

Efeito do treinamento combinado de baixa intensidade e o controle da glicemia em idosos diabéticos tipo 2

Effect of low-intensity combined training and glycemic control in elderly diabetic type 2

Efecto del entrenamiento combinado de baja intensidad y control glucémico en ancianos tipo diabético 2

Recebido: 03/08/2021 | Revisado: 07/08/2021 | Aceito: 09/08/2021 | Publicado: 14/08/2021

Ruth Silva Lima da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1890-086X>
Centro Universitário Uninorte, Brasil
E-mail: rutylyma@gmail.com

Juliana Magalhães de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8789-999X>
Centro Universitário Uninorte, Brasil
E-mail: jujumagalhaes14@gmail.com

Luiz Fernando de Souza Bussons

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4507-3644>
Centro Universitário Uninorte, Brasil
E-mail: luizsoousac@gmail.com

Rafyck Mohamed Almeida Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8772-6888>
Centro Universitário Uninorte, Brasil
E-mail: rafyckmohamed@gmail.com

João Rafael Valentim Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9346-5389>
Centro Universitário Uninorte, Brasil
E-mail: p.jrvalentim@gmail.com

Resumo

O objetivo foi investigar o efeito do treinamento combinado de baixa intensidade duas vezes por semana sobre a glicemia de idosos diabéticos tipo 2. Trata-se de um estudo semi-experimental, longitudinal, quantitativo, de dados primários que fez uma comparação entre momentos pré-intervenção com momentos pós-intervenção. Foi selecionado de maneira conveniente um grupo voluntário de 26 idosos, de ambos os sexos, diabéticos tipo 2, acompanhados em uma unidade básica de saúde. Foram realizadas análises quantitativas e qualitativas das coletas de glicemia capilar pós-prandial, por período de 30 dias e realizadas sessões de exercícios duas vezes por semana, de aproximadamente 50 minutos, de intensidade baixa, estimada pela escala de Borg. Para se comparar os resultados intragrupo e entre sujeitos do sexo feminino e masculino foram utilizados os testes de Shapiro-Wilks para se determinar a normalidade dos dados em seguida a Anova Ane Way com o Post Hoc de Tukey's todo com significância de 5% por meio do programa *PrismStat* 5.0. Após as comparações do grupo total do momento pré-intervenção com os momentos após o início da intervenção, não houve diferença estatística entre eles, efeito semelhante quando comparados por sexo, onde os resultados não demonstraram diferenças ($p>0,05$). Sendo assim, o exercício de baixa intensidade, duas vezes por semana aplicados à idoso diabético não foi capaz de causar efeitos adicionais nos níveis glicêmicos dos participantes.

Palavras-chave: *Diabetes mellitus*; Gerenciamento da glicemia; Exercício físico.

Abstract

The objective was to investigate the effect of combined low-intensity training twice a week on the glycemia of elderly type 2 diabetics. This is a semi-experimental, longitudinal, quantitative study of primary data that made a comparison between moments pre-intervention with post-intervention moments. A voluntary group of 26 elderly people, of both genders, type 2 diabetics, monitored at a basic health unit was conveniently selected. Quantitative and qualitative analyzes of postprandial capillary blood glucose collections were carried out for a period of 30 days and exercise sessions were carried out twice a week, of approximately 50 minutes, of low intensity, estimated by the Borg scale. To compare the results within the group and between female and male subjects, the Shapiro-Wilks tests were used to determine the normality of the data, followed by Anova Ane Way with Tukey's Post Hoc all with 5% significance through the *PrismStat* 5.0 program. After the comparisons of the total group from the pre-intervention moment with the moments after the beginning of the intervention, there was no statistical difference between them, a similar effect when compared by sex, where the results showed no differences ($p>0.05$). Thus, low-intensity exercise twice a week applied to the elderly diabetic was not able to cause additional effects on the glycemic levels of the participants.

Keywords: *Diabetes mellitus*; Blood glucose management; Physical exercise.

