

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Caio Duarte Fajardo**  
**Rômulo Nonato da Silva**

**TREINAMENTO DE FORÇA COMO MÉTODO NÃO  
FARMACOLÓGICO NO TRATAMENTO DA DIABETTES MELLITUS  
TIPO 2**

**VOLTA REDONDA**  
**2019**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**TREINAMENTO DE FORÇA COMO MÉTODO NÃO  
FARMACOLÓGICO NO TRATAMENTO DA DIABETTES MELLITUS  
TIPO 2**

Artigo apresentado ao Curso de Educação Física – Bacharelado como requisito à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Alunos:  
Caio Duarte Fajardo  
Rômulo Nonato da Silva

Orientador:  
Prof. Dr. Igor Dutra Braz

**VOLTA REDONDA  
2019**

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Alunos:

Caio Duarte Fajardo

Rômulo Nonato da Silva

Título: Treinamento de força como método não farmacológico no tratamento da Diabetes Mellitus tipo 2

Orientador:

Prof. Dr. Igor Dutra Braz

Banca Avaliadora:

---

Prof. Me. Rodolfo Guimarães Silva

---

Prof. Dr. Stephan Pinheiro Frankenfeld

---

Prof. Dr. Igor Dutra Braz

**SUMÁRIO**

Resumo.....	5
Introdução.....	6
Metodologia.....	9
Procedimentos Metodológicos.....	9
Critérios de inclusão e exclusão.....	10
Resultados.....	10
Discussão.....	13
Sensibilidade à insulina.....	15
Glucagon.....	18
Peso corporal.....	18
Considerações Finais.....	20
Referências.....	22

## RESUMO

Um dos grandes problemas da atual sociedade e que cresce cada vez mais é a obesidade. Ela é considerada um fator de risco para uma série de doenças, entre elas o Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). A prática de atividade física como o treinamento de força (TF) pode colaborar para a melhoria desses problemas incluindo a obesidade e o DM2, sendo uma estratégia de baixo custo e acessível para a população. Entretanto, a evidência do impacto do TF no DM2 ainda não está consolidada. O objetivo do presente estudo foi verificar os benefícios do TF como tratamento não farmacológico da DM2. Foi realizada uma revisão bibliográfica, com uma busca eletrônica nas bases virtuais de dados: Google acadêmico, SciELO, utilizando os seguintes descritores no DECS (Descritores em Ciências da Saúde): Diabetes mellitus, treinamento de resistência, exercício, treinamento de força, musculação, exercício físico. O TF é eficaz no aumento de massa magra e força, melhora no transporte de insulina, diminuição dos níveis de glicose no sangue, estimula uma melhor captação de glicose pelo músculo e atinge de forma benéfica os fatores de risco que podem levar a outras doenças cardiovasculares. Ainda colabora na redução dos índices de gordura e peso corporal, sendo um tratamento eficaz contra a obesidade. A prática de exercícios físicos é uma estratégia que entra como forma de intervenção para reduzir os impactos causados por essas complicações. De acordo com os dados analisados no presente trabalho, o TF pode implicar em importantes benefícios no organismo de pessoas com DM2.

**Palavras-chave:** Diabetes mellitus, treinamento de resistência, exercício, treinamento de força.

## INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1998), a obesidade é considerada um problema de saúde pública que leva a muitas consequências físicas, psicológicas e sociais, com alto índice de morbimortalidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis.

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma doença caracterizada por uma resistência periférica ao hormônio insulina, associada à sua baixa taxa de secreção, o que pode ocorrer em qualquer pessoa de qualquer idade, porém, é uma doença comumente diagnosticada após os 40 anos. Grande parte da população que é diagnosticada com DM2 é constituída por pessoas obesas ou que sofrem por sobrepeso e podem utilizar do tratamento com insulina ou outros fármacos para se obter o controle metabólico adequado. Portadores de DM2 não produzem o suficiente para controlar a produção de glicose pelo fígado ou promover absorção de glicose pelos tecidos periféricos.

Essa resistência insulínica poder ser uma condição genética ou adquirida, onde se é provocada de acordo com a resposta durante a captação de glicose pelos tecidos muscular e adiposo. Quando se produz pouca glicose, é necessário que haja maior produção de insulina pelo pâncreas, para realizar a homeostase dos níveis glicêmicos, com isso aumenta-se os níveis de insulina circulantes, sendo assim, há uma hiperinsulinemia sanguínea. Quando são encontrados altos níveis de células adiposas, dificulta-se a chegada da insulina até seu transportador GLUT4, fazendo com que haja grande dificuldade de realizar a manutenção da glicose sanguínea ocasionando o DM (Cesaretti, M; Junior, O; 2006). Esta é uma doença que aparece em geral lentamente sem que seus sintomas sejam reconhecidos (Pereira, 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde (2013): a prevalência de DM2 nos países da América Central e do Sul foi determinada em 26,4 milhões de pessoas e projetada para 40 milhões até 2030. O Ministério da Saúde (2013) calcula que o Brasil ultrapasse a 8ª posição, com prevalência de 4,6%, em 2000, para a 6ª posição, 11,3%, em 2030. Os fatores de risco relacionados aos maus hábitos alimentares e estilo de vida sedentário da população estão associados a este incremento na carga de diabetes global. (OMS, 2003).

