UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

Cauê de Castro Hansen

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A DIABETES MELLITUS TIPO 2

Limeira

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

Cauê de Castro Hansen

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A DIABETES MELLITUS TIPO 2

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciências do Esporte à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rochete Ropelle

Limeira

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

H198e

Hansen Caue de Castro, 1992-
Efeitos do treinamento resistido sobre a diabetes mellitus tipo 2 / Caue de Castro Hansen. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Eduardo Rochete Ropelle.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Exercícios físicos. 2. Treinamento resistido. 3. Diabetes mellitus tipo 2. I. Ropelle, Eduardo Rochete. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Effects of resistance training on type 2 diabetes mellitus
Palavras-chave em inglês:
Physical exercises
Resistance training
Type 2 dibetes mellitus
Titulação: Bacharel em Ciências do Esporte
Banca examinadora:
Vagner Ramon Rodrigues da Silva
Luciene Lenhare
Data de entrega do trabalho definitivo: 19-06-2015

AGRADECIMENTOS

Após quatro anos e meio de faculdade, gostaria de agradecer a todos os docentes responsáveis por minha formação em Ciências do Esporte e aos meus familiares e namorada que sempre me apoiaram e me deram força suficiente para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

Sem me estender muito, gostaria também de agradecer aos meus amigos de sala por me proporcionar grandes momentos de alegria e conhecimento, e gostaria de manter essa amizade por muito mais tempo.

"Se você pode sonhar, você pode conquistar”

(Walt Disney)

Hansen, Cauê de Castro. Efeitos do treinamento resistido sobre a diabetes mellitus tipo 2. 2015. . Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Ciências do Esporte – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015.

RESUMO

O diabetes mellitus tipo 2 é uma desordem metabólica de origem multifatorial, sendo os hábitos de vida um dos desencadeadores mais importante para o seu desenvolvimento. Desta forma, a prática de exercícios físicos vem sendo valorizada como forma para prevenir e tratar essa doença metabólica. Os efeitos do treinamento aeróbio na terapia antidiabética, são relativamente bem documentados na literatura, porém os efeitos do exercício físico resistido ainda não são completamente elucidados. Sabe-se que o exercício resistido promove aumento da massa magra, aumento do gasto energético, redução da adiposidade, redução de marcadores inflamatórios e melhora da sensibilidade a insulina em pacientes obesos e diabéticos. Sendo assim, neste trabalho de revisão de literatura, serão abordados os principais efeitos do exercício resistido sobre o metabolismo, no contexto da prevenção e do tratamento do diabetes mellitus tipo 2.

Palavras chave: Treinamento resistido. Diabetes Mellitus tipo 2

Hansen, Cauê de Castro. Efeitos do treinamento resistido sobre a diabetes mellitus tipo 2. 2015. . Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Ciências do Esporte – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015.

ABSTRACT

The diabetes mellitus type 2 is a metabolic disorder of multifactorial origin, and the living habits are the most important triggers for their development. In this way the practice of physical exercise has been valued as a way to prevent, and treat this metabolic disease. The effects of aerobic training on antidiabetic therapy, are relatively documented in the literature very well, but the effects of resistance exercise are not yet fully elucidated. It is known that resistance exercise promotes an increase in lean body mass, increase in energy expenditure, body fat reduction, reduction of inflammatory markers and improved insulin sensitivity in obese and diabetic patients. So this work of literature review, the main effects of resistance exercise on metabolism will be discussed in the context of prevention and treatment of diabetes mellitus type 2.

Keywords: Resistance training. Diabetes Mellitus type 2.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (Imunoblotting) expressão de IRS-1 nos grupos controle, aeróbio, resistência e treinamento combinado antes e depois do período de treino.....29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervenções com exercícios combinados e hemoglobina glicada A (A1c) mudanças relacionadas..... 30-31

Sumário

1.Introdução 14

1.Breve histórico do exercício físico: O surgimento do treinamento de resistência. .. 14

2. O que é diabetes 16

3. Caracterização do treinamento de resistência 19

4. Objetivo 21

5. Metodologia 22

6. Diabetes e exercícios aeróbios. 23

7. Diabetes e o treinamento de resistência. 24

7.1. Prevenção da diabetes tipo 2 com o uso de exercício resistido 25

7.2. Tratamento do diabetes tipo 2 com o uso de exercício resistido 26

8. Diabetes e treinamento combinado 28

9. Conclusão 32

Referências 33

1.Introdução

1.Breve histórico do exercício físico: O surgimento do treinamento de resistência.

