com a alteração do estilo de vida da população, por exemplo, a mudança dos hábitos alimentares, ingestão excessiva de alimentos ultraprocessados e hipercalóricos, além da diminuição da prática de atividade física. E, por esse motivo, há um desequilíbrio no balanço calórico, o que gera ganho de peso e a obesidade. (CHOOI, 2019; OMS, 2020). O aumento de tecido adiposo visceral está diretamente associado a redução da capacidade locomotora e a um quadro de inflamação crônica de baixo grau, a qual gera resistência à ação da insulina, a hiperglicemia, caracterizado o Diabetes Mellitus 2 (DM2) (FRANCISQUETI, 2015; WHITE, 2013). Para o tratamento de DM2 e obesidade, orienta-se a prática de exercício de intensidade leve a moderado, (FREITAS, 2014; GIBALA, 2017). O exercício desequilibra a homeostase, em que a demanda metabólica aumentada supera a ofertada o que acarreta a mobilização na produção de hemácias para o transporte de O<sub>2</sub> (HALL, 2016; GELL, 2018). A terapia térmica (ex: saunas) pode ter efeitos similares ao exercício, uma vez que induz a mobilização de células que combatem a inflamação causada pela obesidade (FREITAS et al, 2014). Contudo, ainda não se sabe o efeito da associação do exercício físico com terapia térmica no tratamento e de obesidade e DM2. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a resposta a um teste de esforço máximo quanto ao desempenho, metabolismo, concentração de glicose e perfil eritrocitário de animais obesos previamente tratados com exercício físico e terapia térmica.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 3 - Saúde e Bem-estar

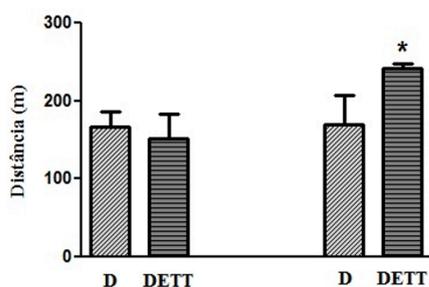
**Palavras-chave:** Obesidade, Diabetes Mellitus, Exercício, Terapia térmica, Glicemia, Parâmetros Eritrocitário.

**Keywords:** Obesity, Diabetes Mellitus, Exercise, Heat therapy, Glycemia, Erythrocyte parameters.

## MÉTODOS

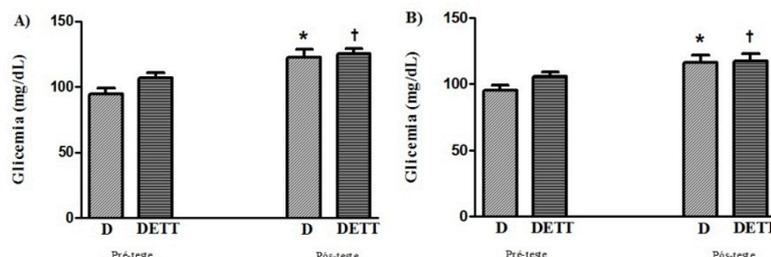
Foram utilizados 18 ratos machos da linhagem Wistar, com oito a nove semanas de idade, do Biotério da Unijuí. Foram divididos em 2 grupos: animais que receberam dieta hiperlipídica (Grupo D, n= 9) e animais que receberam dieta hiperlipídica e depois foram tratados com a combinação de exercício e terapia térmica (DETT, n=9). Ambos receberam dieta hiperlipídica (58.3% de gordura) *ad libitum* por 21 semanas. Na 11ª semana foi realizada a adaptação à esteira (Adapt.), (10min a 8m/min, por 5 dias). Na 12ª semana todos os animais realizaram Teste de Esforço Máximo (TEM<sub>pré</sub>), com inclinação de 7°, iniciando com 5m/min e aumentando a velocidade em 5m/min a cada 5 minutos até a fadiga. Na 12ª semana os animais do grupo D continuaram sedentários e os do grupo DETT começaram o tratamento durante 8 semanas. O treinamento físico foi feito 20 minutos por dia, com inclinação de 7° e velocidade de 15m/min. Para a terapia térmica os animais foram colocados em um recipiente imerso em banho-maria com água a 41° C. Na 21ª semana os animais repetiram o teste de esforço máximo (TEM<sub>pós</sub>). Foi realizada coleta de sangue logo após os testes por punção venosa na parte distal da cauda dos animais, para análises hematológicas, da glicemia e lactato, antes de iniciar e após o TEM. A glicemia foi verificada com glicosímetro Optium Xceed da Abbott. A concentração de lactato sanguíneo foi mensurada com kit da Labtest® (550 nm), os resultados foram expressos em nmol/L. Para a parâmetros eritrocitários foi utilizado o analisador hematológico Micros 60 (Horiba) foram realizadas distensões hematológicas em lâmina, corados com coloração panótica (Newprov) para cada lâmina uma contagem de 100 células. Na 21ª semana (término do experimento), os animais foram eutanasiados, coletado o tecido adiposo branco que foi pesado para a avaliação da adiposidade. Os dados foram analisados no por Teste *t* considerando o nível de diferença estatístico de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



