

BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO DE FORÇA PARA DIABÉTICOS MELLITUS TIPO 2

Kátia Maria Sampaio Gomes¹, Ana Maria Felix Giomo¹,
Flávio de Matos Cardoso Araújo¹, Antônio Coppi Navarro^{1,2}

RESUMO

Sendo considerada a maior epidemia da história da humanidade com crescente número de pessoas afetadas, o controle dessa patologia pode reduzir em até 70% os riscos de complicações micro e macrovasculares, bem como a diminuição da mortalidade e morbidade desses indivíduos. Este trabalho tem como objetivo investigar os efeitos do treinamento de força sobre o diabético mellitus tipo 2. Para revisar a literatura científica utilizamos as palavras-chave: Diabetes Mellitus, Exercício Físico, Treinamento de Força e Treinamento de Resistência no Portal Capes, através da análise desses artigos verificamos que recentemente mais pesquisas estão utilizando o treinamento de força para o tratamento do Diabetes Mellitus tipo 2; Verificamos que o treinamento de força tem como benefícios: o aumento da sensibilidade à ação da insulina, diminuição da HbA1C, diminuição do percentual de gordura, aumento da transcrição gênica do GLUT-4 e de proteínas da musculatura, diminuição da perda de massa óssea, diminuição da perda de massa muscular, diminuição da perda de força e pode ser melhor suportado quando comparado ao treinamento aeróbio intenso. Contudo, até o momento nenhuma pesquisa foi feita com pacientes que possuem contra indicações, sendo necessário mais estudos para maiores esclarecimentos. Levando em consideração os benefícios do treinamento aeróbico, sugerimos que o treinamento de força seja combinado com o treinamento aeróbico visando melhorias para os portadores de Diabetes Mellitus tipo 2, sempre levando em consideração a individualidade do aluno.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus, Exercício Físico, Treinamento de Força, Treinamento de Resistência.

1 – Programa de Pós-Graduação Lato-Sensu da Universidade Gama Filho – Fisiologia do Exercício: Prescrição do Exercício

2 – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

ABSTRACT

Benefits of resistance exercise training for type 2 diabetes mellitus

Diabetes is considered the largest epidemic in human history with an increasing number of people affected. The control of this disease can reduce up to 70% the risk of macrovascular and microvascular complications, as well as decrease mortality and morbidity in these individuals. This study aims to investigate the effects of resistance exercise training on type 2 diabetes mellitus. To review the literature, we have used the following key words: Diabetes Mellitus, Physical Exercise, Strength Training and Resistance Training on the Portal Capes, Through the analysis of these papers we have noticed that recently more research is using the strength training for the treatment of type 2 diabetes. It was found that strength training has benefits such as: increased sensitivity to insulin, decreased HbA1C, reduced fat percentage, increased gene transcription of GLUT-4 protein and muscle, decreased bone loss, decreased muscle mass loss, reducing the loss of strength and it can be better supported when compared to intense aerobic training. However, so far no research has been done with patients who have contraindications, and so more studies are needed for further clarification. Taking into account the benefits of aerobic training, we suggest that resistance exercise training is combined with aerobic training aiming at improvements for patients with type 2 diabetes, always bearing in mind the individuality of the student.

Key words: Diabetes Mellitus, Physical Exercise, Strength Training, Resistance Training.

Endereço para correspondência:
katesampaio@hotmail.com
anamariagiomo@hotmail.com
flavio_fitpro@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus é considerada a maior epidemia da história da humanidade, estima-se que em 2025 cerca de 380 milhões de pessoas no mundo serão portadores dessa patologia (Brito, 2007).

O controle do Diabetes pode reduzir em até 70% os riscos de complicações como doenças micro e macrovasculares. A mortalidade e a queda da qualidade de vida estão associadas aos efeitos colaterais causados pelo descontrole glicêmico. O exercício físico é um fator importante na eficiência da prevenção e do controle dessa doença (Franco, 2005; Pádua e colaboradores, 2007).

Alguns benefícios do exercício para o diabético são: o aumento da sensibilidade à insulina, melhora do controle glicêmico, melhora no perfil lipídico, diminuição da pressão arterial (Gordon e colaboradores, 2009).

A maioria dos estudos apresenta o treinamento aeróbico como sendo o mais indicado para o tratamento do Diabetes, portanto, as taxas de aderência apresentam-se baixas em longo prazo, provavelmente pela dificuldade que o indivíduo tenha em alcançar o volume de treino necessário. Tendo em vista que a maioria dos portadores de Diabetes Mellitus tipo 2 são obesos é necessário repensar em uma nova estratégia para a manutenção da saúde (Gordon e colaboradores, 2009).

Mais recentemente o treinamento de força tem sido foco de mais pesquisas por apresentar vias de sinalização da insulina semelhantes ao treinamento aeróbico. O objetivo deste estudo é verificar quais os benefícios do treinamento de força sobre o diabético mellitus do tipo 2.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão de literatura sobre os benefícios do treinamento de força para os portadores de Diabetes Mellitus do tipo 2, utilizamos como base de dados para a nossa pesquisa o portal Capes, os periódicos foram selecionados com as palavras-chave: Diabetes Mellitus, Exercício Físico, Treinamento de Força e Treinamento de Resistência, todos os artigos que não tinham relevância com o título foram excluídos.

Para revisar a literatura científica utilizamos os periódicos: Revista Brasileira da Medicina e do Esporte (7 artigos), Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabologia (3 artigos), Revista Saúde Pública (2 artigos), Arquivos Brasileiros de Cardiologia (1 artigo), Revista Latino-americano de Enfermagem (1 artigo), Jornal de Pediatria (1 artigo), Revista Por. Ciência Desporto (1 artigo), Diabetes *Research and Clinical Practice* (1 artigo), *Arch Phys Med Rehabil* (1 artigo), Revista Digital Buenos Aires (1 artigo) e Sociedade Brasileira de Diabetes (2 artigos). Os critérios para a utilização dos artigos foram: relevância com o título, artigos atuais, revistas com Qualis.

