

**EFEITO DE PRODUTOS DERIVADOS DA UVA COMPARADOS AO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA HIPERTROFIA CARDÍACA EM RATOS**

Andre Luiz Petrolini<sup>1</sup>, Layane Costa Saraiva<sup>1</sup>, Marsuelanea Limeira da Silva<sup>2</sup>  
 Wilkslam Alves de Araújo<sup>3</sup>, Karoline Teixeira Passos de Andrade<sup>3</sup>  
 Antônio Gonçalves dos Santos Neto<sup>2</sup>, Ferdinando Oliveira Carvalho<sup>2</sup>

**RESUMO**

As doenças cardiovasculares (DCV) são um dos principais problema de saúde pública mundial, ocasionando altas taxas de mortalidade, morbidade e gerando altos custos com tratamentos. Mediante tais fatos algumas alternativas não farmacológicas como a ingestão de alimentos funcionais e a prática de exercício físico vêm sendo estudadas com o intuito de prevenir e tratar as DCVs. Objetivo: Verificar se o consumo de vinho tinto, suco de uva integral e a prática de exercício aeróbio promovem hipertrofia cardíaca em ratos *Wistar*. Método: Utilizados 48 ratos *Wistar* machos, com idade de seis meses, divididos em quatro grupos experimentais: vinho, suco, exercício e controle. Todos os animais passaram por gavagem, durante oito semanas. O treinamento aeróbio foi realizado de forma individualizada, em uma roda de atividades motorizada, no período de duas semanas de adaptação e oito semanas de intervenção com implementação de cargas. Após intervenção, foi realizado processo cirúrgico para retirada dos órgãos, seguido de dissecação dos corações para análise. Resultados: Nos valores do índice de Lee pré e pós intervenção ocorreu diferenças significativas em todos os grupos. No peso absoluto do coração houve um aumento em razão ao tamanho da tibia para todos os grupos em relação ao controle. O peso relativo do coração apresentou diferenças significativas para todos os grupos em relação ao grupo controle, sugerindo uma hipertrofia cardíaca. Conclusão: O consumo de substâncias como o suco de uva e o vinho tinto, assim como a prática regular de atividade física auxiliam no processo de hipertrofia cardíaca em ratos *Wistar*.

**Palavras-chave:** Hipertrofia cardíaca. Uva. Ratos.

1-Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

**ABSTRACT**

Effect of grape-derived products compared to aerobic physical exercise in cardiac hypertrophy in rats

Cardiovascular diseases (CVD) are a major public health problem worldwide, causing high mortality rates, morbidity, and high treatment costs. Through these facts some non-pharmacological alternatives such as the ingestion of functional foods and the practice of physical exercise have been studied with the intention of preventing and treating the CVDs. Objective: To verify if the consumption of red wine, whole grape juice and the practice of aerobic exercise promote cardiac hypertrophy in *Wistar* rats. Method: 48 male *Wistar* rats, aged six months, divided into four experimental groups: wine, juice, exercise and control were used. All animals underwent gavage for eight weeks. The aerobic training was performed individually, in a motorized activity wheel, during the two weeks of adaptation and eight weeks of intervention with loads implementation. After surgery, a surgical procedure was performed to remove the organs, followed by dissection of the hearts for analysis. Results: Pre and post intervention Lee values showed significant differences in all groups. In absolute heart weight there was an increase due to tibial size for all groups in relation to the control. The relative weight of the heart presented significant differences for all groups in relation to the control group, suggesting cardiac hypertrophy. Conclusion: The consumption of substances such as grape juice and red wine, as well as the regular practice of physical activity, help in the process of cardiac hypertrophy in *Wistar* rats.

**Key words:** Cardiac hypertrophy. Grape. Rats.

2-Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

3-Programa de Pós-graduação Ciências da Saúde e Biológicas (UNIVASF), Petrolina, Pernambuco, Brasil.

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) têm sido evidenciadas entre os principais problemas de saúde pública, responsáveis por 17,5 milhões de mortes no mundo em 2012 (WHO, 2016), no Brasil, aproximadamente 100 mil óbitos anuais (Brasil, 2014).

Além da alta taxa de mortalidade, as DCV causam morbidades na população brasileira, gera custos de R\$ 86.346.157,04 com internações hospitalares (Moreira e colaboradores, 2017).

Em meio a essas estimativas, têm se destacado algumas alternativas para prevenção e tratamento de DCV como a ingestão de alimentos funcionais e a prática de exercício físico (Albuquerque; Oliveira, 2015).

A uva e seus subprodutos são alimentos com propriedades bioativas (Olas, 2018), e tem sido associada a redução do estresse oxidativo e melhorias na função endotelial (Wightman, Heuberger, 2015).

Já o exercício físico tem demonstrado uma relação inversa com o risco cardiovascular, atuando como tratamento de cardiopatias (Fletcher e colaboradores, 2013; Kiliszek e colaboradores, 2016; Pedersen, Saltin, 2015).