Resumen

El objetivo fue investigar el efecto del entrenamiento combinado de baja intensidad dos veces por semana sobre la glucemia de los diabéticos de tipo 2 de edad avanzada. Se trata de un estudio de datos primarios, semiexperimental, longitudinal, cuantitativo que comparó momentos preintervención con pos intervención. momentos de intervención. Se seleccionó convenientemente un grupo voluntario de 26 ancianos, de ambos sexos, diabéticos tipo 2, monitoreados en una unidad básica de salud. Se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos de las recolecciones de glucemia capilar pos prandial durante un período de 30 días y se realizaron sesiones de ejercicio dos veces por semana, de aproximadamente 50 minutos, de baja intensidad, estimadas por la escala de Borg. Para comparar los resultados dentro del grupo y entre sujetos femeninos y masculinos, se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad de los datos, seguidas de Anova Ane Way con Tukey's Post Hoc, todas con un 5% de significancia a través del programa PrismStat 5.0. Luego de las comparaciones del grupo total desde el momento preintervención con los momentos posteriores al inicio de la intervención, no hubo diferencia estadística entre ellos, efecto similar al compararlos por sexo, donde los resultados no mostraron diferencias ($p > 0.05$). Por lo tanto, el ejercicio de baja intensidad dos veces por semana aplicado a los ancianos diabéticos no pudo causar efectos adicionales en los niveles glucémicos de los participantes.

Palabras clave: *Diabetes mellitus*; Manejo de glucosa en sangre; Ejercicio físico.

1. Introdução

O Diabete Mellitus (DM) tipo 2, tem se consolidado como um grave e crescente problema de saúde pública em todo o mundo devido a sua prevalência e complicações, constituindo-se entre as principais causas de mortalidade precoce na maioria dos países do mundo. Adicionalmente, esta doença é uma condição crônica caracterizada basicamente pelo aumento dos níveis de glicose no sangue e urina, decorrentes de problemas na secreção ou na ação do hormônio insulina produzido pelo pâncreas (Tabasi, Anbara, Siadat, Khezerloo & Elyasinia et al., 2020).

O aumento do número de portadores de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) pode estar relacionado com o envelhecimento populacional, pois há grande associação da doença com o avanço da idade, o que pode levar a um decréscimo nas capacidades físicas, bem como uma série de complicações (Ministério da Saúde, 2019; Dantas, Lima, Falcão, Vancea & Sobral Filho, 2019).

Os indivíduos portadores de DM, apresentam uma condição crônica de saúde, que exige cuidados permanentes para manutenção de sua qualidade de vida e controle metabólico, além de risco aumentado do desenvolvimento de diversas comorbidades, sugerindo-se a necessidade de desenvolverem habilidades de autocuidado para o manejo da sua condição (Louzada-Júnior, da-Silva, da-Silva, Castro & de-Freitas, et al., 2020).

Neste sentido, o exercício físico se mostra uma ferramenta barata e muito eficaz, quando conduzido de maneira adequada, o que leva a identificar que o tipo, volume e a intensidade devem ser bem controlados, uma vez que a literatura evidencia que essas variáveis são de fundamental importância para os seus efeitos sobre a saúde humana, inclusive no que se refere o metabolismo da glicose, pois a prática regular, tem mostrado impacto positivo no sistema metabólico com consequente maior controle da DM2 (Fuchs, 2015; Pinto, 2020).

Estudos prévios demonstraram que exercícios mais vigorosos como os resistidos e o treinamento intervalado de alta intensidade são excelentes ferramentas para a gestão da glicemia de pessoas com diabetes, inclusive, idosos (Louzada-Júnior, da-Silva, da-Silva, Castro & de-Freitas, et al., 2020; S Sylow, Kleinert, Richter, & Jensen, 2017; Röhling, Herder, Stemper & Müssig 2016).

Torna-se importante destacar que a atividade física compreende os movimentos que aumentam o uso de energia, por outro lado, os exercícios físicos se configuram como atividades físicas planejadas e estruturadas. Sendo assim, essas podem melhorar o nível da glicose no sangue no diabetes tipo 2, reduzir os fatores de risco cardiovascular e ainda contribuir para a perda de peso e melhora o bem-estar (Chen, Pei, Kuang, Chen & Chen, et al., 2015; Lin, Zhang, Guo, Roberts & McKenzie et al., 2015).

Contudo, o exercício, apesar de ser muito eficaz e apresentar excelentes níveis de segurança, é também uma atividade que exige delicada necessidade de controle, com especial atenção ao exercício vigoroso devido às diversas possíveis complicações como as ortopédicas e cardiovasculares, em especial na população idosa que costuma exibir maior fragilidade que pessoas mais jovens (Curcio, Wu, Vafaei, Barbosa & Guerra et al., 2020; Lilamand & Raynaud-Simon, 2018), sugerindo-se a necessidade de investigações de outras abordagens como o exercício de baixa intensidade.