Diabetes Mellitus Tipo 2

O Diabetes Mellitus do tipo 2 tem sido considerado um problema de saúde pública, uma das grandes epidemias do século XXI, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento; os principais responsáveis pelo aumento desta epidemia são os hábitos alimentares da população e a inatividade, proporcionando um acúmulo de gordura corporal que desencadeia várias doenças (Ferreira, 2008).

De acordo com Franco (2005), o Diabetes é uma epidemia que atinge mais de 350 milhões de pessoas no mundo inteiro. No Brasil 16 milhões de pessoas estão ameaçadas por essa patologia, porém só a metade sabe que é portador da doença; a grande maioria desses casos está relacionada ao estilo de vida.

O Diabetes Mellitus é um dos mais importantes problemas de saúde mundial, tanto no grande número de pessoas afetadas, como custo para tratamento, incapacitação e mortes prematuras (Silva e Lima, 2002). O seu tratamento é baseado na administração da glicemia; a insulina plasmática deve ser suficiente para o metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas (Guyton 1993).

McArdle, Katch e Katch (2003), afirmam que, o Diabetes do tipo 2 está relacionado a três fatores: a incapacidade do corpo para responder de maneira adequada as funções da insulina, uma secreção anormal de insulina e altas concentrações plasmáticas de insulina.

O indivíduo que possui Diabetes Mellitus do tipo 2 pode vir a ter algumas

complicações crônicas como: macroangiopatias (grande inflamação nos vasos sanguíneos), retinopatia (afecção da retina), nefropatia (afecção dos rins) e neuropatias (afecção do sistema nervoso, central e periférico).

A morbidade e a mortalidade do Diabetes do tipo 2 decorrem principalmente das macroangiopatias e suas manifestações como doenças coronarianas, acidente vascular cerebral e insuficiência vascular cerebral (Chacra e Dib, 2005). O surgimento destas complicações está diretamente relacionado com o controle glicêmico inadequado.

Fisiologia Pancreática

O pâncreas é formado por dois tipos de tecidos: os ácinos pancreáticos, que são responsáveis pela secreção de sucos digestivos para o duodeno, e pelas ilhotas de Langerhans que secretam insulina e glucagon na corrente sanguínea. As ilhotas de Langerhans no homem contêm três principais tipos de células: as células beta, que secretam insulina, as células alfa, que liberam glucagon e as células delta, que secretam somatostatina (Guyton, 1993).

As células alfa representam de 15 a 20% do total das células do pâncreas, as células beta representam 70 a 80%, e as deltas 5%; existe ainda as células PP que são produtoras de peptíneo pancreático e representam 1% do tecido pancreático (Velloso e Neto, 2008).

Em condições normais, quando a glicose no sangue está elevada as células beta do pâncreas liberam insulina. Esse hormônio estimula a formação de glicogênio muscular e hepático para reduzir a glicose sanguínea. Por outro lado quando a glicose no sangue está baixa, o glucagon que é hormônio antagonista a insulina, é liberado - glucagon é produzido pelas células alfas do pâncreas que ficam nas ilhotas de Langerhans - Este hormônio estimula o fracionamento do glicogênio estocado no fígado para elevar a glicose do sangue (McArdle, Katch e Katch, 2003).

No Diabetes Mellitus tipo 2 as células beta do pâncreas não mantêm uma secreção adequada de insulina, existe também a resistência a ação da insulina, uma anormalidade precoce e primária da doença (Gabbay, Cesarini e Dib, 2003).

Ação da Insulina

Quando há um aumento da glicemia, a insulina é liberada na corrente sanguínea, liga-se na subunidade de seu receptor na membrana plasmática, provocando uma conformidade, resultando na auto-fosforilação dos resíduos de tirosina na subunidade x na parte interna da membrana. Uma série de reações acontece para a translocação dos GLUTS para a membrana. No fígado a resistência à insulina aumenta a produção hepática da glicose (Gomes, Rogero e Tirapegui, 2005; Gabbay, Cesarini e Dib, 2003).

Insulina é um hormônio vasodilatador devido a produção do óxido nítrico, esta via está diminuída em indivíduos portadores de Diabetes Mellitus do tipo 2 e obesos (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006). A insulina promove síntese de glicogênio, triglicérides, aumento do consumo de aminoácidos pelas células, enquanto inibe a lipólise. Concentrações de insulina refletem na interação dos processos metabólicos e adiposidade corporal (Benatti e Antônio Jr., 2007).

Logo após as refeições a concentração de insulina plasmática é aumentada, diminui durante o jejum e períodos de balanço energético negativo. A meia vida da insulina na corrente sanguínea é de 2-3 minutos (Benatti e Antônio Junior, 2007).

Nos tecidos alvos existem duas vias de estimulação da insulina, primeira via: fosfatidilinositol 3-quinase, ocorre após a ligação da insulina com o seu receptor; esta via regula a produção endotelial de óxido nítrico mediado por insulina. A disfunção sistemática desta via provoca defeito na captação de glicose e na vasodilatação dependente do endotélio mediado por insulina. A segunda via é a da proteína quinase (MAPK) ativada por mitógenos, tem importância nas ações de proliferação da insulina, medeia o crescimento celular e a capacidade migratória das células endoteliais, do músculo liso vascular e dos monócitos; estimula as respostas pró-inflamatórias e pro-trombóticas (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

Inicialmente as concentrações elevadas de glicemia são compostas pela secreção aumentada da insulina, contudo a hiperglicemia crônica causa o efeito glicotóxico que é caracterizado pelo aumento da

resistência à ação da insulina e diminuição da função das células beta (Gabbay, Cesarini e Dib, 2003).