Em contrapartida, no ano de 2018 a OMS lançou um plano de ação global para atividade física no intuito de reduzir os impactos causados pelas doenças crônicas não transmissíveis, tal como outras doenças, com tema “Mais Pessoas Ativas Para Um Mundo Mais Saudável”, sua meta é reduzir a inatividade física em 10% até 2025 e 15% até 2030. Com isso, podemos afirmar que haverá uma contribuição muito benéfica para reduzir os custos de investimento da área da saúde, no ambiente, no desenvolvimento econômico, bem-estar da comunidade e qualidade de vida.

Suas principais metas para colocar o programa em funcionamento é: criar sociedades ativas, criar ambientes ativos, criar sistemas ativos para que enfim, possa criar o hábito de pessoas mais ativas na sociedade (OMS 2018).

Outro fator determinante para esses dados que aumentam frequentemente, é a inatividade física e a falta de condicionamento físico são considerados como fatores de risco que se equivalem ao fumo, dislipidemia, diabetes, hipertensão, todos ligados de forma significativa ao sedentarismo. (Oliveira, F; 2015)

Inicialmente, em um trabalho conjunto com a dieta, o exercício físico remete a uma melhora na condição de saúde do portador da DM2. Verifica-se que, com a prática regular e gradativa do exercício físico em uma média de 30 minutos diariamente, 5 a 7 vezes por semana, os níveis de insulina são reduzidos e os riscos de hipoglicemia também são menores. É importante salientar que a prática seja orientada por profissionais capacitados para que sejam controlados os níveis de volume e intensidade dos treinos de acordo com a necessidade de cada pessoa (Lima, M; 2019).

Além da DM2, a obesidade e o sobrepeso estão diretamente relacionados a outras doenças cardiovasculares, como hipertensão arterial, dislipidemia e problemas musculoesqueléticos. Portanto, a redução destes dois fatores que causam essa série de problemas é imprescindível para manutenção da saúde. O exercício físico é uma estratégia de tratamento eficaz e que traz resultados positivos na melhoria da condição dos fatores de risco. Contudo, a prescrição de exercícios deve seguir uma base metodológica que envolve diversos componentes, como intensidade do esforço, frequência das atividades, tipo de atividade executada, duração do esforço e progressão do treinamento. Com a organização e ajustes necessários desses componentes, o exercício físico provoca a melhora da composição corporal, com a redução da gordura corporal e aumento da massa

magra, além de facilitar um balanço energético negativo (Dias, I; Montenegro, R; Monteiro, W; 2014).

Um dos principais tratamentos para o DM2 é a prática regular de exercícios físicos, pois, ocorre uma melhor captação de glicose nos tecidos periféricos e diminui as ações do sistema nervoso simpático. É importante ainda salientar o impacto positivo que o exercício físico causa no organismo. Alterações metabólicas começam a ser visíveis já nas primeiras semanas de prática. Dentre essas alterações fisiológicas, podem-se destacar como mais importantes o aumento da massa magra pelo processo de hipertrofia com o treinamento. Como o tecido muscular é metabolicamente mais ativo ocorre alteração da taxa metabólica de repouso, aumentando o metabolismo basal. A melhora do consumo energético, que consiste em nível de oxigênio consumido e um aumento considerável da potência aeróbia ( $VO_2$  máx.), todos esses fatores que vão colaborar na diminuição da obesidade. Além desses, o perfil lipídico também é alterado considerando que há uma diminuição de triglicerídeos e LDL e aumento do HDL com a prática regular, dependendo essa mudança em grande parte, do volume e intensidade do treinamento. Cita-se também a diminuição da pressão arterial diastólica e sistólica, aumento da circulação sanguínea para os músculos, do débito cardíaco e sistólico, além de prevenir o risco de doenças coronarianas, vasculares cerebrais e hipertensão arterial (Cantieri, G; Bueno, C; Martinez-Ávila, D; 2018).

Diversas alterações metabólicas que acontecem no indivíduo portador de DM2, incluindo hiperglicemia, alto nível de ácidos graxos livres e resistência à insulina, podem comprometer a função do endotélio de sintetizar ou degradar o NO (óxido nítrico), esta disfunção está diretamente relacionada com lesões vasculares que geram placas de ateroma. Estudos comprovam que a disfunção do endotélio em portadores de DM2, gera modificação no relaxamento do mesmo. Alguns estudos, não todos, comprovaram que portadores de DM2 demonstram alterações do relaxamento muscular, podendo-se dizer que a redução da taxa de NO no organismo do diabético está relacionada com a predisposição aterogênica (Amarante, R. D. M et. Al).

O treinamento de força (TF), também chamado de treinamento resistido, é uma das formas mais populares de melhoria do condicionamento e aptidão física, remete em um modelo de treinamento no qual se exerce uma forma contra a resistência, utilizando-se aparelhos, pesos livres ou o peso corporal (J. Fleck, J.



Kraemer, 2017). De forma popular, esse tipo de treinamento é utilizado para melhoria da aparência física e estética, porém, em questão de saúde, é uma importante opção terapêutica para diversos tipos de doenças. Quando se trata da DM2, os efeitos do treinamento físico resultam em um melhor controle glicêmico, diminuição de gordura visceral e subcutânea. Assim, aumenta-se a sensibilidade à insulina e a expressão de receptores GLUT4, responsável pelo transporte de glicose e modulado pela insulina (Cantieri, G; Bueno, C; Martinez-Ávila, D; 2018). Além disso, melhora a força e colabora para o aumento da massa muscular, e também podem ter outros benefícios, como ser uma intervenção adjuvante no tratamento não farmacológico da doença. Outro fator a ser considerado é a diminuição de gordura corporal, colaborando assim, para o aumento da sensibilidade insulínica. (Moraes, V; Tomás, A; 2018).