**Figura 1.** Distância percorrida no teste de esforço máximo, após 10 semanas de consumo de DHL e após 8 semanas de intervenções. D (n=9) e DETT (n=9). Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. \* $p \leq 0,05$  vs DETT TEM<sub>pré</sub>,  $P < 0,0001$  e D TEM<sub>pré</sub> vs D TEM<sub>pós</sub>,  $P = 0,1599$ .

Como demonstrado na Fig. 1, os animais do grupo D não demonstraram melhora no desempenho D TEMpré vs D TEMpós ( $P=0,1599$ ). Ao comparar os resultados obtidos no TEMpré com TEMpós, pode-se identificar o melhor desempenho do grupo DETT no teste de esforço após a intervenção ( $*p \leq 0,05$ ;  $P < 0,0001$ ).



**Figura 2. Glicemia pré e pós teste de esforço máximo, após 10 semanas de consumo de DHL (A) e após 8 semanas de intervenções (B).** D (n=9) e DETT (n=9). Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Figura A: \* $p \leq 0,05$  vs Dieta pré  $P=0,002$  e †  $p \leq 0,05$  vs DETT Pré,  $P=0,032$ ; Figura B: \* $p \leq 0,05$  vs Dieta pré  $P=0,004$  e †  $p \leq 0,05$  vs DETT Pré,  $P=0,017$ .

É demonstrado (Fig. 2a) que antes do tratamento (TEMpré) os animais de ambos os grupos registraram aumento nos valores glicemia pós-teste. Esse aumento da glicose sanguínea circulante registrado pós-teste é justificado pela ação simpática feita durante a prática de exercício de alta intensidade (TEM), fazendo com que o fígado libere glicose, que, dessa maneira, aumenta a glicose no fluxo sanguíneo (HALL e GUYTON, 2010).

**Tabela 1. Parâmetros eritrocitários do Teste de Esforço Máximo após 10 semanas de consumo de dieta hiperlipídica.**

Parâmetros eritrocitários dos grupos Dieta (D) e Dieta + Exercício + Terapia térmica (DETT), pré e pós teste, no primeiro teste de esforço máximo (TEMpré)				
Parâmetros	GRUPOS		PÓS	
	D	DETT	D	DETT
RBC ( $10^6/\text{mm}^3$ )	7,2 $\pm$ 0,8	7,4 $\pm$ 0,5	13,8 $\pm$ 8,1*	17,4 $\pm$ 6,9†
HCT (%)	38,5 $\pm$ 7	36,8 $\pm$ 3,8	67,3 $\pm$ 11,4	83,3 $\pm$ 10,3†
HGB (g/dl)	12,9 $\pm$ 1,8	12,5 $\pm$ 1,3	23,6 $\pm$ 4,0	29,3 $\pm$ 3,6†
VCM (fl)	52,3 $\pm$ 0,9	52,5 $\pm$ 0,5	53 $\pm$ 0,7*	52,4 $\pm$ 0,5
HCM (pg)	17,5 $\pm$ 0,4	18,1 $\pm$ 0,5	17,9 $\pm$ 0,4	18,1 $\pm$ 0,2
CHCM (g/dl)	33,9 $\pm$ 0,6	34,2 $\pm$ 0,9	34,8 $\pm$ 0,9	34,4 $\pm$ 0,2
RDW (%)	12,1 $\pm$ 0,3	12,7 $\pm$ 0,8	13,6 $\pm$ 0,3*	13,8 $\pm$ 0,5†