Outra medida cardioprotetora são as modificações cardíacas, como a remodelação do órgão por meio dos exercícios físicos como hipertrofia cardíaca fisiológica (Rohini e colaboradores, 2010).

As adaptações crônicas da hipertrofia cardíaca fisiológica são resultantes da exposição frequente e regular as sessões de exercício físico (Brum e colaboradores, 2004) e relacionado a redução da pressão arterial (Rondon, Brum, 2003).

Na literatura contêm diversos estudos referentes às adaptações cardiovasculares desencadeadas pelo treinamento físico aeróbio em animais de laboratório (Abreu e colaboradores, 2015).

No entanto, estudos correlacionando os efeitos dos produtos derivados da uva, ainda não foram investigados e efeitos comparados à prática de exercício físicos. O presente trabalho expõe como fator problematizado as formas alternativas para a hipertrofia cardíaca e, por conseguinte, prevenção de problemas cardiovasculares, resultante da ingestão de alimentos funcionais e prática de exercício físico, em modelo animal.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi verificar se o consumo de vinho tinto, suco de uva integral e a prática de exercício aeróbio promovem hipertrofia cardíaca em ratos *Wistar*. E ainda, se a magnitude da resposta hipertrófica é diferente entre os grupos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Foram utilizados 48 ratos *Wistar* (*Rattus Norvegicus*), machos e aparentemente saudáveis, com idade de seis meses ( $376,45 \pm 50,33$  g), obtidos no biotério da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Os animais foram divididos em quatro grupos experimentais: vinho tinto (n=12), suco de uva integral (n=12), exercício (n=12) e controle (n=12), mantidos em gaiolas plásticas (n=06), em temperatura controlada de 23°C com ciclo claro/escuro (12/12 horas), alimentados por ração padrão (Presence®) e água (*Ad libitum*).

Todos os protocolos foram aprovados pelo Comitê de Ética e Deontologia em Estudos e Pesquisa - CEDEP e Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA da UNIVASF, sob protocolo nº 0004/170316.

### Protocolo experimental

#### Determinação do Índice de Lee

A mensuração do peso corporal dos ratos foi realizada por meio de balança eletrônica digital com precisão 0,5 g (Filizola®, modelo pluris) e o comprimento nasoanal foi aferido por fita métrica (Sanny®), ambas realizadas no início e no final do experimento. Posteriormente, utilizou-se o cálculo do índice de Lee.

#### Intervenção

Todos os grupos fizeram ingestão de bebidas por meio de gavagem, durante oito semanas, realizada todos os dias no mesmo horário (9 às 13h).

Os grupos exercício e controle fizeram ingestão de água potável, o grupo suco ingeriu suco de uva integral e o grupo vinho fez o consumo de vinho tinto do tipo seco *syrah* com teor alcoólico de 13%, ambos produzidos na região do Vale do São Francisco-PE.

As dosagens foram de 300 ml/kg/dia (consumo diário considerado moderado para um humano de 70 kg e seguindo proporções

de 1,7 ml/kg/dia para um rato de aproximadamente 400 g).

O treinamento aeróbio foi realizado no período matutino, de forma individualizada, em uma roda de atividades motorizada (EP 172-

Insigth®), no período de duas semanas de adaptação e oito semanas de intervenção com implementação de cargas. A intervenção está detalhada na figura 1.