Segundo alguns estudiosos a atividade física segue uma classificação de períodos que passa por sete etapas, classificadas como: empirismo, improvisação, sistematização, pré-científico, científico, tecnológico e mercantilismo desportivo (ALMEIDA; ALMEIDA; GOMES, 2010).

Atividades físicas surgiram atrelados à nossa população, quando no início do período do empirismo onde o conhecimento se dá a partir apenas da experiência sensorial e a única preocupação do homem segundo Almeida; Almeida; Gomes (2000) era atacar e defender, mas com um único objetivo que era a sobrevivência em meio a caça aos animais para alimentação e se defender deles para que não fossem atacados. Algum tempo depois, mas ainda nesse período, começaram de fato surgir os exercícios físicos "na Grécia antiga, além de se pregar o culto ao corpo, era significativo o número de jogos existentes, tendo como principal evento desportivo os Jogos Olímpicos" (Almeida; Almeida; Gomes, 2000), eis que surge um dos principais eventos esportivos do mundo e que permanece assim até os dias de hoje.

Ainda segundo Almeida; Almeida; Gomes (2000) no começo do século XIX no período denominado sistematização começam a surgir os primeiros passos do que seria a prática de exercício físico nos tempos atuais, com a percepção de que era necessário uma programação prévia dos exercícios e de suas cargas. Porém é no período pré-científico e no científico que as grandes evoluções acontecem a partir da segunda guerra mundial os treinamentos avançam muito como por exemplo as técnicas de treinamento de corrida proposta pelo corredor Emil Zatopek por volta de 1945, que consistia em percorrer longas distâncias intervalando corridas de alta e baixa velocidade e que ainda é utilizada nos tempos modernos, nesse período também surgem as academias porém sem relatos de uma data específica.

Desde quando surgiu , as academias vem ganhando cada vez mais adeptos e tudo isso com diversas finalidades, seja como esporte secundário para alcançar o preparo físico para outras modalidades ou mesmo como prática única para ganho de força, massa muscular entre outros objetivos. Sem contar que a atividade física faz com que os músculos se contraiam, aumentando a captação de glicose no sangue, como efeito agudo.(SUH; PAIK; JACOBS, 2007).

Como foi anteriormente citado, quando os músculos se contraem é possível aumentar a captação de glicose no sangue e o treinamento resistido consiste em contrações repetidas do músculo alvo. Podemos assim dizer que o treinamento de resistência apresenta benefícios tanto para o tratamento, quanto para a prevenção de diabetes, já que ele diminui o nível de glicose circulante(COLBERG et al, 2010), aumenta a translocação do transportador de glicose 4 (GLUT-4) responsável por transportar a glicose do meio externo para o meio interno da célula muscular, aumenta a sensibilidade à insulina e consequentemente melhora o quadro diabético do indivíduo (STRASSER e PESTA, 2013).

2. O que é diabetes

Segundo a ADA(2015) (associação americana de diabetes) existem vários tipos diferentes de diabetes. Chamadas de diabetes tipo 1, quando o indivíduo não consegue mais produzir insulina, devido a destruição auto-imune das células beta no pâncreas e que corresponde de cinco a dez por cento do total de indivíduos acometidos por essa doença metabólica. A Diabetes gestacional é classificada quando uma mulher apresenta qualquer tipo de intolerância a glicose a partir do segundo trimestre de gestação. Temos também outros tipos de diabetes que acometem uma porcentagem muito baixa do total de pessoas que convivem com essa doença metabólica.

Já a Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é a mais comum entre as diabetes, podendo chegar a 95% da população que sofre com essa doença. Normalmente caracterizada por resistência à insulina, porém se não tratada pode haver danos mais severos e ter também deficiência na produção de insulina. Chamada também de diabetes não insulino dependente (ADA, 2015).