A resistência à insulina na presença da obesidade central e visceral ocorre devido à formação de produtos metabólicos advindos dos lipídeos, hormônios e citocinas. Com o aumento da massa gorda, a lipólise é aumentada e há um aumento de ácidos graxos livres não esterificados. Os ácidos graxos também levam uma resistência à ação da insulina (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

É caracterizada pela diminuição do estímulo de utilização de glicose para o músculo e tecido adiposo, conseqüentemente há supressão da lipólise mediada por esse hormônio. Portanto, o aumento de ácidos graxos livres inibe a ação da insulina e interferem em seu transporte através do endotélio capilar (Gabbay, Cesarini e Dib, 2003).

Além disso, com a falta da ação da insulina existe um aumento do metabolismo protéico; são utilizados os aminoácidos na produção de energia ou como substrato para a glicogênese. Também na falta da insulina são aumentados as lipoproteínas que são carreadoras específicas de fosfolipídeos e colesterol, associadas aos triglicérides hepático, que são liberados na corrente sanguínea (Volpato e colaboradores, 2006).

O excesso de liberação de insulina na corrente sanguínea causa hiperinsulinemia, que por sua vez causa retenção de sódio, hipertrofia do músculo liso vascular, potencializa a proliferação de células do músculo liso vascular, através de fatores neurohumorais tais como angiotensina II (ang II), endotelina e vasopressina e modifica o transporte iônico através da membrana celular (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

A obesidade e a resistência à insulina estão presentes anos antes do aparecimento do Diabetes Mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, Hipertensão Arterial e Dislipidemias (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

Doenças Micro e Macrovasculares

O Diabetes Mellitus do tipo 2 é um dos maiores fatores de risco para o desenvolvimento de doenças micro e macrovasculares que causam morte, 75% das mortes são por doenças arterial coronariana. A

taxa de mortalidade para os diabetes é 3-5 vezes maior quando comparado com o grupo de não diabéticos (Sixt e colaboradores, 2004).

As complicações vasculares são responsáveis em grande parte pela morbidade e o risco de mortalidade entre pacientes diabéticos, este risco está associado ao não controle glicêmico. O descontrole da glicemia pode causar cetoacidose diabética, retinopatia, poliúria, polidipsia, fadiga, perda de peso com polifagia, vaginite ou balanopostite, neuropatia e nefropatia (Araújo e colaboradores, 1999).

O diabetes é causa de cegueira, insuficiência renal, amputações de membros, desenvolvimento de complicações micro e macrovasculares que são responsáveis por um grande número de afastamentos no trabalho, gastos expressivos em saúde e redução na expectativa de vida (Assunção, Santos e Gigante, 2001).

As alterações vasculares como Aterosclerose, Hipertensão Arterial, Hiperlipidemia e Diabetes Mellitus têm em comum resistência à insulina, também estão associadas à disfunção endotelial (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

A resistência à insulina pode causar síndrome metabólica. Vale ressaltar que nem todos os pacientes com obesidade e resistência à insulina, apresentam componentes da síndrome metabólica (Diabetes Mellitus tipo 2, intolerância glicose, Hipertensão Arterial, Dislipidemia, Macroalbuminúria, Obesidade, Hiperuricemia, sensibilidade ao sal entre outros), é provável que haja uma predisposição genética para o desenvolvimento desses fatores (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

Síndrome metabólica, Síndrome X, Síndrome de resistência à insulina, Quarteto letal ou Síndrome plurimetabólica, é caracterizada por fatores de risco cardiovascular que inclui: Hipertensão Arterial, resistência à insulina, Hiperinsulinemia, intolerância a Glicose/Diabetes tipo 2, Obesidade central e Dislipidemia (Ciolac e Guimaráes, 2004; Pauli e colaboradores, 2006).

Existe uma relação direta entre inatividade e síndrome metabólica, que está diretamente ligada com a epidemia global da Obesidade e Diabetes. Outro fator que se relaciona com a síndrome metabólica é o envelhecimento, no qual há um aumento na

concentração de cortisol plasmático que também pode ser fator determinante para o desenvolvimento dessa síndrome (Pauli e colaboradores, 2006).

Uma terapia que envolve mudanças de hábitos visando à redução do peso, aumento da atividade física e terapia farmacológica, otimiza a diminuição de até 50% de eventos cardiovasculares e microvasculares em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 (Sixt e colaboradores, 2004).

Para Ciolac e Guimarães (2004), um programa de atividade física que tem em vista o tratamento da síndrome metabólica, deve ter como objetivo melhorar o condicionamento cardiorrespiratório, força e resistência muscular.

A prática regular de exercícios físicos também está relacionada com a diminuição da hemoglobina glicosilada (Hb1AC). Valores de Hb1AC: normal – 5,85 a 8,85% Hb; bom: até 10% do limites normais, aceitáveis: até 20% do limite normal, insatisfatório: acima de 20% (Araújo e colaboradores, 1999). Estudos mostram as concentrações de HbA1c mantidos <6,0mmol/l, reduzem a incidência de eventos cardiovasculares (Sixt e colaboradores, 2004).

Exercício Físico e Diabetes Mellitus do Tipo 2

Estudos epidemiológicos demonstram uma forte relação entre a inatividade e presença de fatores de risco como diabetes, resistência à insulina, obesidade e dislipidemia (Ciolac e Guimarães, 2004).