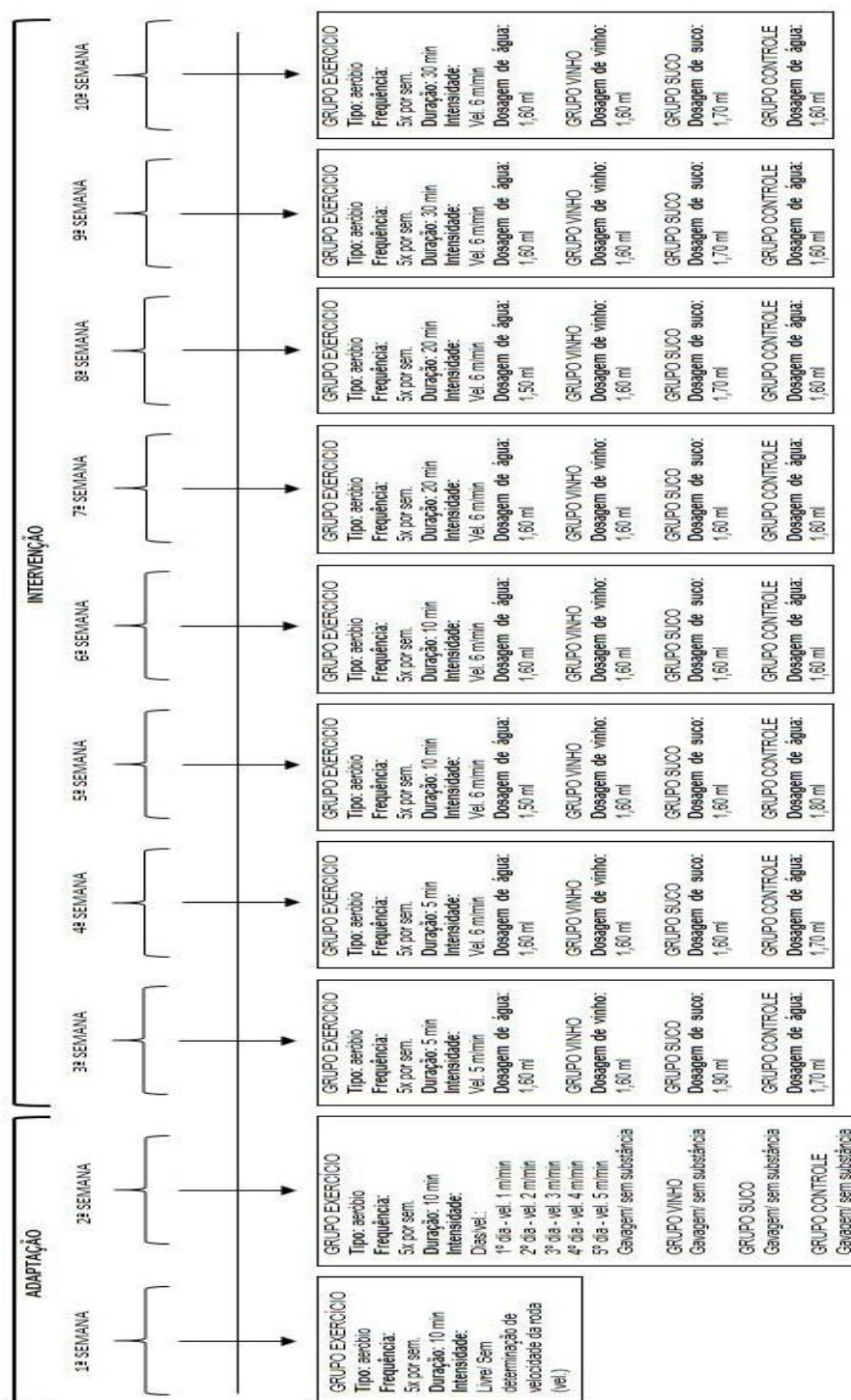


Figura 1- Descrição da intervenção nos ratos wistar. Fonte: Dados do autor.

### **Análise morfológica macroscópica do coração dos ratos**

Após oito semanas de intervenção, todos os ratos foram anestesiados obedecendo as recomendações do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) com dose de 0,6 ml/300 g da massa corpórea do animal de Xilazina e Cetamina (1:1) (De Luca e colaboradores, 1996).

Para avaliação morfológica macroscópica cardíaca, os ratos foram dissecados com abertura do tórax e exposição do coração, o qual foi puncionado por meio de seringa estéril de 5 ml para a retirada do excesso de sangue, em seguida os vasos da base próximo ao órgão foram seccionados e o sangue interno foi retirado por meio de lavagem com soro fisiológico (0,9%) para a pesagem absoluta do coração.

Cada coração foi seccionado transversalmente, imediatamente abaixo do sulco coronário, e sagitalmente no septo intraventricular por incisão cirúrgica, auxiliada com gradação visual por lupa, adquirindo as medidas adotadas: valores absolutos de massa do coração (MC); valores absolutos de massa de átrios (MA); massa de ventrículo direito (MVD); massa do ventrículo esquerdo (MVE). Assim como relações com a massa corporal final (MCF) e comprimento da tibia (cm), executada após sua dissecção mensurada por paquímetro de inox com gradação em milímetros (Tramontina®).

A remodelação cardíaca foi avaliada a partir da razão do peso do coração em relação ao comprimento da tibia (peso/comprimento) (Yin e colaboradores, 1982), da mesma forma para os átrios e ventrículos (Pagan e colaboradores, 2015), como indicador para hipertrofia cardíaca (Zornoff e colaboradores, 2006).

### **Análise Estatística**

Inicialmente, a normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e foram utilizados procedimentos descritivos de média e desvio padrão ou mediana e quartis a depender da distribuição dos dados. Para os procedimentos inferenciais o teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar o Índice de Lee pré e pós o período de intervenção.

O teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de U Mann-Whitney foi empregado para comparar o peso do coração relativo a massa corporal. Para verificar a remodelação cardíaca uma análise de variância (ANOVA) *One-way* seguida de post-hoc de Tukey foi utilizada para comparar a razão entre a MC, MA, MVD e MVE e o comprimento da tibia. O nível alfa de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Todos os testes foram executados no software SPSS 22.0.