A diabetes tipo 2 normalmente não é diagnosticada no começo pois a hiperglicemia se desenvolve gradualmente e no início não é grave o suficiente para que o paciente perceba os sintomas clássicos dela. Por desconhecer e conviver com a doença sem ser diagnosticado os pacientes têm risco aumentado de desenvolver complicações macrovasculares, como doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, obesidade e resistência à insulina e microvasculares como a nefropatia que é a falência renal (ADA, 2015).

Existem vários fatores causadores, embora as etiologias específicas não são conhecidas, as células beta que são responsáveis por excretar insulina não são danificadas inicialmente. Grande parte da população adquire devido à obesidade, que é causadora de um certo grau de resistência a insulina. Aqueles que não são caracterizados como obesos também podem desenvolver a doença devido ao acumulo de gordura na região abdominal (ADA, 2015).

Em indivíduos que não possuem nenhum problema funcional nas células beta os níveis de insulina no sangue são superiores a indivíduos saudáveis devido ao

excesso de glicose circulante no sangue. A longo prazo essa excreção excessiva de insulina pode danificar as células beta. A resistência à insulina pode regredir com redução de peso e/ou com tratamento farmacológico, mas depois de adquirido raramente volta ao normal (ADA, 2015).

Ainda segundo a ADA (2015) a diabetes pode ser diagnosticada por quatro métodos: Hemoglobina glicada que faz uma análise de aproximadamente três meses dos níveis de glicose no individuo, quantidade de glicose no plasma que é medida a qualquer momento do dia, glicemia em jejum que é feita com oito horas de jejum e teste de glicemia pósprandial, medida duas horas após a ingestão de carboidratos.

Para um indivíduo ser diagnosticado diabético, ele deve apresentar a glicemia em jejum com valor maior ou igual a 126 mg/dL. Para glicose no plasma e glicemia pósprandial o valor deve ser maior ou igual a 200 mg/dL. E a hemoglobina glicada com resultado aproximado 6,5% já apresenta um grande risco de diabetes, podendo chegar a afetar cinquenta por cento dos indivíduos que apresentam esses valores (ADA, 2015).

As chances de desenvolver diabetes tipo 2 aumentam com a idade, obesidade e falta de atividade física. Sua genética ainda é mal compreendida. São recomendados exames periódicos para pessoas com quarenta e cinco anos ou mais, principalmente com sobrepeso ou obesidade (ADA, 2015).

O primeiro artigo na base de dados PubMed a relatar o uso da atividade física associada à uma dieta no controle da diabetes é de Ratzmann KP et al.(1981). Nesse mesmo artigo é relatado uma melhora no quadro de diabetes, com perda de peso em todos os pacientes, só que com um detalhe, de não compreenderem ao certo quais os mecanismos que levaram a melhora.

Em um artigo publicado alguns anos depois por Segal KR et al.(1991), os pesquisadores começavam a entender melhor esses mecanismos e assim foi dado o primeiro passo na descoberta do quão benéfico é a atividade física e o treinamento de resistência para o tratamento dessa doença. Como podemos notar, não demorou muito para que o interesse nessa área crescesse e desde então muitos outros

pesquisadores têm se dedicado a essa linha de pesquisa, com uma média superior a catorze artigos por ano.

3. Caracterização do treinamento de resistência

> O treinamento de resistência é uma modalidade de exercício que mais tem crescido em popularidade ao longo das duas últimas décadas, particularmente por seu papel na melhoria do desempenho atlético através do aumento da força muscular, potência e velocidade, hipertrofia, resistência muscular localizada, o desempenho motor, equilíbrio e coordenação. (KRAEMER e RATAMESS, 2004)

A prática de musculação ou treinamento de resistência como também pode ser chamada, vem ganhando cada vez mais adeptos com os mais diversos objetivos como os citados pelo autor e esse crescimento rápido pode se manter por um longo período, por não ter horários de treinamentos extremamente específicos como as outras modalidades e por ser um treinamento individualizado do qual você não necessariamente depende de um grupo para praticá-la. Ainda segundo Kraemer e Ratamess (2004) é importante a presença de orientador qualificado para supervisionar o treino de resistência, dessa forma, prevenindo lesões e alcançando os maiores benefícios para o desempenho e para a saúde.