O exercício físico está inserido em todos os programas para melhora da qualidade de vida dos portadores de Diabetes Mellitus do Tipo 2, devido à diminuição da gordura corporal, melhora das concentrações de colesterol e dislipidemias, diminuição da resistência à insulina, maior controle glicêmico. A prática de exercício físico regular previne e controla mecanismos indesejáveis do diabetes (Volpato e colaboradores, 2006). O exercício físico é benéfico também para indivíduos com resistência periférica à insulina, devido à diminuição da glicemia e diminuição da insulinemia (Gomes, Rogero e Tirapegui, 2005).

O exercício físico traz benefícios específicos para os diabéticos, incluindo aumento da sensibilidade à insulina, melhora

do perfil lipídico, melhora na tolerância a glicose, melhora no controle glicêmico e menor pressão arterial (Gordon e colaboradores, 2009; Ciolac e Guimarães, 2004).

O exercício físico melhora a captação periférica de glicose, metabolismo de glicogênio, proteínas e consequentemente melhora da condição geral dos diabéticos (Oliveira, Rogatto e Luciana, 2002). Praticado de forma regular auxilia no tratamento de distúrbios metabólicos, contudo não normaliza as alterações metabólicas, sendo necessário associação com outras condutas (Pauli e colaboradores, 2006).

O exercício físico estimula a captação de glicose, provoca oxidação de ácidos graxos da circulação e melhora a sensibilidade à insulina após o esforço. O efeito crônico do exercício diminui a concentração de glicose sanguínea, melhora o perfil lipídico, previne e retarda o desenvolvimento da Obesidade, Hipertensão e Diabetes Mellitus do tipo 2 (Pauli e colaboradores, 2006).

A prática de exercícios físicos também aumenta a taxa metabólica de repouso, através do aumento da estimulação síntese protéica, aumento de oxidação de substratos e aumento nas concentrações de catecolaminas; essa taxa metabólica de repouso aumentada pode durar de três horas a três dias, dependendo da intensidade e duração do exercício. Atividades que geram um maior aumento na taxa metabólica de repouso são os que envolvem grandes grupos musculares como a natação, corrida e caminhadas rápidas (Ciolac e Guimarães, 2004).

Obesidade é considerada o principal fator de risco para o desenvolvimento do Diabetes Mellitus tipo 2. O aumento da massa gorda esta associada ao aumento da expressão de fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), que é produzido por adipócitos e age de forma paracrina no adipócito, aumento da interleucina 6 (IL-6), aumento de inibidor de fator ativador de plasminogênio 1 (PAI-1) e diminuição da expressão de adiponectina no tecido adiposo (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

Os adipócitos liberam o TNF- α que é uma citocina inflamatória, outras citocinas são IL-6 e PAI-1, estas citocinas são fatores de desenvolvimento de doenças arteriais coronarianas e cérebro vascular, presentes nos diabéticos. A diminuição de peso ligado ao

exercício reduz estas citocinas (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

A IL-6 deriva do sistema imune e tecido adiposo, circula na corrente sanguínea em concentrações altas, chamada de citocina endócrina, aumenta a glicose do sangue sem alterar a concentração de insulina ou peptídeo C. A IL-6 é produzida em sua maioria nos adipócitos, tendo como fonte de produção os monócitos. Os mecanismos da IL-6 são muito importantes para o diabético tipo 2, pode ser fator hormonal causador de resistência à insulina; é apresentado em maior quantidade em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 e síndrome de resistência à insulina (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

A redução da massa gorda reduz o TNF- α , IL-6 e PAI-1, aumentando adiponectina e melhorando a sensibilidade à insulina e função endotelial (Carvalho, Colaço e Fortes, 2006).

O exercício exerce um papel primordial no processo anti inflamatório devido a redução da gordura corporal e por consequência a produção de citocinas, efeito crônico do exercício, contudo, este efeito pode ser observado em uma única sessão de exercício, que é capaz de reduzir as concentrações séricas de TNF- α e de proteína C reativa (proteína plasmática de fase aguda) sem alteração do peso corporal, efeito agudo do exercício (Pauli e colaboradores, 2006).

Apesar do controle glicêmico adequado as concentrações de triglicérides e soro HDL estão sempre aumentados no diabético tipo 2 (Sixt e colaboradores, 2004). O exercício físico regular impede o desenvolvimento e progressão de doenças coronarianas, Hipertensão, Obesidade e Diabetes Mellitus tipo 2 (Benatti e Antônio Jr., 2007).

Estudos compararam a influência do estilo de vida saudável com a prevenção de Diabetes Mellitus tipo 2. Um estudo comprovou que um estilo de vida saudável é mais efetivo que o uso da metformina para prevenção dessa patologia (Sixt e colaboradores, 2004).

Segundo Ciolac e Guimarães (2004), o exercício físico regular de pelo menos 4 horas semanais com intensidade moderada a alta, diminui em média 70% a incidência de diabetes do tipo 2, quando comparado ao sedentário.

Alguns benefícios fisiológicos da prática regular de exercícios físicos são: aumenta a sensibilidade à insulina, diminuição do colesterol, triglicérides, LDL, aumenta do HDL, diminuição no percentual de gordura e aumento da massa muscular (Gomes, Rogero e Tirapegui, 2005).

Existe uma indicação para a manutenção de saúde e prevenção de doenças crônicas, de pelo menos 30 minutos de atividade física contínua ou acumulada, de intensidade moderada, nível 12 na escala de Borg, realizado na maioria dos dias da semana, contudo, para o tratamento de certas doenças como a obesidade, essa quantidade não tem sido suficiente, não mostra grandes benefícios (Ciolac e Guimarães, 2004).