### **RESULTADOS**

A tabela 1 apresenta os valores do índice de Lee pré e pós intervenção. Diferenças significativas foram observadas em todos os grupos quando comparado o momento pré com o pós, indicando uma redução do peso corporal total em todos os grupos.

O peso do coração relativo ao peso corporal total é apresentado na figura 2. Foram verificadas diferenças significativas apenas para os grupos vinho ( $p=0,014$ ) e exercício aeróbio ( $p=0,001$ ) em relação ao grupo controle.

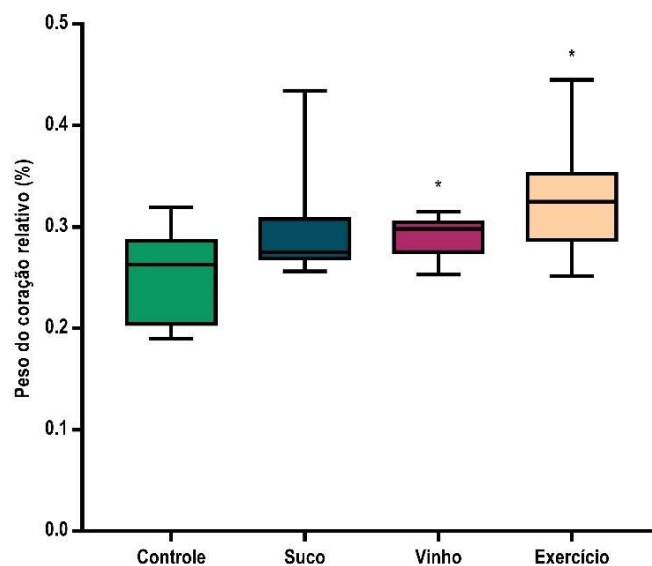
Enquanto o grupo que ingeriu suco de uva não apresentou diferença significativa em relação ao controle ( $p=0,080$ ).

O aumento do peso do coração relativo indica que após o período de intervenção o peso do coração aumentou nestes grupos sugerindo uma hipertrofia cardíaca.

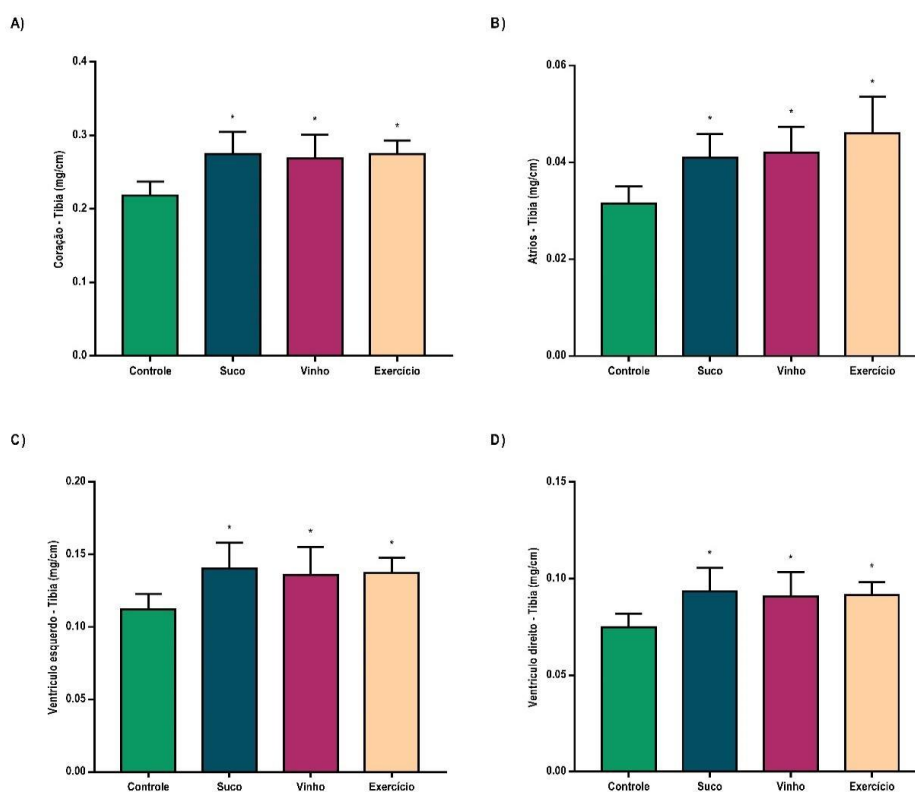
**Tabela 1 - Determinação do Índice de Lee dos ratos nos momentos pré e pós intervenção (g/m).**

Grupo	n	Pré	Pós	p
		Md (Q1; Q3)	Md (Q1; Q3)	
Vinho tinto	12	334,348 (323,883; 341,388)	310,859 (303,828; 326,697)	0,002*
Suco Integral	12	333,302 (326,728; 355,400)	307,486 (301,131; 318,284)	0,002*
Exercício Aeróbio	11	308,714 (296,850; 335,286)	296,551 (288,656; 305,303)	0,028*
Controle	12	332,903 (319,435; 358,692)	306,987 (300,657; 325,211)	0,004*

**Legenda:** \*Diferença significativa -  $p \leq 0,05$ ; Teste de Wilcoxon.



**Figura 2** - Peso percentual do coração referente ao peso absoluto do rato (%). \*Diferença significativa para o grupo controle com  $p < 0,05$ : teste de "U" Mann Whitney.