Destarte, o exercício de baixa intensidade, apesar de necessitar de um estreito controle, pode ser aplicado com segurança em diferentes populações devido a uma menor exigência orgânica que levaria a uma menor sobrecarga de trabalho. Todavia, estudos demonstram que muitos dos efeitos do exercício só são alcançados com intensidades acima de 60 ou 70% da frequência cardíaca máxima (FC Máx.), no entanto, já foram demonstrados efeitos positivos do exercício à 35% da FC Máx sobre o sistema cardiovascular, o que leva a crer que este efeito também pode ser extrapolado para o metabolismo, o que permitiu formular a hipótese que uma atividade física de intensidade menor, também pode proporcionar benefícios ao metabolismo da glicose de idosos diabéticos (Forjaz, Santaella, Rezende, Barretto & Negrão 1998; Melo, Alencar Filho, Tinucci, Mion, & Forjaz 2006).

Dessa forma, os desafios relacionados ao controle da glicose no sangue através de exercícios físicos, podem variar de acordo com o tipo de diabetes, o tipo de atividade e a presença de complicações relacionadas a doença pré-existente, sendo assim, as recomendações de exercícios, devem ser adaptadas para atender às necessidades específicas de cada indivíduo. Mediante a isso, os portadores de DM tipo 2 devem ser estimulados a realizarem continuamente exercícios físicos, afim de obterem controles glicêmicos ideais (American Diabetes Association, 2016; Colberg, Sigal, Yardley, Riddell & Dunstan, et al., 2016).

Nesse sentido o presente estudo tem por objetivo investigar o efeito de trinta dias de exercício de baixa intensidade duas vezes por semana sobre a glicemia de idosos diabéticos.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo semi-experimental, longitudinal, quantitativo, de dados primários que buscou realizar uma comparação entre momentos pré intervenção com momentos pós intervenção e, adicionalmente, comparou o grupo masculino com o feminino no que se refere às variáveis independentes de interesse do estudo que foi a glicemia sob o efeito da variável dependente de acordo com a intervenção proposta.

A população de estudo foi constituída por 26 indivíduos de ambos os sexos, com 60 anos ou mais de idade, portadores de Diabetes Mellitus tipo 2, não insulino-dependentes, que não estavam praticando exercício físico regularmente, cadastrados e acompanhados pelo médico em um centro de Saúde em Rio Branco-Acre, estar em uso de hipoglicemiantes orais e que frequentavam as atividades do grupo de convivência de idosos da unidade de saúde. Foram excluídos aqueles que participavam do grupo de idosos, porém não eram portadores de DM tipo 2.

O método de seleção da amostra foi por conveniência, ou seja, os que se enquadravam nos critérios de inclusão foram convidados a participarem do estudo. Só foram considerados para esta pesquisa os que completaram 100% dos treinamentos, coletas de sangue nos dias corretos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O glicosímetro e as fitas utilizadas para a medição da glicose foi o da marca Roche e modelo *Accu-Chek Active*.

A coleta de dados foi conduzida em dois momentos distintos, são eles: Primeiro: foi realizada a aplicação de um formulário com perguntas relacionadas aos dados sócio demográficos e relacionadas ao estilo de vida dos participantes; e segundo a coleta de sangue para realização da glicemia capilar nos participantes.

Foram realizadas 4 coletas de glicemia pós-prandial espaçadas a cada 7 dias por um período de 30 dias, sempre após a realização das atividades físicas realizadas. O horário das coletas se deu entre 10 e 11 horas da manhã. O momento pré intervenção foi doravante chamado de **S0**, o primeiro ponto de comparação após o início da intervenção será chamado de **S1**, o segundo de **S2** e o terceiro de **S3**.

As coletas de glicemia capilar ocorreram todas as quintas feiras após a intervenção (programa de treinamento combinado). Para não interromperem a coleta de dados de maneira adequada, todos os voluntários foram orientados a não faltar os dias de treinamento e os de coleta.

O programa de treinamento combinado (exercícios físicos), seguiram uma rotina rígida por todo o tempo de intervenção. As atividades tinham início as 09 horas da manhã. Os voluntários realizaram um conjunto de atividades físicas regulares, com 8 sessões, durante 4 semanas, com frequência de duas vezes por semana e duração de 50 minutos por sessão. Cada sessão envolveu inicialmente exercícios de alongamentos para os músculos posteriores da perna e coxa, anteriores da coxa e pelve, vertebrais, para vertebrais, pescoço, ombros e peitorais com duração de 8 a 10 minutos; ativação cardiocirculatória por meio de caminhada em ritmo leve por aproximadamente 10 minutos de duração, exercícios resistidos de intensidade leve utilizando-se o peso do corpo todos eles com 2 sets e 5 repetições somente.