O programa de prevenção ao Diabetes Mellitus dos Estados Unidos concluiu que a adoção de um programa, com alterações no estilo de vida que inclui redução de 7% do peso corporal e prática de exercícios físicos semanais de no mínimo 150 minutos, podem em um período de 3 anos, reduzir em 58% a incidência de Diabetes Mellitus tipo 2 em indivíduos que possuem predisposição para o desenvolvimento desta patologia (Pauli e colaboradores, 2006).

O estudo de Vancea e Colaboradores avaliou 40 pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2, com tempo inferior de 10 anos da doença, com idade de 40 a 65 anos, com igual ausência de complicações crônicas clínicas da patologia. O programa de exercício de intensidade moderada, 3 vezes na semana foi capaz de provocar uma redução do Índice de Massa Corporal e do percentual de gordura, a partir da oitava semana. Portanto, este programa de vinte semanas não foi suficiente para diminuir a HbA1c. Os autores concluíram que a melhor frequência de exercício é de 5 vezes na semana para tratar o Diabetes Mellitus tipo 2. Os autores também sugerem que, a intensidade do exercício é importante para reduzir os valores de HbA1c. A intensidade moderada para alta é indicada para um maior controle glicêmico, principalmente em paciente que já praticam exercícios físicos.

Foi aplicado um programa de exercício físico durante 10 semanas, 4 sessões semanais de 60 minutos, sendo 40 minutos de exercícios aeróbicos e 10 minutos de trabalho resistido com peso, concluíram que houve melhora na glicemia de jejum e diminuição da

HbA1C. O programa contribuiu para a diminuição de triglicérides e aumento de HDL, contribuiu também para a diminuição da frequência cardíaca de repouso, melhorando a eficiência cardíaca e auxiliando na diminuição do índice de massa corporal (Silva e Lima, 2002).

O efeito da sensibilidade à insulina pode durar de 24-72 horas, dependendo da duração e intensidade do exercício. Um experimento tinha como intervalo um tempo menor que 72 horas, não houve melhora nos valores de HbA1C. Outros estudos mostram diminuição da HbA1C determinada pelo exercício, mas durante um longo período de treinamento e com intensidade moderada e alta (Vancea e colaboradores, 2009). A insulina melhora sua sensibilidade em 22% após a primeira sessão de exercícios e em 42% após seis semanas de treinamento (Ciolac e Guimarães, 2004).

O efeito do exercício físico sobre a sensibilidade da ação da insulina, apresentado nos estudos, dura de 12-48 horas após uma sessão de exercícios, retornando aos níveis de pré-atividade em 3-5 dias após a realização do exercício físico. O exercício físico também mantém o metabolismo basal aumentado por um longo período após o treinamento. Há um aumento da atividade da enzima lipase hormônio sensível e o aumento da densidade mitocondrial, potencializando a oxidação de lipídeos, consequentemente favorecendo o emagrecimento (Pauli e colaboradores, 2006). Os mecanismos pelos quais o exercício físico promove melhora na sensibilidade à insulina são: Melhora na resposta da fosforilação de proteínas que iniciam as ações dos hormônios; aumento da síntese do Glut-4 e das atividades ligadas ao metabolismo; melhora a tolerância à glicose; aumento do fluxo sanguíneo acarretando maior disponibilidade de insulina para tecidos periféricos; aumenta as concentrações de fatores semelhantes à insulina (IGFs), que atuam no transporte da glicose para o músculo em atividade, aumentando a captação de glicose (Pauli e colaboradores, 2006).

Em indivíduos diabéticos é necessário antes do início do programa avaliar a presença de doença arterial periférica como: retinopatia, doença renal e neuropatia autonômica. Nenhuma dessas doenças impede a participação do paciente em programas de atividade física, portanto influenciam na

modalidade e intensidade do exercício (Ciolac e Guimarães, 2004).

Também deve se levar em consideração à atenção com os pés e controle glicêmico; os alunos devem ser educados à constantemente verificar o aparecimento de bolhas ou feridas nos pés e ter um controle rigoroso com a glicemia antes de iniciar a prática de exercícios (Ciolac e Guimarães, 2004).

De acordo com Ciolac e Guimarães (2004), o exercício físico promove um efeito agudo e crônico sobre a sensibilidade à insulina, tanto exercícios aeróbios quanto de força. Os autores sugerem que seja feita uma mescla entre os dois tipos de exercícios.

A recomendação da *American College Medicine of Sports* é que, o portador de diabetes realize atividades aeróbicas com gasto mínimo acumulativo de 1000 kcal/energia; a *American Association Diabetes* tem recomendações similares de pelo menos 150 minutos por semana de exercício aeróbio moderado ou 90 minutos por semana de exercício aeróbio intenso (Gordon e Colaboradores, 2009).

Portanto, o exercício aeróbico tem sido o mais indicado para o controle glicêmico, porém, em longo prazo o cumprimento dessas recomendações permanecem baixo, provavelmente pela dificuldade em alcançar o volume e intensidade eficaz do treino aeróbico. Tendo em vista que a maioria dos portadores de Diabetes Mellitus tipo 2 são obesos, julga-se necessário portanto, uma estratégia mais eficiente para aderência dos programas que visam a melhoria dos portadores de Diabetes Mellitus do tipo 2 (Gordon e colaboradores, 2009).

Treinamento de Força para o Diabético do Tipo 2

Exercícios de força proporcionam a manutenção ou ganho da massa magra, consequentemente aumentam o estoque de glicogênio muscular, fator importante para a homeostase da glicose (Pauli e colaboradores, 2006).

O músculo esquelético representa 40% da massa corporal total. Exerce papel importante sobre o balanço energético. É responsável por mais de 30% do dispêndio de energia, e também pela ação primária da captação, disponibilidade e estoque de glicose

estimulada por insulina (Pauli e colaboradores, 2006).