**Figura 3** - Índice de Remodelação cardíaca dos ratos através da mensuração do peso absoluto do coração (A), do peso dos átrios (B), do peso do ventrículo esquerdo (C), e do peso do ventrículo direito (D), em relação a tibia (mg/cm). \*Diferença significativa para o grupo controle com  $p < 0,05$ : ANOVA One-way/ post-hoc de Tukey.

Na figura 3 A houve um aumento do peso absoluto do coração em razão ao tamanho da tibia, com diferença significativa para os grupos exercício físico ( $p=0,000$ ), suco de uva ( $p=0,000$ ) e vinho tinto ( $p=0,000$ ) em relação ao grupo controle ( $p=0,000$ ), demonstrando maiores valores para o grupo suco com um acréscimo no volume de massa cardíaca por meio índice de remodelação cardíaca.

Já a figura 3 B referente a hipertrofia dos átrios evidência maior hipertrofia para o grupo exercício físico ( $p=0,000$ ) em comparação aos grupos suco de uva ( $p=0,001$ ) e vinho tinto ( $p=0,000$ ) com diferença estatística significativa em relação ao grupo controle ( $p=0,000$ ).

A figura 3 C relativa à hipertrofia do ventrículo direito, apresenta resultados significativos no aumento do índice de hipertrofia cardíaca para os grupos suco de uva ( $p=0,000$ ), grupo exercício ( $p=0,002$ ) e grupo vinho ( $p=0,001$ ) para o grupo controle, com maior ênfase para o grupo suco de uva.

E na figura 3 D pertinente a hipertrofia do ventrículo esquerdo, encontra-se resultados significativos para o grupo suco de uva ( $p=0,000$ ), exercício aeróbio ( $p=0,002$ ) e vinho tinto ( $p=0,002$ ) em relação ao grupo controle, com melhores resultados para o grupo suco de uva.

## DISCUSSÃO

### Índice de Lee

Observou-se uma redução significativa nos resultados do índice de Lee (inicial e final) em todos os grupos, no entanto, com uma diminuição do peso corporal menos expressiva no grupo exercício físico aeróbio, com um possível ganho de massa muscular.

Assim, corroborando com estudos que comprovam que o treinamento aeróbio por um período contínuo e prolongado provoca modificações quanto ao perfil das fibras musculares (Andersen, Schjerling, Saltin, 2000), elevando tanto o número de capilares por fibra quanto na área transversa do músculo (Mccall e colaboradores, 1996), o qual resulta em um aumento na massa muscular após a realização de um programa de exercícios aeróbios (Harber e colaboradores, 2009; Konopka, Harber, 2014).

Nos ratos observados em estudo, ocorreu aumento do peso médio do grupo exercício físico aeróbico com ganho de peso,

apresentando valor médio superior ao grupo controle ( $p=0,003$ ) (Olarte e colaboradores, 2017).

Quanto que na pesquisa com características semelhantes ao presente estudo, mas com período experimental de dezesseis semanas, não resultou diferença significativa quanto ao peso final referente ao inicial (Okoshi e colaboradores, 2014).

Assim, as alterações do peso corporal final dos animais durante o período de intervenção, pode variar tanto para o ganho de peso como para a manutenção do mesmo no que refere aos resultados estatísticos, com relação a intervenção de exercício físico aeróbio.

Demonstrando que a hipertrofia muscular e a vascularização pode ter sido a resposta dada pelo grupo exercício aeróbio, que possivelmente possa ter ocorrido por meio de estímulo externo, aumentando assim o volume da massa corporal total.

### Peso percentual do coração

Com o resultado referente a figura 2, os valores adquiridos pelo grupo exercício aeróbio, apresentou uma significância estatística com um  $p \leq 0,05$ , em comparação aos outros grupos. A efetividade do exercício físico aeróbio regular pode ser avaliada por meio da relação peso do coração/peso corporal, que é uma medida de hipertrofia cardíaca.

Em estudo com grupo treinado por natação em um tanque de vidro, observaram que o peso relativo do coração treinado foi estatisticamente maior que dos animais sedentários (Gsed:  $0,33 \pm 0,01$  vs. Gtr:  $0,37 \pm 0,01$ ,  $p < 0,05$ ), portanto, resultados similares a presente intervenção que de acordo com o protocolo apresentado no tópico materiais e métodos, resultou em hipertrofia cardíaca (De Ataides Raquel e colaboradores, 2013).