A sequência de exercícios foi agachamento com pés paralelos, agachamento com pernas abduzidas e pés com 45 graus de rotação externa, execução de flexões plantares com joelhos estendidos e corpo ereto, exercício de remo e de empurrar em duplas onde o a outra pessoa, sem impedir que ele fosse executado, porém, proporcionando resistência a sua execução e flexão de tronco à 45° em decúbito dorsal, em seguida uma atividades de coordenação motora e flexibilidade com duração de 8 a 10 minutos, finalmente, foram executados exercícios respiratórios e de relaxamento por aproximadamente 10 minutos. Os voluntários foram orientados a se hidratasse em dois momentos da sessão, aos 25 minutos após o início da atividade e ao seu final.

Os exercícios foram monitorados pela escala de Borg modificada, onde a sensação subjetiva de esforço foi questionada constantemente e se o sujeito demonstrasse algum tipo de fadiga, respiração ofegante, dificuldade de falar e manter uma conversa com a necessidade de interromper a fala para respirar ou relatasse algum tipo de cansaço, a orientação seria diminuir o ritmo ou a amplitude dos exercícios para que a intensidade ficasse dentro do esperado.

Os dados descritivos do estudo foram exibidos em média e desvio padrão. Para se determinar a normalidade o teste de Shapiro-Wilks foi utilizado. Em seguida, a ANOVA ANE WAY foi utilizada com teste posterior de Tukey. Todos os testes tiveram sensibilidade estabelecida em 5% e foram realizados por meio do programa PrismStat 5.0.

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Centro Universitário Uninorte com o número de parecer 3.358.107 e CAAE: 12823719.2.0000.8028.

3. Resultados

A análise qualitativa dos dados evidencia o predomínio do sexo feminino entre os participantes (69,34%). A média de idade entre eles era de (71,75) anos e que frequentavam o grupo de convivência de idosos há cerca de (4,43) anos. Quanto a glicemia prévia, os dados de todos os participantes se mostraram dentro da faixa de normalidade da glicemia, em relação aos valores de referência da Organização Mundial, sendo (113,12 mg/dl) para o sexo masculino e (96,56 mg/dl) para o sexo feminino. A análise quantitativa não evidenciou diferença entre o sexo masculino e feminino ($p>0.05$). (Tabela 1).

Tabela 1: Características da Amostra.

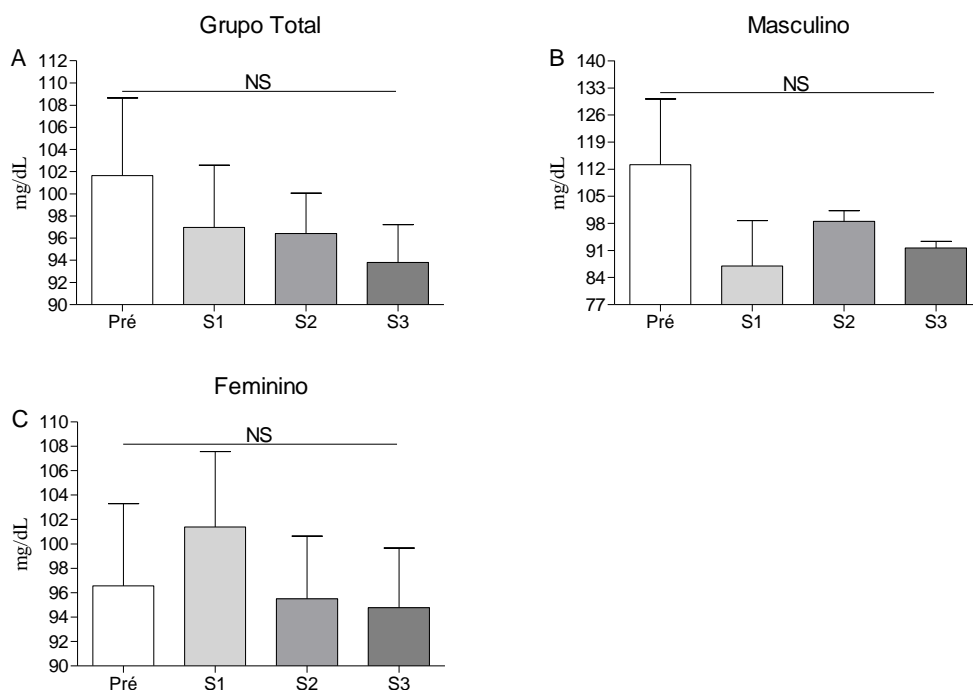
% de distribuição dos sexos	Idade (anos)	Tempo que frequenta o grupo (anos)	Glicemia Prévia (mg/dL)
Masculino (n=8)			
30,76%	71,75 \pm 5,87	2,71 \pm 2,78	113,12 \pm 35,65
Feminino (n=18)			
69,34%	70,33 \pm 9,17	4,43 \pm 2,89	96,56 \pm 28,66
Média Total (n=26)			
	70,76 \pm 8,20	4,61 \pm 2,82	101,65 \pm 26,24