Neste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica que tem por finalidade analisar como o treinamento de força pode beneficiar pessoas com DM2 no tratamento não farmacológico, assim como nos fatores de risco cardiovascular associados.

## **METODOLOGIA**

Baseado na abordagem do tema, o objetivo deste estudo e procedimentos técnicos, o mesmo é caracterizado como estudo bibliográfico e descritivo. Utilizamos uma pesquisa integrativa que demonstrará os benefícios do treinamento de força para portadores de DM2.

### ***Procedimentos Metodológicos***

Foi realizada uma busca eletrônica nas bases virtuais de dados: Google acadêmico, SciELO, utilizando os seguintes descritores no DECS (Descritores em Ciências da Saúde): Diabetes mellitus, treinamento de resistência, exercício, treinamento de força, musculação, exercício físico. Para se obter os resultados esperados, este estudo foi baseado na descrição e discussão dos dados que foram encontrados de diferentes autores.

Para executar esta pesquisa de revisão bibliográfica da literatura, nos utilizamos de 6 (seis) etapas, cujo as mesmas são descritas por Mendes, Silveira e Galvão (2013), segue abaixo:

**Primeira etapa:** Escolha pelo tema e decisão da hipótese para que fosse realizada a revisão bibliográfica existente na literatura

**Segunda etapa:** Busca nas bases eletrônica de dados para localizar estudos já realizados a respeito do tema escolhido de acordo com os descritores selecionados.

**Terceira etapa:** Verificar se as informações encontradas contêm estudo, objetivos, metodologia utilizada, resultados, discussões e conclusões significativas para aproveitamento de estudo.

**Quarta etapa:** Os resultados foram apresentados de forma sistematizada, seguindo recomendações das revisões sistemáticas (critérios PICO).

**Quinta etapa:** Nesta foi realizada uma análise da fase de discussão dos resultados na pesquisa. Os resultados foram revisados e fundamentados na avaliação crítica dos estudos incluídos e realizada uma comparação com estudo teórico e identificadas as conclusões e implicações da revisão da literatura.

**Sexta etapa:** Esta etapa é contemplada pela elaboração do artigo onde deve demonstrar a descrição das etapas percorridas pelo revisor e os resultados encontrados da análise dos artigos.

As etapas que direcionaram esta revisão foram: estabelecimento da questão de pesquisa, coleta de dados, avaliação, análise e interpretação dos dados; apresentação e discussão dos resultados e conclusões (Mendes *et al.*, 2012).

### ***Critérios de inclusão e exclusão***

Dentre os critérios estabelecidos para inclusão decidimos utilizar apenas artigos em português, disponíveis online na íntegra, que abordaram assuntos relacionados a exercício físico, treinamento de força e DM2 e artigos publicados dentro do período delimitado de 2006 a 2019. Foram utilizados somente artigos que apresentavam alguma relação específica com tema proposto, que tivessem os descritores selecionados, e respeitassem o período acima citado. Foram excluídos quaisquer artigos que não tinham qualquer relação com o tema e o estudo realizado abaixo.

## RESULTADOS

Os principais estudos encontrados estão demonstrados na tabela 1 abaixo, evidenciando a população estudada, intervenções/controle e resultados obtidos (sistema PICO).

Tabela 1. Avaliação dos artigos

<b>Artigo</b>	<b>População</b>	<b>Intervenção e Controle</b>	<b>Resultados</b>
<b>MOURA, D. MATTOS, D. HIGINO, W. (2006)</b>	8 mulheres, portadores de DM2.	Programa de treinamento resistido com 3 sessões por semana, durante 8 semanas. Utilizando método alternado por segmento.	Diminuição da massa corporal total, do % de gordura e da glicose.
<b>PIRES C.M.R.; CARVALHO R.S.T (2012)</b>	10 indivíduos, portadores de DM2, sendo 8 do sexo feminino e 2 do sexo masculino.	Programa de treinamento resistido com 12 exercícios, sendo 4 para coxa, 2 para peitoral, 2 para ombros, 1 para bíceps e 1 para tríceps. Evitando sequência de músculos agonista ou sinergista.	Após a sessão de treino foi identificada uma redução significativa na glicemia de $20,7 \pm 4,8$ mg/dl.
<b>RIBEIRO ET AL. (2016)</b>	Diabéticos de ambos os gêneros de Recife e proximidades	40 min. de TF, 8 exercícios para grandes e pequenos grupos musculares, 3x/semana	Aumento da capacidade de transporte de glicose no músculo e da sensibilidade à ação da insulina. Diminui os índices glicêmicos.

<b>SANTOS ET AL. (2014)</b>	48 indivíduos diabéticos com 60-85 anos: não Treinados (19) e Treinados (29).	50 min.de treinamento resistido ondulatório (TRO). 10 exercícios, 1-3 séries. Sobrecarga alternada por semana (50% de 1RM, 12 rep a 70% de 1RM, 8	Este protocolo de TRO realizado com sobrecargas foi eficiente para ganhos de força máxima em idosos com DM2.
<b>SOUSA ET AL (2013)</b>	34 portadores de DM2 (idade: 58,94 ± 10,66).	12 semanas de TF, 10 exercícios, 3 séries, 12- RM, 3x/semana em dias alternados, com intervalo de 2 min entre as séries. Preferência por grandes grupos musculares	Diminuiu índices de glicemia e níveis plasmáticos de leptina. Mais massa magra e captação de glicose pelo músculo.
<b>PINTO ET AL (2018)</b>	60 mulheres saudáveis e sedentárias	3 grupos: um grupo controle, um treinando 3 vezes por semana e outro 5 vezes por semana.	Houve redução no percentual de gordura no GT5 após 8 semanas de treinamento, sem modificações nas variáveis massa corporal e IMC em todos os grupos
<b>NEVES ET AL (2015)</b>	67 indivíduos, 20 homens de 30 a 36 anos; 47 mulheres de 34 a 41 anos;	TF – 3 séries de 10 – 15 repetições 60% a 80% de intensidade de 1 RM;	3 avaliações em períodos diferentes durante a pesquisa. Todas apresentaram reduções significativas em Peso Corporal, IMC, percentual de gordura, circunferência de