Acima dos 65 anos a perda de força é muito rápida, deixando o idoso dependente e incapaz de realizar tarefas diárias. A diminuição dessa variável reduz a qualidade de vida desses indivíduos, contudo, pode existir melhora se o idoso for submetido a um programa de treinamento com sobrecarga (Silva e Farinatti, 2007).

Silva e Farinatti (2007), apresentam o estudo de Lamoureux e colaboradores, que consiste em um trabalho com cargas elevadas de 85% de 1 RM, em resposta a esse treinamento há um incremento de 235% na força de idosos. O que mantém as evidências de que cargas elevadas podem levar a acréscimos maiores de força quando comparados com cargas menores.

O exercício de força melhora a força e a resistência muscular, muito benéfica para facilitar tarefas do cotidiano, possibilitando uma vida mais ativa para indivíduos portadores de obesidade e sedentarismo, características principais do diabético tipo 2. Além disso, o exercício de força aumenta a massa e potência muscular, podendo ajudar na preservação da musculatura. Também oferece um grande benefício para os idosos, com o envelhecimento há uma diminuição da força e massa muscular, afetando o metabolismo energético de maneira indesejável (Ciolac e Guimarães, 2004).

Em um estudo após 16 semanas de exercícios de força houve uma redução da medicação em 72% dos praticantes, diminuição das concentrações de glicose sanguínea e aumento da massa muscular (Ciolac e Guimarães, 2004).

O exercício físico aumenta a captação da glicose pelo músculo esquelético. A contração muscular leva a uma maior ativação da enzima AMPK. A ativação desta enzima depende da razão AMP/ATP e creatina-fosfocreatina. O exercício aumenta a transcrição gênica do GLUT-4 e de proteínas na musculatura (Augusto Junior e colaboradores, 2008).

Durante o exercício físico a AMPK é ativada devido a um rápido declínio nas razões AMP/ATP e creatina/fosfocreatina. Com a necessidade de gerar ATP há um aumento da atividade da AMPK, promovendo a translocação do GLUT-4 de maneira semelhante à insulina, através de cascatas

diferentes e independentes. Nessa situação há um aumento do transporte de oxidação dos ácidos graxos na mitocôndria através da redução da malonil-CoA, que permite o aumento da ação da carnitina palmitoil transferase I – CPTI (Pauli e colaboradores, 2006).

A contração muscular aumenta a translocação do GLUT-4 que independe da insulina. Uma das hipóteses mais aceita para esse aumento é o acréscimo do cálcio intracelular. O cálcio atua como mediador do transporte de glicose, o aumento de cálcio no citosol pode iniciar ou facilitar a ativação de moléculas ou proteínas envolvidas no transporte da glicose (Gomes, Rogero e Tirapegui, 2005).

A contração muscular, hipóxia, óxido nítrico e bradicinina, estimulam os mecanismos independentes de insulina para transporte de glicose no músculo esquelético (Pauli e colaboradores, 2006).

Cauza e colaboradores (2005), comparam 4 meses de treinamento aeróbio com 4 meses de treinamento de força, concluíram que com o treinamento de força houve melhoras significativas, em longo prazo, no controle glicêmico, redução da HbA1C, melhora na resistência a insulina, enquanto que no treinamento aeróbio os resultados sobre os respectivos parâmetros foram moderados. Após os 4 meses de treinamento de força, a força máxima (1-RM) de todos os grupos musculares aumentou em contraste com a ausência de nenhuma melhoria do treinamento aeróbio. Melhorias adicionais foram observadas no VO_{2pico} após o treinamento aeróbio, enquanto nenhuma mudança foi analisada após o treinamento de força.

A *American College Medicine of Sports* (ACMS) e a *American Association Diabetes* (AAD) têm em suas diretrizes recomendações de treinamento de força similares, para diabéticos jovens e idosos que não possuem contra-indicação. A recomendação é de 1 série de 10-15 repetições com 8-10 exercícios, 2 vezes por semana, progredindo para 3 séries de 8-10 repetições, 3 vezes por semana (Gordon e Colaboradores, 2009).

Portanto, Ciolac e Guimarães (2004), afirmam que, as recomendações de exercícios de 5 dias na semana, com intensidade leve e moderada 30 minutos por dia, não

demonstram ser suficiente para redução de peso, sugere-se que haja um aumento gradativo para 200 ou 300 minutos semanais, ou seja, cinco dias na semana com 60 minutos de duração cada sessão.

A recomendação de atividade física trazida pelos autores é de uma série de 8 a 12 repetições de 10 a 15 para indivíduos acima de 50/60 anos, com 50 a 70% da carga máxima, ou 13 a 15 na escala de Borg, 8 a 10 exercícios que trabalhe grandes grupos musculares, de 2 a 3 vezes por semana. Este treinamento baseia-se apenas na melhora da força e resistência muscular (incluir exercícios de aquecimento, relaxamento e alongamento em todas as sessões). Uma série é recomendada no início da adoção do treinamento, após a adaptação aumenta para duas e depois três séries.

De acordo com Powers e Howley a frequência de exercício para o diabético tipo 2 deve ser de 5-7 vezes na semana com intensidade de 50% do VO_2 máx, assegurando a manutenção e perda de peso corporal e aumento da sensibilidade à insulina (Oliveira, Rogatto e Luciano, 2002).

Canché e González (2005), apresentam em seu trabalho uma diminuição na HbA1c e uma aumento da força muscular depois de 3 meses de exercícios de força, com intensidade moderada, sendo 60% da capacidade individual, 2 vezes por semana e sessões de 1 hora, em pacientes portadores de Diabetes Mellitus tipo 2.