Legenda: Idosos (n=26) assistidos na Unidade Básica de Saúde passaram por entrevista e em seguida procedeu-se a análise de prontuário e ficha do paciente para se determinar a idade, tempo que frequenta a UBS e com a finalidade de se determinar a glicemia em jejum antes do Treinamento (S0) foram submetidos a coleta de uma gota de sangue subcutâneo no dedo indicador da mão direita para análise da glicemia e a análise foi realizada por meio do equipamento monitor de glicemia capilar da Marca Roche e modelo *Accu-Chek Active*.

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A análise quantitativa do Grupo Total composto por sujeitos do sexo masculino e feminino em S0 exibiu glicemia de 101,65 \pm 35,65 mg/dL, em S1 96,96 \pm 28,63 mg/dL, em S2 96,42 \pm 18,52 mg/dL e S3 93,81 \pm 17,35 mg/dL sem exibir diferença na comparação entre eles ($p < 0,05$) (Figura A). O Masculino em S0 exibiu glicemia de 113,11 \pm 48,24 mg/dL, em S1 87,01 \pm 33,05 mg/dL, em S2 98,52 \pm 7,85 mg/dL e em S3 91,63 \pm 4,92 mg/dL sem demonstrar diferenças entre eles ($p < 0,05$) (Figura B). O Feminino em S0 exibiu glicemia de 96,56 \pm 28,66 mg/dL, em S1 101,41 \pm 26,24 mg/dL, em S2 95,52 \pm 21,82 mg/dL e em S3 94,78 \pm 20,72 mg/dL sem demonstrar diferença entre eles ($p < 0,05$) (Figura C).

Figura 1: Perfil Glicêmico. Idosos (n=26) assistidos em uma Unidade Básica de Saúde foram submetidos a 30 dias de programa de treinamento combinado, 2 vezes na semana. Antes do programa de treinamento (S0) foram submetidos coleta de sangue subcutâneo no dedo indicador da mão direita para análise da glicemia, em seguida, uma semana após o início da intervenção (S1), duas semanas (S2) e três semanas após o início (S3) nova coleta foi realizada com o objetivo de comparação. A análise do sangue foi realizada por meio do equipamento monitor de glicemia capilar da Marca Roche e modelo *Accu-Chek Active*. Os dados foram expressos em média e desvio padrão e tratados por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilks e em seguida pela ANOVA ONE WAY com teste posterior de Tukey ambos com significância de 5%. (ns= não significante).



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

4. Discussão

De maneira geral o exercício físico é uma ferramenta importante no gerenciamento da saúde de todas as pessoas. No que se refere ao sistema cardiovascular o exercício de baixa intensidade mostra-se capaz de melhorar os valores pressóricos exibindo um perfil tempo dependente, ou seja, quanto maior a exposição ao exercício de baixa intensidade mais duradouro é o efeito hipotensor. (Forjaz, Santaella, Rezende, Barrento & Negrão, 1998; Melo, Alencar Filho, Tinucci, Mion, & Forjaz, 2006).

No presente estudo foi testado a hipótese que exercícios executados em intensidades baixa (com a sensação subjetiva de esforço estimada pela escala de Borg baixa, o que deveria corresponder à até 50% da FC Máxima) seriam capazes de provocar aprimoramentos no metabolismo da glicose, o que não foi evidenciado, pois a sequência de exercícios de baixa intensidade, não foi capaz de causar efeitos adicionais nos níveis glicêmicos dos participantes.