			cintura, quadril e abdômen.
--	--	--	-----------------------------

Fonte: Os autores

## DISCUSSÃO

Danilo, Mattos e Higino (2006) realizaram um estudo com 8 mulheres sedentárias e portadoras de DM2 com idade entre 47 e 70 anos que não utilizavam insulina injetável. Este grupo foi submetido a uma sessão de TF 3 vezes na semana, por 8 semanas, sendo um método circuitado onde tinham 30 segundos para realização do exercício e 30 segundos de descanso. Utilizaram o método alternado por segmento (membros superiores e membros inferiores), realizaram 3 circuitos dando sempre 2 minutos de intervalo entre eles. Segundo dados coletados puderam concluir que o TF é eficaz para diminuição da massa corporal total e percentual de gordura, o que pode ser diretamente influente na diminuição da glicose.

De acordo com Pires e Carvalho (2012), em um estudo com 10 indivíduos, sendo 8 mulheres e 2 homens sedentários com DM2 e que não usam insulina injetável. Eles realizaram um TF circuitado que abrangia todos os grupamentos musculares sendo apenas uma passagem por cada estação do circuito. O número de repetições foi de 20 em uma velocidade de execução de 3 a 4 segundos com 1 minuto de descanso. Os voluntários apresentaram diminuição da glicemia em jejum, mas, segundo os autores ainda é preciso mais estudos que demonstrem os efeitos do TF no organismo diabético.

No trabalho de Ribeiro *et al.* (2016) a intervenção que ocorreu por TF mostrou controle na média de glicemia se comparadas no pós e pré exercício das amostras. O estudo demonstra que a capacidade no transporte de glicose para dentro do músculo e sensibilidade da ação à insulina aumentou no grupo que realizou o TF, isso faz com que a regulação da glicose seja melhorada e, além disso, fique mais disponível para a utilização da musculatura.

Existem algumas variações do TF que apresentam resultados positivos para os diabéticos. É o que mostra o estudo de Santos *et al* (2014), onde foi utilizado o treinamento resistido ondulatório (TRO) que consiste em uma adaptação do corpo a cada sessão de treinamento, quebrando a homeostase. As amostras foram pessoas diabéticas e evidenciou o aumento da força de todos grupos musculares. Porém,

ainda são necessários mais estudos com esse método para avaliar os impactos mais específicos no DM2. Gutierrez e Marins (2008) relataram também que o método de TF progressivo acarreta alterações na mudança corporal. Os efeitos do TF nos fatores de risco da síndrome metabólica resultaram em diminuição da obesidade, aumento da sensibilidade à insulina, melhora da homeostase da glicose,

De acordo com Marques e Pigoso (2015), o TF é um importante meio no tratamento, prevenção e controle da DM2 pelos diversos benefícios que apresenta ao organismo, como a melhora da sensibilidade a insulina, aumento da captação de glicose pelo músculo, da força muscular, melhora na condição física, ganho de massa magra, perda de gordura corporal que, segundo os autores McArdle, Katch e Katch (2002), o alto índice de gordura corporal pode ser tratado com uma fonte quase ilimitada de energia, quando se comparado aos carboidratos e proteínas. Em um homem adulto jovem essas reservas podem variar entre 60.000 e 100.000 kcal de energia descendente dos triglicerídeos que existem nas células adiposas e quase 3.000 armazenados próximos as mitocôndrias. Apresenta benefícios em outras funções do organismo, atuando não somente no combate e prevenção à diabetes, como também na obesidade, um dos problemas da saúde pública brasileira.

Níveis altos de glicose no sangue em função da diminuição da secreção de insulina e do metabolismo hepático e muscular são fatores que podem levar ao desenvolvimento do DM2. Com os índices de glicose elevados, ocorrem danos nas fibras nervosas periféricas, levando assim a um aumento da atividade simpática e deficiência de transporte de glicose do sangue para as células, fazendo com que fique estocada no sangue, levando ao diabetes. (Cruz, 2018). Os ramos simpático e parassimpático interagem por mediação dos mecanismos centrais e periféricos, ocorrendo regulações em respostas de frequência cardíaca, dependendo da carga, durante o exercício físico. Esse processo sofre alterações com a presença do DM2. Existe grande associação da atividade simpática elevada com doenças cardiovasculares pela atuação direta do sistema nervoso autônomo na circulação sanguínea. (Cruz, 2018).

O TF leva á adaptações no organismo que são traçadas por diversos processos promovendo alterações de curto e longo prazo no gasto energético total. Inicialmente, em curto prazo, o indivíduo sairá do estado de repouso e ocorrerá uma rápida ação das catecolaminas que levarão a um aumento da força para realizar a fase de ejeção, enviando assim maior quantidade de sangue para o corpo. Em

seguida, o aumento da sudorese, conseqüentemente, permite que a intensidade do esforço seja aumentada, que torna maior o consumo energético (ACSM, 2003) facilitando a realização de atividades. Outra alteração importante é o aumento do volume de ejeção, frequência cardíaca e, conseqüentemente, o débito cardíaco. Posteriormente, como efeito subagudo, através do aumento das substâncias vasodilatadoras ocorre a diminuição da resistência vascular periférica, o que conseqüentemente diminui a pressão arterial (Oliveira, G; 2011). Além disso, casos de doença arterial coronariana, acidentes vasculares cerebrais têm seus riscos reduzidos, o que causa menor índice de mortalidade (Cantieri, G; Bueno, C; Martinez-Ávila, D; 2018).