Estudos realizados com indivíduos saudáveis apresentaram benefícios significativos na melhora da sensibilidade à insulina, com exercícios realizados três ou mais vezes na semana, porém as respostas em indivíduos diabéticos podem ser diferentes (Gordon e colaboradores, 2009).

Uma revisão sistemática mostra que o treinamento de força e o treinamento aeróbio realizado em longo prazo resultaram em melhorias similares do controle glicêmico. Portanto, alguns pesquisadores sugerem que o treinamento de força intenso pode ser melhor tolerado quando comparado ao exercício aeróbio intenso (Gordon, 2009).

A redução da hemoglobina glicosilada é um marcador importante para a melhora do controle glicêmico de longo prazo. A maioria dos estudos de treinamento de força analisados por Gordon e colaboradores apresentam diminuição na HbA1C, os estudos

que não apresentaram melhorias foram os com duração de 10 semanas ou menos.

Após 16 semanas de treinamento de força houve uma melhora na sensibilidade à insulina, essa melhora foi mantida por 4-5 dias, porém para manter um controle glicêmico adequado é necessário de 1-2 sessões de treinamento de força por semana (Gordon e colaboradores, 2009).

Segundo Ciolac e Guimarães (2004), para a prescrição de treinamento físico deve ser levar em consideração o princípio da sobrecarga, o princípio da especificidade, o princípio da individualidade e por último o princípio da reversibilidade.

CONCLUSÃO

O Diabetes Mellitus do tipo 2 tem como tratamento o controle glicêmico. O descontrole da glicemia, em longo prazo, pode ser causador de cetoacidose diabética, retinopatia, poliúria, polidipsia, fadiga, perda de peso, vaginite, balanopostite, neuropatia, nefropatia, amputações de membros, aterosclerose, hipertensão arterial, hiperlipidemia, disfunção endotelial.

O exercício físico é uma das ferramentas utilizadas para o controle dessa patologia devido à diminuição da resistência a ação da insulina, maior controle glicêmico, melhora do perfil lipídico, diminuição da gordura corporal, previne o desenvolvimento e progressão de doenças coronarianas.

O treinamento aeróbio tem sido o mais indicado para o controle da glicemia. A ACMS e AAD recomendam o gasto mínimo de 1000 Kcal/energia ou 150 minutos de exercício aeróbio moderado ou ainda 90 minutos de exercício aeróbio intenso na semana. Contudo, as taxas de aderência apresentam-se baixas em longo prazo, provavelmente pela dificuldade que o indivíduo tenha em alcançar o volume de treino necessário. Sabendo que a maioria dos portadores de Diabetes Mellitus do tipo 2 são obesos é necessário repensar em uma nova estratégia para a manutenção da saúde.

O treinamento de força é visto como uma nova estratégia de exercício para os portadores de Diabetes Mellitus do tipo 2, com maior facilidade de execução. Pesquisas mostram que o treinamento de força intenso pode ser mais tolerado que o treinamento aeróbio intenso.

O treinamento de força proporciona um aumento da massa magra, um maior estoque de glicogênio muscular, conseqüentemente um maior controle glicêmico. Com o treinamento de força há um aumento da transcrição gênica de GLUT-4 e proteínas na musculatura através de mecanismos semelhantes ao treinamento aeróbio.

Em programas de longa duração o treinamento de força mostrou-se eficiente na diminuição da HbA1C, também houve melhora na sensibilidade à insulina que se manteve por 4-5 dias após a sessão de treinamento.

Os estudos realizados com treinamento de força mostram diminuição no percentual de gordura, melhora significativa da força muscular, melhora na composição corporal, aumento da força óssea, diminuição de perdas sarcopênicas, diminuição da fraqueza muscular associada ao envelhecimento, melhora do equilíbrio reduzindo o risco de quedas, diminuição da pressão arterial, melhora do perfil lipídico conseqüentemente menores riscos cardiovasculares.

As recomendações da ACMS e da AAD são: 1 série de 10-15 repetições com 8-10 exercícios, 2 vezes por semana, progredindo para 3 séries de 8-10 repetições, 3 vezes por semana. Contudo, essas recomendações são para indivíduos que não possuem nenhuma contra-indicação; os estudos realizados até o momento utilizam indivíduos sem complicações crônicas, sendo necessário mais pesquisas para maiores esclarecimentos sobre os benefícios do treinamento de força.

Levando em consideração os benefícios do treinamento aeróbico, sugerimos que o treinamento de força seja combinado com o treinamento aeróbico visando melhorias para os portadores de Diabetes Mellitus tipo 2, sempre levando em consideração a individualidade do aluno.