Após 10 semanas de ingestão de DHL, verificou-se o grupo DETT apresentou aumento quanto à quantidade de HGB e a porcentagens de HCT na comparação pré e pós teste (†  $p \leq 0,05$ ), ainda, notou-se que o grupo D apresentou aumento no VCM ( $*p \leq 0,05$ ) conforme (Tab. 1). Além

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 3 - Saúde e Bem-estar

disso, após o período de intervenção, ambos os grupos apresentaram aumento no número de RBC e porcentagem de RDW no eritrograma. RBC (Red Blood Cells); HCT (Hematocrit); HGB (Hemoglobin); VCM (Mean corpuscular volume); HCM (Hemoglobin Corpuscular Mean); CHCM (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration); RDW (Red Cell Distribution Width). Os dados eritrocitários são expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Os resultados em **negrito** são considerados estatisticamente significativos, apresentando um valor de  $*p \leq 0,05$  vs Dieta pré;  $\dagger p \leq 0,05$  vs DETT Pré.

**Tabela 2 – Parâmetros eritrocitários do Teste de Esforço Máximo após 8 semanas de tratamento com treinamento físico e terapia térmica.**

Parâmetros	Grupos			
	PRÉ		PÓS	
	D	DETT	D	DETT
RBC( $10^6/\text{mm}^3$ )	6,8 $\pm$ 2	7,5 $\pm$ 0,5	8,5 $\pm$ 2,8	8,4 $\pm$ 0,3
HCT (%)	35,8 $\pm$ 10,4	39,9 $\pm$ 2,9	<b>45,1<math>\pm</math>4,7*</b>	<b>44,5<math>\pm</math>1,8<math>\dagger</math></b>
HGB (g/dL)	12,2 $\pm$ 3,2	13,4 $\pm$ 0,9	15,01 $\pm$ 1,5	14,5 $\pm$ 0,7
VCM (fL)	53 $\pm$ 0,8	53 $\pm$ 0	52,7 $\pm$ 0,5	53 $\pm$ 1
HCM (pg)	18 $\pm$ 0,7	17,8 $\pm$ 0,2	17,7 $\pm$ 0,4	<b>17,1<math>\pm</math>0,3<math>\dagger</math></b>
CHCM (g/dL)	34,15 $\pm$ 11,6	23,5 $\pm$ 17,4	33,7 $\pm$ 0,5	32,4 $\pm$ 0,4
RDW (%)	14,3 $\pm$ 0,3	14,3 $\pm$ 0,2	14,5 $\pm$ 0,45	14,8 $\pm$ 0,2

Conforme tab.2, ambos os grupos registraram aumento no HCT, mas somente o grupo DETT apresentou diferença no HCM da coleta pós-teste ( $*p \leq 0,05$ ;  $\dagger p \leq 0,05$ ). RBC (Red Blood Cells); HCT (Hematocrit); HGB (Hemoglobin); VCM (Mean corpuscular volume); HCM (Hemoglobin Corpuscular Mean); CHCM (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration); RDW (Red Cell Distribution Width). Os dados eritrocitários são expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Os resultados em **negrito** são considerados estatisticamente significativos, apresentando um valor de  $*p \leq 0,05$  vs Dieta pré;  $\dagger p \leq 0,05$  vs DETT Pré.