A intolerância ao esforço caracteriza uma fase inicial catabólica que pode variar de acordo com a nutrição e aptidão o indivíduo. A gordura corporal supre em média entre 30 e 80% da energia necessária para atividade física e o consumo desta pode variar de maneira proporcional ao fluxo sanguíneo através do tecido adiposo bem como o fluxo sanguíneo no musculo ativo, quando for uma atividade com intensidade leve e moderada. A medida que o fluxo sanguíneo vai aumentando devido ao esforço que estará sendo realizado, o número de ácidos graxos livres também é aumentado através da liberação pelo tecido adiposo e conseqüentemente aumenta-se o número de gorduras que participam do metabolismo energético (McArdle, Katch e Katch, 2002 pg. 112). Logo em seguida, uma fase anabólica, onde nota-se o aumento da massa magra, que leva a recuperação e tolerância a novos estímulos, conhecida como supercompensação. Ocorrem alterações bioquímicas, metabólicas, hormonais. Sistemas fisiológicos estão sujeitos a essas adaptações, principalmente o cardiovascular e muscular, ambos apresentam necessidade de grande suprimento energético (Lapin et al, 2007).

### ***Sensibilidade à insulina***

De acordo com a Associação Americana do Diabetes (2010) apud Mendonça et al. (2011), a combinação do TF com o treinamento aeróbio, diminui os níveis de glicose no sangue e demonstram um aumento significativo da força muscular, num estudo realizado com adultos portadores de DM2, o que vai de acordo com o recomendado pela Associação Americana de Diabetes a realização de atividade física, devido ao controle dos fatores de risco da diabetes.

Bernardini, Manda e Burini (2010) evidenciaram em um estudo que o TF colaborou em reduções de glicemia e hemoglobina glicosilada, ocorre aumento de força e hipertrofia e mais capacidade de estocar o glicogênio. Estimula a produção de GLUT4 que é responsável pelo transporte da glicose. Além disso, melhora a sensibilidade à insulina por meio da redução da gordura corporal que tem influência direta nesse processo.

A proteína quinase, também conhecida como AMPK, é outro importante na facilitação do transporte de glicose pelo organismo. Durante o exercício, a ativação dessa proteína, estimulada após aumentos de AMP/ATP, exerce um papel que media processos celulares e metabólicos. A AMPK colabora na liberação de ácidos graxos no músculo esquelético e o transporte de glicose. Embora seu papel na oxidação de gordura durante o exercício efetivo, o mecanismo de sinalização que regula o transporte glicêmico ainda necessita mais estudos. Foi constatado no estudo que o exercício de alta intensidade causa a ativação da AMPK, média intensidade de forma pequena e não apresentou resultados de ativação em exercícios de baixa intensidade. (Sriwijitkamol, A. et al colaboradores)

Sousa et al. (2013) realizou um protocolo de treinamento que mostrou redução nos índices plasmáticos de leptina. A relação é benéfica, pois aumenta a captação de glicose pelo músculo e reduziu os índices glicêmicos. Foram coletadas amostras sanguíneas de leptina, glicemia e insulina pós treino. Zabaglia et al. (2009) analisou como o TF age no organismo em indivíduos portadores de DM e concluiu que o treinamento resistido exerce benefícios ao metabolismo por melhorias na glicose, no metabolismo basal e na diminuição do risco de doenças coronarianas.

Produzida pelo pâncreas, a insulina exerce uma importante função no organismo. Sendo responsável por fazer com que a glicose seja captada por todos os tecidos, exceto pelo cérebro. Com isso, tem o papel na regulação do metabolismo da glicose. Portanto, níveis elevados de insulina fazem a glicose ser difundida para dentro das células com mais eficácia. Quando encontradas em baixos níveis, além de prejudicar o transporte da glicose e fazer com que se mantenha por mais tempo no sangue, influencia também o metabolismo das gorduras, pois após uma refeição a insulina também é responsável por conduzir a glicose para dentro das células adiposas e assim, ocorrer à síntese de triglicerídeos. Sem que essa regulação ocorra de forma eficiente, os níveis de gordura no corpo aumentam consequentemente levando a obesidade (McArdle, Katch, Katch, 2002, pg. 344).



O ganho de peso e acúmulo de gordura corporal está ligado a resistência insulínica. É um processo gradativo e que gera diversas mudanças no organismo. A principal delas e estimulante do aumento de peso é a presença de menos receptores de insulina nas células adiposas nos indivíduos obesos, fazendo com que a glicose fique armazenada por mais tempo e em maior quantidade. Isso ocorre porque as vias de sinalização sofrem anormalidades de pelo processo de resistência à insulina, fazendo com que prejudique a ligação entre os receptores e essas vias, com isso, há o acúmulo de lipídeos nos tecidos, músculos e fígado, gerando o ganho de peso. (Guyton, Hall, pg. 968).