Outro aspecto positivo desta modalidade é que pessoas de todas as idades podem obter seus benefícios. O ponto chave para o treinamento resistido em qualquer nível de aptidão, ou em qualquer idade é a elaboração de um programa individual apropriado (KRAEMER E RATAMESS, 2004). Sendo assim, todas as pessoas, de todos os gêneros e idades podem usufruir de suas qualidades.

Mas o treinamento de resistência vai muito além de corpos bonitos, tonificados, emagrecimento entre outros objetivos normalmente procurados pelos adeptos da mesma, a partir de estudos que começaram no final do século passado ela tem se mostrado eficaz no tratamento de doenças ou na manutenção da evolução delas desde que o aluno tenha uma autorização médica para isso. A pressão alta, reabilitação de lesão, colesterol, osteoporose e nosso principal objetivo de estudo, doenças metabólicas como a diabetes mellitus tipo 2, causada pela má absorção de insulina, ou seja, deficiência em metabolizar glicose também fazem parte desse tipo de treinamento e a atividade física praticada de forma regular é um

grande marco na prevenção e tratamento da diabetes mellitus tipo 2 (GRØNTVED et al. 2012) .

4. Objetivo

Tendo como base essas informações, a respeito da diabetes mellitus tipo 2 (DM2), este trabalho tem como objetivo discutir a respeito das respostas do corpo em relação a prática do exercício resistido para o tratamento e prevenção do diabetes e mostrar suas implicações no organismo de pessoas diabética.

5. Metodologia

Este estudo é uma revisão bibliográfica da literatura atual sobre treinamento resistido e diabetes mellitus tipo 2. Para a realização deste presente estudo foi utilizado a base de dados PubMed, em que foi feito uma busca com as seguintes palavras: resistance training; diabetes mellitus type 2 em que foi encontrado 497 artigos.

6. Diabetes e exercícios aeróbios.

O exercício aeróbio para tratamento e prevenção de diabetes tipo 2 já é consagrado e bem mais estudado que o treinamento com treinamento de resistência. A literatura nessa área é bem mais vasta, contando com 5.713 artigos escritos na base de dados pubmed até a presente data.

As palavras chaves foram **aerobic exercise** e **diabetes mellitus type 2** para que se chegasse a esse resultado que é aproximadamente onze vezes maior, do que a busca por artigos que mostrem os benefícios do treinamento de resistência, chegando a 5.713 artigos publicados.

Por isso não vamos nos estender nesse tópico, pelo fato de que a literatura já é bem vasta nessa área. A recomendação para essa atividade segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e Associação Americana de Diabetes (ADA) é a prática de ao menos três vezes por semana em dias não consecutivos e em intensidade moderada e de média a longa duração(COLBERG, 2010).

7. Diabetes e o treinamento de resistência.

Recentemente foram relatadas evidências de que o treinamento de resistência consegue combater a disfunção metabólica em indivíduos obesos com DM2(HILLS et al., 2010 e STRASSER, ; ARVANDI; SIEBERT, 2012). Ela foi aceita como forma de prevenir e melhorar os sintomas da diabetes apenas em 1990 pela Associação Americana de Diabetes(ADA) e pela Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), as recomendações são de praticá-los ao menos 2 vezes por semana somada ao exercício aeróbio (Strasser e Pesta, 2013). Os benefícios apresentados por ela até o momento vem se mostrando melhores que o exercício aeróbio de forma geral, do ponto de vista fisiológico dos indivíduos que a praticam.

Seus benefícios não são baseados necessariamente na perda de peso corporal, embora possa acontecer de forma não significativa. Como citado anteriormente, ela contribui nas funções fisiológicas e consequentemente metabólicas, como favorecer a translocação do GLUT-4 dentro das células (HOLTEN et al, 2004) , devido a melhora das funções musculares, que está relacionada com o aumento do GLUT-4 . Ajudar na diminuição da gordura visceral e marcadores inflamatórios(Cuff et al., 2003 e Phillips et al., 2010). Com tudo isso acontecendo devido ao treinamento com peso resistido conseguimos também melhorar a sensibilidade à insulina(Flack et al., 2011 e Hurley; Hanson; Sheaff, 2011).