REFERÊNCIAS

- 1- Araújo, R.B.; Santos, I.; Cavaleti, M.A.; Costa, J.S.D.; Béria, J.U. Avaliação do Cuidado Prestado a Pacientes Diabéticos em Nível Primário. *Revista de Saúde Pública*. Vol 33, Num 1, Fev, 1999. p.24-32.
- 2- Assunção, M.C.F.; Santos, I.S.; Gigante, D.P. Atenção Primária em Diabetes no Sul do Brasil: Estrutura, Projeto e Resultado. *Rev. Saúde Pública*. Vol. 35. Num. 1. 2001. p. 88-95.
- 3- Augusto Júnior, A.C.S.; Ugolini, M.R.; Santomauro, A.T.; Souto, R.P. Metformina e AMPK: Um Antigo Fármaco e uma Nova Enzima no Contexto da Síndrome Metabólica. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* Vol 52. Num 1. 2008, p.120-125.
- 4- Benatti, F.B.; Antônio Junior, H.L. Leptina e Exercício Físico Aeróbio: Implicações da Adiposidade Corporal e Insulina. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol 13, Num 4, Jul/Ago, 2007, p.263-269.
- 5- Brito, C.P. Prevenção do Diabetes Tipo 2: Consenso International Diabetes Federation. *Revista Portuguesa de Diabetes*. Vol. 02. Num 2. 2007. p.34-37.
- 6- Canché, K.A.M.; González, B.C.S. Ejercicio de Resistencia Muscular en Adultos Diabetes Mellitus tipo 2. *Rev. Latino-am Enfermagem*. 13(1), Jan/ Fev, 2005. p.21-26.
- 7- Carvalho, M.H.C.; Colaço, A.L.; Fortes, Z.B. Citocinas, Disfunção Endotelial e Resistência à Insulina. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* Vol. 50. Num 2. Abril 2006. p.304-312.
- 8- Cauza, E.; Hanusch-Enserer, U.; Strasse, B.; Ludvik, B.; Metz-Schimmerl, S.; Pacini, G.; Wagner, O.; Georg, P.; Prager, R.; Kostner, K.; Dunky, A.; Haber, P. The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol 86, August, 2005, p. 1527-1533.
- 9- Ciolac, E.G.; Guimarães, G.V. Exercício Físico e Síndrome Metabólica. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol 10, Num 4, Jul/Ago, 2004, p.319-324.
- 10- Chara, A.R.; Dib, S.A. Atualização Terapêutica. 22 ed. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2005. p.446-449 in Prado, F.C.; Ramos, j.; Valle, J.R. Atualização Terapêutica. 22 ed. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2005.

- 11- Ferreira, S. Aspectos Epidemiológicos do Diabetes Mellitus e seu Impacto no Indivíduo e na Sociedade. Sociedade Brasileira de Diabetes. 2008.
- 12- Franco, L.L. Diabetes: como Prevenir, Tratar e Conviver. 1ª Ed. São Paulo: Elevação, 2005.
- 13- Gabbay, M.; Cesarini, P.R.; Dib, S.A. Diabetes Mellito Tipo 2 na Infância e Adolescência: Revisão de Literatura. *Jornal de Pediatria*. Vol 79. Num 3. 2003. p.201-208.
- 14- Guyton, A.C. Fisiologia Humana e Mecanismo das Doenças. 5º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 1993. p.493-500.
- 15- Gomes, M.R.; Rogero, M.M.; Tirapegui, J. Considerações sobre Cromo, Insulina e Exercício Físico. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol. 11. Num. 5. Set/Out, 2005. p.262-266.
- 16- Gordon, B.A.; Benson, A.C.; Bird, S.R.; Fraser, S.F. Resistance Training Improves Metabolic Health In Type 2 Diabetes: A Systematic Review. *Diabetes Research and Clinical Practice*. Vol 8. Num. 3. 2009. p.157-175.
- 17- McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2003. p.439-455.
- 18- Oliveira, C.A.M.; Rogatto, G.P.; Luciano, E. Efeitos do Treinamento Físico de Alta Intensidade sobre os Leucócitos de Ratos Diabéticos. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol. 8. Num. 6. Nov/Dez, 2002. p.219-224.
- 19- Pàdua, S.; Neiva, C.M.; Tonello, M.G.M.; Araújo, E.C.F. Treinamento Físico como Método Terapêutico e Controle Clínico do Diabetes: Atualizando Modelos. *Revista Digital: Buenos Aires*. Ano 12. Num 114. 2007.
- 20- Pauli, J.R.; Souza, L.; Rogatto, G.; Gomes, R.; Luciano, E. Glicocorticóides e Síndrome Metabólica: Aspectos Favoráveis do Exercício Físico nesta Patofisiologia. *Rev. Port. Cien. Desp*. Vol. 6. Num. 2. Maio 2006. p.217-228.
- 21- Silva, C.A.; Lima, W.C. Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo. *Arquivos Brasileiros Endocrinol e Metabologia*, Vol. 46. Num. 5. Outubro 2002. p. 550-556.
- 22- Silva, N.L.; Farinatti, P.T.V. Influência de Variáveis do Treinamento Contra-Resistência sobre a Força Muscular de Idosos: Uma Revisão Sistemática com Ênfase nas Relações Dose-Resposta. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol. 13. Num. 1. Jan/Fev, 2007. p. 60-66.
- 23- Sixt, S.; Korff, N.; Schuler, G.; Niebauer, J. Opções Terapêuticas Atuais para Diabetes Mellitus tipo 2 e Doença Arterial Coronariana: Prevenção Secundária Intensiva Focada no Treinamento Físico versus Revascularização Percutânea ou Cirúrgica. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol. 10. Num. 3. Mai/Jun, 2004. p. 220-223.
- 24- Vancea, D.M.M.; Vancea, J.N.; Pires, M.I.F.; Reis, M.A.; Moura, R.B.; Dib, S.A. Efeito da Frequência do Exercício Físico no Controle Glicêmico e Composição Corporal de Diabéticos Tipo 2. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, 2009, p.23-30.
- 25- Velloso, L.; Netto, A.P. Fisiologia e Fisiopatologia das Células Beta: Implicações Clínicas e Terapêuticas. Sociedade Brasileira de Diabetes, 2008.
- 26- Volpato, G.T.; Damasceno, D.C.; Campos, K.E.; Rocha, R.; Rudge, M.V.C.; Calderon, I.M.P. Avaliação do Efeito do Exercício Físico no Metabolismo de Ratas Diabéticas Prenhes. *Revista Brasileira da Medicina e do Esporte*. Vol. 12. Num. 5. Set/Out, 2006. p.229-233.

Recebido para publicação em 15/11/2009
Aceito em 22/12/2010