No entanto, em estudo com grupo exercício aeróbio com natação e frequência de cinco vezes por semana, duração de oito semanas, obteve maiores valores da massa cardíaca absoluta ( $1,74 \pm 0,04g$ ) e da massa cardíaca relativa em comparação com o grupo controle (Barbosa Neto, Cheik, Chrigger, 2016).

### **Índice de remodelação cardíaca**

#### **Índice de remodelação cardíaca referente ao peso absoluto do coração**

Os dados coletados apresentaram efeitos mais representativos para o grupo exercício físico aeróbio, com valores estatísticos mais aproximados ao grupo suco uva do que com o grupo de pesquisa vinho tinto, demonstrando um aumento da massa do coração em valores absolutos, sem nenhum tipo de corte para a sua dissecação, referente a mensuração do peso do coração total em miligrama e o tamanho da tibia em centímetros, indicando o índice de remodelação cardíaca. Quanto a medida do coração absoluto em relação a tibia, identificou melhores resultados para os três grupos: exercício aeróbio, suco de uva e vinho tinto.

Alcançando uma relação de fatores que causam melhorias morfológicas ao coração. Corroborando, assim, com o estudo que utilizou exercício físico aquático, modalidade natação com carga, e obteve como resultado o aumento do índice na comparação do coração com peso absoluto em relação ao tamanho da tibia para o grupo exercício físico (Amadeu, 2011).

No estudo em questão, os valores assumidos referente ao índice de remodelação cardíaca calculado pelo peso do átrio em relação a sua normatização através do tamanho da tibia, apresentou o p ajustado com valores maiores para o grupo exercício físico em comparação aos outros grupos, demonstrando uma maior eficácia ao treinamento físico aeróbio, mas também podendo ser comparados a sua eficiência ao consumo do vinho tinto e do suco de uva, que apresentaram resultados significativos com uma equivalência de benefícios, sendo o resultado estatístico a base para essa referência. Tais resultados não condizem com pesquisa com protocolo de exercício em esteira, ao comparar os valores do átrio referente ao tamanho da tibia, pois no mesmo não ocorreu diferença estatística ( $p=0,055$ ) (Silva, 2015).

#### **Índice de remodelação cardíaca referente ao ventrículo direito**

Nos dados adquiridos pelos grupos exercício físico e suco de uva, obteve-se resultados expressivos quanto ao aumento do

volume do átrio direito, mostrando e coincidindo com os valores apresentados acima pelas outras estruturas que também foram pesadas separadamente após a dissecação, oferecendo como base o grupo controle, mostrando melhor índice de remodelação cardíaca, que desponta uma eficácia na ingestão de suco como também na prática de exercício aeróbio regular.

Para um determinado estudo o grupo de exercício normotenso apresentou maior valor da relação ventrículo direito em comparação ao normotenso sedentários, apresentando valores semelhantes aos do presente estudo, o qual obteve valores maiores para o grupo exercício físico aeróbio com protocolo semelhante, mas com a metade do tempo e execução (Martinez e colaboradores, 2016).

Contudo, os grupos suco de uva e vinho tinto obtiveram valores bem aproximados aos apresentados pelo grupo exercício físico aeróbio, podemos assim dizer que coincide as alterações morfológicas apresentadas por outros estudos que se refere ao índice de remodelação cardíaca, obtendo os mesmo benefícios cardíacos que são apresentados pelo treinamento físico aeróbio. Índice de remodelação cardíaca referente ao ventrículo esquerdo

Na análise macroscópica de pesagem após o sacrifício dos animais e na dissecação do ventrículo esquerdo, mensurado de forma separada, permitiu-se identificar algumas alterações no peso de alguns grupos de forma aumentada devido ao uso das bebidas como também estímulos externos causados pelo exercício físico aeróbio, de acordo com o protocolo explicado no tópico materiais e métodos.

Na identificação do grau de hipertrofia cardíaca, o peso dos ventrículos, esquerdo foram analisados em relação ao comprimento da tibia, onde obtiveram resultados significativos estatisticamente os grupos vinho tinto, suco de uva e exercício aeróbio.

A presente pesquisa corrobora com o estudo, o qual obteve como resultado o peso do ventrículo esquerdo maior nos ratos normotensos exercitados que nos sedentários, assim os ratos normotensos treinados apresentaram discreto aumento do peso do ventrículo esquerdo (Okoshi e colaboradores, 2104).

Este fato tem sido comumente observado com o treinamento físico, sendo

denominado hipertrofia fisiológica (Mendes e colaboradores, 2013).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos levam à conclusão de que tanto o consumo de substâncias como o suco de uva e o vinho tinto, quanto a prática regular de atividade física auxiliam no processo de hipertrofia cardíaca.