Um dos problemas gerados pelo excesso de peso e que pode levar à DM2 é resistência insulínica em nível pós receptor. As células beta do pâncreas recebem estímulos que às levam a falência e perda de função devido à hiperinsulinemia compensadora causada pelos altos índices de glicose no sangue. Ocorre também uma maior dificuldade de captação dos receptores periféricos. Esse conflito que as células encontram de utilizar a glicose que está armazenada no sangue estimula o tecido adiposo a liberar ácidos graxos, causando a gliconeogênese, que consiste em formação de açúcar no fígado e córtex do rim, não deixando ocorrer a homeostase da glicose sanguínea. A hiperinsulinemia acaba por exigir mais do coração e do sistema cardiovascular periférico, pois ela libera pouco o sódio do organismo provocando expansão do volume extracelular e causando riscos cardiovasculares pelo aumento da atividade simpática que é estimulada pela insulina. (Gutierrez, A; Marins, J; 2008).

Diversas alterações ocorrem no indivíduo diabético com a prática do treinamento de força. Dentre elas podemos citar diminuição da glicemia em jejum, aumento da captação muscular da glicose sanguínea, redução dos valores de hemoglobina glicada, aumento da resposta dos tecidos a insulina, maior concentração de HDL – diminui LDL, colesterol, menor nível de triglicédeos e contribui para menor pressão arterial. Com isso, o TF desempenha uma função de importância para o portador de DM2, diminuindo os fatores de risco que desenvolvem a doença, e no tratamento, em vista que gera adaptações metabólicas, neuroendócrinas e cardiovasculares levando a reduções e reversões nos problemas que o DM2 causa. (Borges, G; Araújo, S; Cunha, R; 2010).

### **Glucagon**

Diferente da insulina, o glucagon é um hormônio secretado pela célula alfa de ilhotas de Langerhans. Sua função mais importante no corpo é o aumento de glicose sanguínea, oposto da função da insulina. Dentre os efeitos no organismo, que faz com que ocorra um aumento significativo no maior volume de concentração da glicose no sangue, é a glicogenólise no fígado. Esta secreção se dá pelo nível de glicose plasmática do sangue, que provém do pâncreas. Durante o exercício físico ocorre secreção de glucagon, além do cortisol e das catecolaminas. Porém, dentre esses três, ele é lançado com mais velocidade na corrente sanguínea, tendo um aumento em sua concentração de forma considerável. O glucagon age com mais eficácia que os outros dois nos primeiros quinze (15) minutos e em seguida fica estabilizado, isso porque há uma elevação dos aminoácidos circulantes, além de outros fatores como o estímulo de B-adrenergéticos das ilhotas de Langerhans, que são micro órgãos endócrinos localizados no pâncreas, as quais são contituidas de células alfa, produtoras de glucagon e células beta, produtoras de insulina. (Guyton, Hall, 2006 pg 970).

### **Peso corporal**

Pinto *et al.* (2018) realizou um estudo que envolveu 60 mulheres divididas entre saudáveis e sedentárias. Foram 6 meses antes do estudo e formaram dois grupos, um treinando 3x por semana e o outro 5x por semana, e um grupo controle que não participou do treinamento, todos com 20 mulheres. Para a determinação da intensidade foi realizado o teste de 1 RM, nos exercícios supino sentado e cadeira extensora com 5 tentativas para mensuração de carga com 3 a 5 minutos de intervalo. O treinamento em si consistia em exercícios multiarticulares que abrangiam todos os grupamentos musculares. A intensidade foi de 60% do início ao fim, inicialmente com séries de 15-20 repetições nas duas primeiras semanas e da terceira em diante, séries com 10-15 repetições. Constatou-se uma redução no percentual de gordura no grupo que treino 5x por semana depois de 8 semanas de treinamento. O estudo não apresentou alterações em massa corporal e IMC.

Neves *et al.* (2015) em seu estudo usaram como amostra 67 indivíduos, sendo 20 homens entre 30 e 36 anos e 47 mulheres de 34 a 41 anos em um treinamento de musculação. O treino consistiu em 3 séries de 10 a 15 repetições,

com intensidade de 60% a 80% de 1 RM durante 40 minutos. Foram realizadas 3 avaliações em períodos diferentes durante a pesquisa. Todas apresentaram reduções significativas em Peso Corporal, IMC, percentual de gordura, circunferência de cintura, quadril e abdômen.

Cardoso *et al.*(2013) produziram um estudo com sessões de TF no período de um mês, analisando o metabolismo em repouso. Os valores verificados nos grupos de TF subiram e eles apresentaram diminuição da gordura e aumento da taxa de metabolismo em repouso. Constatou-se assim, que o TF diminui a queda de massa magra e metabolismo em repouso em fases de dieta calórica.

Quando a ingestão é maior que o gasto energético ocorre o aumento do peso corporal de um organismo. As quantidades de energia em forma de alimentos são ingeridas e não acontece um gasto energético proporcional e o excesso de energia é armazenado em forma de gordura, causando uma adiposidade excessiva. Essa gordura fica armazenada no tecido subcutâneo, na cavidade intraperitoneal, fígado. (Guyton, Hall, 2006 pg 872).

O treinamento de força pode ser uma forma de auxiliar na redução dos índices de peso corporal e conseqüentemente no combate a obesidade e apresenta resultados satisfatórios na melhoria da composição corporal. Além disso, esses resultados mostram que o TF também pode ser utilizado como uma forma de preservação da massa magra para indivíduos que buscam emagrecer. (Andrade *et al*, 2017).