Mediante isso, diferentes autores inferem que a intensidade do exercício é o principal fator relacionado aos benefícios no metabolismo da glicose, com exercícios resistidos, sendo que os exercícios intermitentes de alta intensidade, promovem os aprimoramentos esperados para o exercício e com o menor tempo necessário para que os primeiros efeitos apareçam se comparados com exercícios contínuos de intensidade moderada, inclusive no que se refere ao sistema cardiovascular, sugerindo-se, inclusive, segurança na sua aplicabilidade (Louzada-Júnior, da-Silva, da-Silva, Castro & de-Freitas, et al., 2020;

S Sylow, Kleinert, Richter, & Jensen, 2017; Viana, Naves, Coswig de Lira & Steele et al., 2019; Stavrinou, Bogdanis, Giannaki, Terzis & Hadjicharalambous 2018; Lira, dos Santos, Caldeira, Inoue, Panissa & Cabral-Santos et al., 2017; Marosi & Mattson, 2014).

Desta maneira, exercício sistematizado, aplicado por ao menos 3 vezes na semana, com intensidade moderada ou alta, por ao menos 30 dias consecutivos quando intensos e 60 é uma eficiente medida para a diminuição da glicemia sanguínea (Gibala, Little, Macdonald & Hawley, 2012; Karlsen, Aamot, Haykowsky & Rognmo, 2017; Ringseis, Eder, Mooren & Krüger, 2015). Dessa forma os achados do presente estudo quanto aos níveis glicêmicos dos participantes, podem estar relacionados a intensidade do programa treinamento combinado, bem como a quantidade de dias de aplicação do mesmo entre os participantes.

Os mecanismos para estas observações já foram propostos e testados. O exercício de alta intensidade é capaz de estimular a translocação das organelas intracelulares chamadas de GLUT (Glucose Transporter), que, no caso do músculo, é chamado de GLUT-4, até a membrana celular o que permite que o miócito seja capaz de captar mais glicose da circulação sanguínea (Gomes, Rezende, Malisch, Lee & Rivas et al., 2009; Houmard, Shinebarger, Dolan, Leggett- & Frazier et al., 1993).

Em outra via foi relatado que este estímulo é capaz de manter a captação de glicose facilitada por até 48h, com especial resultados esperados para o exercício de intensidade moderada ou alta intensidade (S Sylow, Kleinert, Richter & Jensen, 2017; Gillen, Percival, Skelly, Martin & Tan et al., 2014; Richter & Hargreaves, 2013).

Portanto, exercícios de endurance agudos, com tempo de 45 a 60 minutos de exposição e intensidade de 65 a 75% do VO₂ máximo é capaz de melhorar fatores intracelulares musculares que regulam a captação da glicose (O’Gorman, Karlsson, McQuaid, Yousif & Rahman et al., 2006), demonstrando a importância de se considerar a intensidade e do volume nestas observações.

Estudos experimentais em animais vêm demonstrando que somente contrações musculares extremamente vigorosas levam a aumentos na atividade de vias que culminam com modificações no metabolismo que levam a melhora na captação e metabolismo da glicose (Goodyear, Giorgino, Balon, Condorelli & Smith, 1995) o que reforça ainda mais a noção do fato relacionado à intensidade do exercício e o metabolismo da glicose.

Outro fato a ser considerado é o efeito acumulativo do exercício sobre o metabolismo. É bastante plausível que o exercício produza além dos seus efeitos agudos, efeitos crônicos que se diferenciam e razão do acúmulo de inúmeras diferentes sessões de exercício sobre o organismo. Diferentes autores vêm relatando que o exercício crônico também leva a melhorias no metabolismo da glicose. (Consitt, Van Meter, Newton, Collier & Dar et al., 2013; Frøsig, Rose, Treebak & Kiens et al., 2007; Holten, Zacho, Gaster, Juel & Wojtaszewski, et al., 2004).

Finalmente, também já foi evidenciado que exercícios de corrida de longa duração em animais aumentam a fosforilação intracelular de diferentes vias metabólicas relacionadas com o metabolismo da glicose que é ativado propiciando melhor atividade metabólica desta molécula (Holten, Zacho, Gaster, Juel & Wojtaszewski, et al., 2004).

Mediante a isso, duas coisas ficaram evidentes no presentes estudo, (i) há um efeito dose resposta do exercício físico sobre o metabolismo da glicose e da resistência à insulina e que, de fato, 30 dias de intervenção com frequência de dois dias por semana não são suficientes para diminuir a glicose pós prandial e, (ii) a intensidade do exercício também tem um papel fundamental sobre o metabolismo da glicose, evidenciando que a intensidade aqui proposta para o treinamento também não foi eficaz em proporcionar aprimoramentos no metabolismo da glicose de diabéticos tipo 2.