Esses resultados vão de encontro ao que Montero et al, 2011 identificaram, o exercício vigoroso de resistência prolongada desafia a homeostase por provocar o a desregulação da entrega de  $O_2$  aos tecidos que dele necessitam (SILVERTHORN, 2010). Como resposta a esse desequilíbrio provocado pelo exercício na oxigenação, ocorre ativação das células renais que produzem Eritropoetina (EPO), e, dessa forma, promove a eritropoiese (ZAGO, 2013). Isso, justifica o aumento eritrocitário, o qual é responsável pelo transporte de  $O_2$  por meio da ligação com  $Fe^{2+}$  às hemácias (GELL, 2018). Ademais, com o exercício há um aumento do fluxo sanguíneo e, isso, a mobiliza as células presentes nas periferias durante o fluxo normal (MAIRBÄURL, 2013).

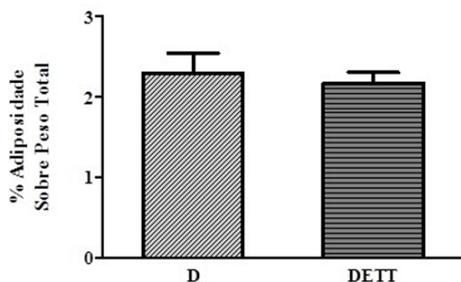


Figura 4. Porcentagem de adiposidade sobre o peso total. D (n=9) e DETT (n=9). Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão.  $P=0,0991$ .

Os valores demonstrados pela (Fig. 3) representa a porcentagem de adiposidade do coletado biológico, no qual registrou não haver diferença entre os grupos D e DETT ( $P=0,0991$ ).

## CONCLUSÃO

Nosso estudo trouxe, portanto, que o tratamento com exercício e terapia térmica atenuam melhora no desempenho dos animais no teste de esforço máximo e promove alterações hematológicas no organismo, sem alterar valores glicêmicos ou a adiposidade dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCISQUETI, Fabiane Valentini; NASCIMENTO, André Ferreira do; CORRÊA, Camila Renata. **Obesidade, inflamação e complicações metabólicas**. Nutrire, p. 81-89, 2015.

FREITAS, Marcelo Conrado; CESCHINI, Fábio Luis; RAMALLO, Bianca Trovello. **Resistência à insulina associado à obesidade: efeitos anti-inflamatórios do exercício físico**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 22, n. 3, p. 139-147, 2014.

GELL, David A. **Structure and function of haemoglobins**. Blood Cells, Molecules, and Diseases, v. 70, p. 13-42, 2018.

GIBALA, Martin J.; HAWLEY, John A. **Sprinting toward fitness**. Cell metabolism, v. 25, n. 5, p. 988-990, 2017.

HALL, John E. **Guyton e Hall, livro de fisiologia médica e-Book**. Elsevier Health Sciences, 2010.

HALL, Mederic M. et al. **Lactato: amigo ou inimigo**. PM&R, v. 8, p. S8-S15, 2016.

MAIRBÄURL, Heimo. Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. **Frontiers in physiology**, v. 4, p. 332, 2013.

MONTERO, David; LUNDBY, Carsten. **Regulation of red blood cell volume with exercise**

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 3 - Saúde e Bem-estar

**training.** Comprehensive Physiology, v. 9, n. 1, p. 149-164, 2011.

RICHTER, Erik A.; DERAIVE, Wim; WOJTASZEWSKI, Jørgen FP. **Glucose, exercise and insulin: emerging concepts.** The Journal of physiology, v. 535, n. 2, p. 313-322, 2001.

SILVERTHORN, Dee Unglaub et al. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. São Francisco: Pearson / Benjamin Cummings, 2010.

WEIZENMANN, Luana. **Efeitos do treinamento físico e da terapia térmica sobre o metabolismo glicêmico e marcadores de estresse oxidativo em modelo experimental de obesidade e diabetes tipo 2.** Orientador: Thiago Gomes Heck. 2019. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Fisioterapia) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2019.

World Health Organization. **Obesity**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/topics/obesity/en/>. Acesso em: 29 jun. 2020

ZAGO, Marco Antônio; FALCÃO, Roberto Passeto; PASQUINI, Ricardo. **Tratado de hematologia.** São Paulo: Editora Atheneu, p. 65-67, 2013.

**Parecer CEUA:** 001/2015