Existe um mecanismo que vem sendo considerado e mais estudado chamado de consumo de oxigênio pós-exercício em excesso, chamado pela sigla em inglês EPOC (Excess Post Exercise Oxygen consumption). Ele possui contribuição para um emagrecimento saudável pelo treinamento. A resposta fisiológica geralmente é investigada após os treinamentos, quando os níveis de oxigênio se mantêm elevados após a sessão de treinamento. No TF, os estoques de glicogênio ficam debilitados e com isso, o organismo tem que os repor. Para que isso aconteça, a oxidação da gordura aumenta e a glicose é preservada. (Capra *et al*, 2016).

O TF produz um alto nível de EPOC. Isso ocorre devido à dois fatores: 1) alterações no organismo pelas respostas hormonais com aumento da secreção de catecolaminas, cortisol e GH. Esse é um fator determinante no ganho de força e massa magra. 2) esse tipo de treinamento estimula maior inflamação tecidual muscular, o que é benéfico para hipertrofia. Durante o exercício ocorre diminuição

da síntese proteica, porém este é um processo compensatório, pois ao final do exercício há uma reposição de tudo que foi gasto durante a atividade. Este também é um processo que gasta muita energia. (Foreaux, G; Pinto C; Dâmaso A; 2006).

Entende-se, então, que o EPOC é determinado pela intensidade do exercício. Essa é uma boa estratégia que vem sendo usada atualmente no combate ao excesso de peso. Ao final do exercício, o  $O_2$  não retorna ao seu estado de repouso simultaneamente, com isso, trabalham-se exercícios mais intensos que elevam o gasto calórico em um menor tempo, o que beneficia o organismo de quem está praticando. Isso é um fato importante em uma sociedade em que as pessoas têm cada vez menos tempo para treinar, ou seja, a praticidade de um treino mais rápido que gasta bastante energia. (Messias, M; 2019).

Quando se trata do TF, o intervalo entre as séries e exercícios é uma variável importante para determinar a intensidade. O intervalo de qualquer exercício se torna inversa a sua intensidade o que quer dizer que quanto menor o tempo de recuperação, maior o estresse causado pelo exercício sem a necessidade de um aumento de carga, o que influencia diretamente para a elevação dos níveis de EPOC. Porém, ainda são necessários mais estudos sobre essa afirmativa. (Lima, F; 2014).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É incontestável que o DM2 é um problema que vem crescendo cada vez mais e necessita de intervenções para a situação ser controlada. É uma doença que está relacionada com um dos maiores conflitos enfrentados na atualidade: o sedentarismo. Esse é um fator que acarreta vários tipos de complicações, como a obesidade e até outras doenças que são causadas pela mesma, hipertensão arterial, dislipidemia, entre outros fatores de risco que podem levar a um aumento do risco cardiovascular.

A prática de exercícios físicos é uma estratégia que entra como forma de intervenção para reduzir os impactos causados por essas complicações. Neste estudo, foi abordado como o TF pode ser benéfico no tratamento não farmacológico da DM, pela facilidade de acesso a essa forma de treinamento e pelo baixo custo que apresenta para os padrões da sociedade em geral.

De acordo com os dados analisados no presente trabalho, o TF tem benefícios significativos no organismo de pessoas com DM2. Além da melhora na condição estética, ganho de massa magra, ganho de força, diminuição no percentual de gordura e melhora no consumo de oxigênio, apresenta um aumento na sensibilidade a insulina, fato que diminui o acúmulo de glicose sanguínea.

## REFERÊNCIAS

AMARANTE R. D. M; CASTRO, R; LAGE, A. V; CISTERNAS, J. R; Diabetes Mellitus como fator de risco na aterogênese - **Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo. 2007; 52(3):87-93.**

ANDRADE B.M; ALENCAR C.F; AMARAL P.C; NOGUEIRA H.S; LIMA L.E.M; Treinamento resistidos aplicado ao processo de emagrecimento – **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, SP – 2017.**

APIRADEE SRIWIJITKAMOL; DAWN K. COLETTA; ESTELA WAJCBERG; GABRIELA B. BALBONTIN; SARA M. REYNA; JOHN BARRIENTES; PHYLLIS A. EAGAN; CHRISTOPHER P. JENKINSON; Efeito do exercício agudo na sinalização de AMPK no esquelético, Músculo de indivíduos com diabetes tipo 2, Um Estudo de Tempo e Resposta à Dose, **American Diabetes Associação, USC Seccion, 2007.**

Eugenio Cersosimo, 1,2 Ralph A. DeFronzo, 1,2 Kei Sakamoto, 3 e Nicolas Musi1,2

BORGES, G.A; ARAUJO, S.F; CUNHA R.M; Os benefícios do treinamento resistido para portadores de diabetes mellitus tipo 2 – **Universidade Estadual de Goiás, Revista Digital, Buenos Aires, 2010.**

CANTIERI, G.N.; BUENO, C.A.M.; MARTINEZ-ÁVILA, D.; Efeitos do treinamento resistido em adultos com síndrome metabólica – **São Paulo – SP, Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, 2018.**

CAPRA D; TARTARO L.G; MAGALHÃES R.A; MARTELLI A; Influencia do treinamento de força em programas de emagrecimento – **Arch Health Invest, SP, 2016.**

CARDOSO G.A; SALGADO J.M; CESAR M.C; DONATO-PESTANA C.M; The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women - **J Med Food 2013;16(2):120-27.**

CESARETTI, M. L. R; JUNIOR, O. K; Modelos Experimentais de Resistência à Insulina e Obesidade: Lições Aprendidas - **Laboratório de Hipertensão Arterial, Disciplina de Nefrologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP. Arq Bras Endocrinol Metab vol 50 nº 2 Abril 2006.**

CRUZ, A. C; Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca e metabolismo láctico de diabéticos tipo 2 - **Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, SP, 2018.**