Tais descobertas contribuem benéficamente para o incentivo de pesquisas em seres humanos com o objetivo de chegar a dosagens que beneficie a saúde humana, possibilitando intervenções não farmacológicas, amenizando, portanto, gastos públicos com tratamentos e internações oriundas de patologias cardíacas.

## REFERÊNCIAS

1-World Health Organization. Hearts: technical package for cardiovascular disease management in primary health care. Geneva: World Health Organization. 2016.

2-Brasil. Departamento de informática do SUS. Infarto agudo do miocárdio é primeira causa de mortes no País, revela dados do DATASUS, 2014. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/noticias/atualizacoes/559-infarto-agudo-do-miocardio-e-primeira-causa-de-mortes-no-pais-revela-dados-do-datasus>>. Acesso em 19/04/2017.

3-Moreira, M.M.; Ikegami, E.M.; Mesquita, I.M.R.; de Assis Amaro, E.; Pena, V.V.; Meneguci, J.; Garcia, C.A.; Júnior, J.S.V. Impacto da inatividade física nos custos de internações hospitalares para doenças crônicas no Sistema Único de Saúde. Arquivos de Ciências do Esporte. Vol. 5. Num. 1. 2017. p. 16-19.

4-Albuquerque, G.; Oliveira, A. M. Alimentação saudável e dietas específicas na prevenção cardiovascular: realidade e mitos. Revista Factores de Risco. Vol. 35. 2015. p. 44-51.

5-Olas, B. Berry Phenolic Antioxidants—Implications for Human Health?. Frontiers in pharmacology. Lodz. Vol. 9, 2018. p. 78.

6-Wightman, J.D.; Heuberger, R.A. Effect of grape and other berries on cardiovascular health. Journal of the Science of Food and

Agriculture. Vol. 95. Num. 8. 2015. p. 1584-1597.

7-Fletcher, G.F.; Ades, P.A.; Kligfield, P.; Arena, R.; Balady, G.J.; Bittner, V.A.; Coke, L.A.; Fleg, J.L.; Forman, D.E.; Gerber, T.C.; Gulati, M.; Madan, K.; Rhodes, J.; Thompson, P.D.; Mark A. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. Vol. 128. Num. 8. 2013. p. 873-934.

8-Kiliszek, M.; Mackiewicz, U.; Maczewski, M.; Burzynska, B. Molecular evidence that exercise training has beneficial effects on cardiac performance. Ann. Transl. Med. Vol. 4. Num. 11. 2016. p. 228.

9-Pedersen, B.K.; Saltin, B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scandinavian journal of medicine & science in sports. Vol. 25. Suppl. 3. 2015. p. 1-72.

10-Rohini, A.; Agrawal, N.; Koyani, C.N.; Singh, R. Molecular targets and regulators of cardiac hypertrophy. Pharmacological research. Vol. 61. Num. 4. 2010. p. 269-280.

11-Brum P.C.; Forjaz C.L.M.; Tinucci, T.; Negrão, C.E.; Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. Rev Paul Educ Fís. Vol. 18. Num. 1. 2004. p. 21-31.

12-Rondon, M.U.P.B.; Brum, P.C. Exercício físico como tratamento não-farmacológico da hipertensão arterial. Revista Brasileira de Hipertensão. Vol. 10. Num. 2. 2003. p. 134-9.

13-Abreu, E.S.; Alves, J.O.; Camurca, A.C.; Ferraz, A.S.M.; Ceccatto, V.M. performance física e hipertrofia ventricular relacionada ao treinamento aeróbico contínuo e intervalado em ratos. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 9. Num. 53. 2015. p. 269-276.

14-De Luca, R.R.; Alexandre, S.R.; Marques, T.; Souza, N.L.; Merusse, J.L.B.; Neves, S.P. Manual para técnicos em bioterismo. São Paulo. Winner Graph. 1996.

15-Yin, F.C.; Spurgeon, H.A.; Rakusan, K.; Weisfeldt, M.L.; Lakatta, E. G. Use of tibial length to quantify cardiac hypertrophy:



application in the aging rat. *Am J Physiol.* Vol. 243. Num. 6. 1982. p. H941-947.

16-Pagan, L.U.; Damatto, R.L.; Cezar, M.D.; Lima, A.R.; Bonomo, C.; Campos, D.H.; Gomes, M.J.; Martinez, P.F.; Oliveira, Jr. S.A.; Gimenes, R.; Rosa, C.M.; Guizoni, D.M.; Moukbel, Y.C.; Cicogna, A.C.; Okoshi, M.P.; Okoshi, K. Long-term low intensity physical exercise attenuates heart failure development in aging spontaneously hypertensive rats. *Cell Physiol Biochem.* Vol. 36. Num. 1. 2015. p. 61-74.