5. Considerações Finais

Ficou evidente que o efeito do treinamento combinado de baixa intensidade, com frequência de duas vezes por semana quando aplicados à idosos diabéticos tipo 2, não foi capaz de causar efeitos adicionais nos níveis glicêmicos dos participantes, evidenciando que a intensidade e o volume do exercício possuem um papel crítico no controle da glicose pós-prandial e precisam ser ajustados de acordo com as recomendações das evidências científicas atuais sobre o tema.

As limitações do presente estudo estão ligadas à impossibilidade de se admitir um grupo controle sedentário. Dessa maneira recomenda-se, que este mesmo estudo seja realizada com mais tempo de exposição ao exercício, com grupo controle sedentário e exercícios de outras intensidades acima da aqui testada para se determinar qual a intensidade de exercício mínima, qual o tempo mínimo para efeitos sejam observados, e qual é a recomendação ideal para que o exercício seja capaz de proporcionar os aprimoramentos necessários ao metabolismo da glicose de idosos diabéticos de maneira que essa população possa obter os benefícios desta atividade que são largamente descritos na literatura.

Referências

- American Diabetes Association. Fundamentos de atendimento e avaliação médica abrangente (2016). *Diabetes Care*, 39 (Supplement 1): S23 - S35
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065-2079.
- Chen, L., Pei, J. H., Kuang, J., Chen, H. M., Chen, Z., Li, Z. W., & Yang, H. Z. (2015). Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Metabolism*, 64(2), 338-347.
- Curcio, C. L., Wu, Y. Y., Vafaei, A., Barbosa, J. F. D. S., Guerra, R., Guralnik, J., & Gomez, F. (2020). A regression tree for identifying risk factors for fear of falling: the International Mobility in Aging Study (IMIAS). *The Journals of Gerontology: Series A*, 75(1), 181-188. doi:10.1093/gerona/glz002.
- Consitt, L., Van Meter, J., Newton, C., Collier, D., Dar, M., & Wojtaszewski, J. et al. (2013). Impairments in Site-Specific AS160 Phosphorylation and Effects of Exercise Training. *Diabetes*, 62(10), 3437-3447. <https://doi.org/10.2337/db13-022924>.
- Dantas, I. V., Lima, G. N., Falcão, A. P. S. T., Vancea, D. M. M., & Sobral Filho, D. C. (2019). Fatores de adesão e permanência de idosos com diabetes tipo 2 a um programa de exercício físico. *ConScientiae Saúde*, 18(1), 26-34.
- Forjaz, C., Santaella, D., Rezende, L., Barretto, A., & Negrão, C. (1998). A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, 70 (2), 99-104. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x199800020000610>.
- Fuchs R. (2015). Physical Activity and Health. In: *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*. doi:10.1016/B978-0-08-097086-8.14115-7
- Frøsig, C., Rose, A., Treebak, J., Kiens, B., Richter, E., & Wojtaszewski, J. (2007). Effects of Endurance Exercise Training on Insulin Signaling in Human Skeletal Muscle. *Diabetes*, 56(8), 2093-2102. <https://doi.org/10.2337/db06-1698>.
- Gibala, M., Little, J., MacDonald, M., & Hawley, J. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal Of Physiology*, 590(5), 1077-1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>.
- Gillen, J., Percival, M., Skelly, L., Martin, B., Tan, R., Tarnopolsky, M., & Gibala, M. (2014). Three Minutes of All-Out Intermittent Exercise per Week Increases Skeletal Muscle Oxidative Capacity and Improves Cardiometabolic Health. *Plos ONE*, 9(11), e111489. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111489>.
- Gomes, F., Rezende, E., Malisch, J., Lee, S., Rivas, D., & Kelly, S. et al. (2009). Glycogen storage and muscle glucose transporters (GLUT-4) of mice selectively bred for high voluntary wheel running. *Journal Of Experimental Biology*, 212(2), 238-248. <https://doi.org/10.1242/jeb.025296>.
- Goodyear, L., Giorgino, F., Balon, T., Condorelli, G., & Smith, R. (1995). Effects of contractile activity on tyrosine phosphoproteins and PI 3-kinase activity in rat skeletal muscle. *American Journal Of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 268(5), E987-E995. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1995.268.5.e987>.
- Holten, M., Zacho, M., Gaster, M., Juel, C., Wojtaszewski, J., & Dela, F. (2004). Strength Training Increases Insulin-Mediated Glucose Uptake, GLUT4 Content, and Insulin Signaling in Skeletal Muscle in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes*, 53(2), 294-305. <https://doi.org/10.2337/diabetes.53.2.294>
- Houmard, J., Shinebarger, M., Dolan, P., Leggett-Frazier, N., Bruner, R., & McCammon, M. et al. (1993). Exercise training increases GLUT-4 protein concentration in previously sedentary middle-aged men. *American Journal Of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 264(6), E896-E901. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.264.6.e896>
- J Louzada-Júnior, A., da-Silva, J. M., da-Silva, V. F., Castro, A. C. M., de-Freitas, R. E., Cavalcante, J. B., & Valentim-Silva, J. R. (2020). Multimodal HIIT is more efficient than moderate continuous training for management of body composition, lipid profile and glucose metabolism in the diabetic elderly. *Int. j. morphol*, 392-399. doi:10.4067/S0717-95022020000200392.