DIAS, I. B.F.; MONTENEGRO, R.A.; MONTEIRO, W.D.; Exercícios físicos como estratégia de prevenção e tratamento da obesidade: aspectos fisiológicos e metodológicos – **Rio de Janeiro - RJ: Revista HUPE, 2014.**

FOREAUX, G; PINTO, K. M. C; DÂMASO, A; Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético – **Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Vol. 12, Nº 6, SP, 2006.**

GUTIERREZ, A.P.M.; MARINS, J.C.B.; Os efeitos do treinamento de força sobre os fatores de risco da síndrome metabólica – **Juiz de Fora, MG: Revista Brasil Epidemiologia, 2008.**

GUYTON, A. C; HALL, J. E; Tratado de Fisiologia Médica 11ª Edição, 7ª tiragem, **Saunders Elsevier, Rio de Janeiro, 2006.**

J. FLECK, Steven; J. KRAEMER, Willian *et al.* Fundamentos do treinamento de força muscular. 4ªed. Cap.1 in: Princípios Básicos do Treinamento Resistido e Prescrição de Exercícios - **São Paulo: Artmed Editora LDTA, 2017.**

LAPIN, L.P; PRESTES, J; PEREIRA, G.B; PALANCH, A.C; CAVAGLIERI, C.R; VERLENGIA, R; Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico – **São Paulo, SP – Universidade Metodista de Piracicaba, SP; Universidade Federal de São Carlos, SP, 2007.**

LIMA, F; Exercício resistido e EPOC - **Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.**

LIMA, MICHELLE FARIA; Análise dos efeitos do exercício físico aplicado aos pacientes com hipertensão arterial sistêmica e diabetes de mellitus assistidos pela equipe de estratégia saúde e família da cidade de Paracatu - **Viçosa, MG: Revista Multidisciplinar, 2019.**

McARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L; Fundamentos de Fisiologia do Exercício, Segunda Edição, **Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2002.**

MARQUES, L.F.; PIGOSO, A.A.; O treinamento de força para diabéticos do tipo 2 – Teresina, PI - **Revista Saúde em Foco, 2015.**

MENDONÇA, S S. *et al.* Proposta de um protocolo de avaliação fisioterapêutica para os pés de diabéticos - **Revista Fisioterapia e Movimento, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 285-298, abr./jun. 2011.**

MESSIAS, M. L; Análise de exercícios de alta intensidade na promoção do emagrecimento - **Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2019.**

MORAES, V. R. M; TOMÁS, A. M; Os impactos do treinamento de força na saúde e no controle glicêmico de portadores de diabetes mellitus tipo 2 - **Health Research Journal 1(1), 17-30, 2018.**

MOURA, D. MATTOS, D. HIGINO, W. Efeito do treinamento resistido em mulheres portadoras de Diabetes Mellitus tipo II - **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde. v.11, n. 12, 2006. ISSN: 1413-3482**

NEVES, D. R.; MARTINS, E. A.; SOUZA, M. V. C.; SILVA JUNIOR, A. J. Efeitos do treinamento de força sobre o índice de percentual de gordura corporal em adultos.

Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento - **São Paulo. Vol. 9. Num. 52. p.135-141. 2015.**

OLIVEIRA, F. R; Efeito do exercício físico em indivíduos com diabetes: uma revisão bibliográfica – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Porto Alegre, 2015.**

OLIVEIRA, G. T; O treinamento de força para hipertensos; seus benefícios e sua importância – **EFDesportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, 2011.**

PEREIRA, RENATA; A relação entre dislipidemia e diabetes mellitus tipo 2 – **Volta Redonda, RJ: Cadernos UniFOA, 2011.**

PINTO L. M; CALDAS E. S; SILVA, A. V. S; FERREIRA, B. S; COSTA, J. M. P; LOPES, J. P; MOSTARDA, C. T; Efeito do treinamento de força com frequência semanal de três e cinco vezes sobre o percentual de gordura em mulheres sedentárias após 8 semanas de treinamento - **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício ISSN 1981-9900 versão eletrônica, São Paulo, 2018.**

PIRES C.M.R.; CARVALHO R.S.T., Exercício resistido em circuito promove redução aguda da glicemia em diabéticos não – insulino - dependentes - **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v.6, n.34, p.336-341, 2012.**

RIBEIRO, J. N. S., LIMA, A. M. B., FRANÇA, J. A. L., SILVA, V. N. S., CAVALCANTI, C. B. S., & VANESSA, D. M. M. (2016). Doce Vida – Programa de exercício físico supervisionado para diabéticos - **Rev Andal Med Deporte.**

SANTOS, G. M., MONTEZOL, F. T., PAULI, L. S. S., SARTORI-CINTRA, A. R., COLANTONIO, E., GOMES, R. J., ... PAULI, J. R. (2014). Programa de treinamento físico resistido ondulatorio aumenta a força máxima de idosos diabéticos tipo 2 - **Einstein (São Paulo) [online]. 2014, vol.12, n.4, pp.425-432. ISSN 1679-4508.**

SOUSA, M. S. S. R., SOUSA, J. M; SARAIVA, A., BENTES, C. M., MIRANDA, H. L., & NOVAES, J. S. (2013). Efeitos do treinamento resistido nas respostas sanguíneas, composição corporal e taxa metabólica basal em diabéticos tipo II -**ConScientiae Saúde, 12(1), 45- 54.**

ZABAGLIA, R. *et al.* Efeito dos exercícios resistidos em portadores de Diabetes Mellitus. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício - São Paulo. Vol.3. Núm.18. p.547-558. 2009.**