17-Zornoff, L.A.M.; Matsubara, B.B.; Matsubara, L.S.; Minicucci, M.F.; Azevedo, P.S.; Campana, A.O.; Paiva, S.A.R. Cigarette smoke exposure intensifies ventricular remodeling process following myocardial infarction. *Arq Bras Cardiol.* Vol. 86. Num. 4. 2006. p. 276-82.

18-Andersen, J.L.; Schjerling, P.; Saltin, B. Muscle, genes and athletic performance. *Sci Am.* Vol. 283. Num. 3. 2000. p.48-55.

19-Mccall, G.E.; Byrnes, W.C.; Dickinson, A.; Pattany, P.M.; Fleck, S.J. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *J.Appl. Physiol.* Vol. 81. Num. 5. 1996. p. 2004-2012.

20-Harber, M.P.; Konopka, A.R.; Douglass, M.D.; Minchev, K.; Kaminsky, L.A.; Trappe, T.A.; Trappe, S. Aerobic exercise training improves whole muscle and single myofiber size and function in older women. *American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology.* Vol. 297. Num. 5. 2009. p. R1452-9.

21-Konopka, A.R.; Harber, M.P. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. *Exercise and sports sciences reviews.* Vol. 42. Num. 2. 2014. p. 53- 61.

22-Olarte, L.C.; Carvalho, J.E.R.; Florindo Neto, A.R.; Teixeira, G.R.; Seraphim, P.M.; Faccioni, L.C. Morfometria das fibras musculares do músculo reto femoral de ratos submetidos à nicotina e ao treinamento aeróbio. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.* São Paulo. Vol. 11. Num. 64. 2017. p. 110-121.

23-Okoshi, K.; Minicucci, M.F.; Fusco, D.R.; Nadruz Junior, W.; Gimenes, C.; Okoshi, M.P.;

Almeida, E.A. Efeitos do treinamento físico aeróbio sobre a expressão da miostatina e o trofismo de músculos esqueléticos e cardíaco de ratos espontaneamente hipertensos com insuficiência cardíaca. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo. 2014.

24-De Ataiades Raquel, H.; Lyra, A.A.S.; Souza, C.O.; Souza, H.M.; Zaia, C.T.B.V.M.; Martins-Pinge, M.C. Caracterização bioquímica e composição corporal de um modelo de treinamento físico de natação em ratos. *Biosaúde.* Vol. 15. Num. 2. 2013. p. 55-64.

25-Barbosa Neto, O.; Cheik, N.C.; Chrigger, R.S. Estudo dos parâmetros autonômicos cardiovasculares em ratos wistar submetidos à suplementação crônica de chá verde e treinamento físico. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Minas gerais. 2016.

26-Amadeu, M.A. Expressão de microRNAs no coração de ratos espontaneamente hipertensos (SHR) submetidos à treinamento físico aeróbio. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

27-Silva, V.L. Efeito do treinamento físico sobre a função do canal de cálcio tipo L no miocárdio de ratos obesos induzidos por dieta hiperlipídica insaturada. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo. 2015.

28-Martinez, P.F.; Bonomo, C.; Guizoni, D.M.; Oliveira, S.A.Jr.; Damatto, R.L.; Cezar, M.D.M.; Lima, A.R.R.; Pagan, L.U.; Seiva, F.R.F.; Bueno, R.T.; Fernandes, D.C.; Laurindo, F.R.; Zornoff, L.A.M.; Okoshi, K.; Okoshi, M.P. Modulation of MAPK and NF-κB signaling pathways by antioxidant therapy in skeletal muscle of heart failure rats. *Cellular Physiology and Biochemistry.* Vol. 39. Num. 1. 2016. p. 371-384.

29-Mendes, O.C.; Sugizaki, M.M.; Campos, D.S.; Damatto, R.L.; Leopoldo, A.S.; Lima Leopoldo, A.P.; Baldissera, V.; Padovani, C.R.; Okoshi, K.; Cicogna, A.C. Exercise tolerance in rats with aortic stenosis and ventricular diastolic and/or systolic dysfunction. *Arq Bras Cardiol.* Vol. 100. Num. 1. 2013. p. 44-51.

**Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**  
**ISSN 1981-9919 versão eletrônica**

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

**w w w . i b p e f e x . c o m . b r - w w w . r b o n e . c o m . b r**

---

E-mail dos autores:

andre.petroli@univasf.edu.br

layanegaraiva@hotmail.com

marsuelanea@gmail.com

wilkslam@hotmail.com

karoline.t.andrade@gmail.com

tony.\_santos@hotmail.com

ferdinando.carvalho@univasf.edu.br

Endereço para correspondência:

Universidade Federal do Vale do São  
Francisco (UNIVASF).

Colegiado de Educação Física

Av. José de Sá Maniçoba, S/N.

Centro. Petrolina-PE, Brasil.

CEP: 56304-917.

Recebido para publicação em 02/04/2019

Aceito em 26/06/2019