- Karlsen, T., Aamot, I., Haykowsky, M., & Rognmo, Ø. (2017). High Intensity Interval Training for Maximizing Health Outcomes. *Progress In Cardiovascular Diseases*, 60(1), 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.006>.
- Lin, X., Zhang, X., Guo, J., Roberts, C. K., McKenzie, S., Wu, W. C., & Song, Y. (2015). Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American heart association*, 4(7), e002014.
- Lilamand, M., & Raynaud-Simon, A. (2018). Prévalence et conséquences de la fragilité. *Pratiques En Nutrition*, 14 (55), 13-14. <https://doi.org/10.1016/j.pranut.2018.05.004>.
- Lira, F., dos Santos, T., Caldeira, R., Inoue, D., Panissa, V., & Cabral-Santos, C. et al. (2017). Short-Term High- and Moderate-Intensity Training Modifies Inflammatory and Metabolic Factors in Response to Acute Exercise. *Frontiers In Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00856>.
- Marosi, K., & Mattson, M. (2014). BDNF mediates adaptive brain and body responses to energetic challenges. *Trends In Endocrinology & Metabolism*, 25(2), 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2013.10.006>;
- Melo, C., Alencar Filho, A., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz, C. (2006). Hipotensão pós-exercício induzida por exercícios de resistência de baixa intensidade em mulheres hipertensas recebendo captopril. *Monitoramento da pressão arterial*, 11 (4), 183-189. <https://doi.org/10.1097/01.mbp.0000218000.42710.91>.
- O’Gorman, D., Karlsson, H., McQuaid, S., Yousif, O., Rahman, Y., & Gasparro, D. et al. (2006). Exercise training increases insulin-stimulated glucose disposal and GLUT4 (SLC2A4) protein content in patients with type 2 diabetes. *Diabetologia*, 49(12), 2983-2992. <https://doi.org/10.1007/s00125-006-0457-3>.
- Pinto, M. M. (2020). O benefício do exercício físico no sistema metabólico em doentes com diabetes tipo 2 (doctoral dissertation, Universidade de Coimbra).
- Richter, E., & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. *Physiological Reviews*, 93(3), 993-1017. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2012>
- Ringseis, R., Eder, K., Mooren, F. C., & Krüger, K. (2015). Metabolic signals and innate immune activation in obesity and exercise. *Exercise immunology review*, 21.
- Röhling, M., Herder, C., Stemper, T., & Müssig, K. (2016). Influence of acute and chronic exercise on glucose uptake. *Journal of diabetes research*, 2016.
- Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. Clannad. 2017-2018, 491.
- S Sylow, L., Kleinert, M., Richter, E. A., & Jensen, T. E. (2017). Exercise-stimulated glucose uptake—regulation and implications for glycaemic control. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(3), 133-148.
- Stavrinou, P., Bogdanis, G., Giannaki, C., Terzis, G., & Hadjicharalambous, M. (2018). High-intensity Interval Training Frequency: Cardiometabolic Effects and Quality of Life. *International Journal Of Sports Medicine*, 39(03), 210-217. <https://doi.org/10.1055/s-0043-125074>.
- Tabasi, M., Anbara, T., Siadat, S. D., Khezerloo, J. K., Elyasnia, F., Bayanolhagh, S., & Bouzari, S. (2020). Socio-demographic characteristics, biochemical and cytokine levels in bulimia nervosa candidates for sleeve gastrectomy. *Archives of Iranian medicine*, 23(1), 23-30.
- Viana, R., Naves, J., Coswig, V., de Lira, C., Steele, J., Fisher, J., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British Journal Of Sports Medicine*, 53(10), 655-664. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099928>.