Em diversos estudos foram constadas estas melhoras funcionais do corpo e o fato de não haver perda de peso pode estar associado ao ganho de massa muscular, uma vez que foram constatadas redução na medida da circunferência abdominal de indivíduos com DM2(KWON, et al., 2010 e Ibáñez et al., 2010).

Além disso o treinamento de resistência aumenta o consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC), que é responsável por aumentar a utilização de gordura como combustível, o que é positivo para a redução de medidas(Ormsbee, 2007).

Em um estudo produzido por Grøntved (2012) com 18 anos de duração e com aproximadamente trinta mil homens americanos mostrou que quem praticou menos de 150 minutos por semana de treinamento de resistência apresentou uma redução

no risco de diabetes tipo 2 de 34% e quem fez igual ou mais que 150 minutos semanais teve uma redução mais significativa ainda reduzindo os riscos em 60%.

7.1. Prevenção da diabetes tipo 2 com o uso de exercício resistido

A pré diabetes pode ser considerada para qualquer indivíduo adulto com sobrepeso ou obesos e caso as características da mesma que são glicose em jejum diminuída e tolerância a glicose diminuída, se não forem tratadas em um curto período o risco da pré diabetes se tornar uma diabetes tipo 2 é muito grande e provável. (ADA, 2015).

Por esse motivo quando for detectado esse estágio da doença é essencial que se inicie um programa de tratamento, mas a prevenção pode começar antes de se atingir esse quadro para evitar maiores transtornos ao indivíduo.

A participação em um programa de exercício físico na prevenção pode atrasar ou até mesmo impedir o aparecimento da diabetes tipo 2(HAMMAN Et al, 2006). A recomendação mínima é de duas horas e trinta minutos de atividade física por semana para que se tenha benefícios (Colberg , 2010).

Holten et al. (2004) , produziu um artigo buscando aumento da expressão de GLUT-4 com treinamento resistido em indivíduos diabéticos. Ele contou com dez participantes diabéticos e sete participantes saudáveis para o grupo controle. O treinamento não durou mais que trinta minutos por sessão, foi realizado três vezes por semana e duração total de seis semanas. O treinamento consistia em treinar apenas uma perna e avaliar o tecido por biópsia. A perna treinada aumentou a captação de glicose e também a expressão da proteína GLUT-4, que é explicado pelo aumento de força, tanto para o grupo saudável quanto para o grupo diabético, aumentando assim a ação da insulina no músculo.

Enquanto PHILLIPS et al. (2010) fez um estudo com mulheres sedentárias e com idade aproximada de setenta e dois anos. A atividade com peso resistido foi realizada durante dez semanas, foram feitos dez exercícios com três séries de no máximo oito repetições máximas, três vezes por semana, para ser comparado ao

grupo controle. Os dois grupos realizaram o treinamento e tiveram uma redução significativa do fator de necrose tumoral (TNF-alfa) e consequentemente do processo inflamatório causado pela falta de atividade física e pela diabetes segundo o próprio autor.

Dessa forma é possível entender que o exercício resistido é positivo para a prevenção da diabetes e também para o tratamento.

7.2. Tratamento do diabetes tipo 2 com o uso de exercício resistido

Um programa de treinamento para o tratamento da diabetes tipo 2 deve buscar a manutenção dos níveis normais de glicose no corpo, lipídeo e a pressão sanguínea e todos esses benefícios são alcançados com a atividade física, que melhora as funções musculares e cardiorrespiratórias, melhorando a sinalização de insulina no organismo (Colberg , 2010).

A melhora da sinalização da insulina pode ser dada pela redução de peso (ADA, 2015) e consequente perda de circunferência abdominal(KWON, et al., 2010), diminuindo assim o processo inflamatório, causado por excesso de gordura corporal e que pode ser prejudicial ao quadro de diabetes diminuindo também o fator de necrose tumoral (TNF-alfa) (MATHUR e PEDERSEN, 2009).

Porem para o tratamento de diabetes tipo 2 é necessário que se tenha algumas precauções. Segundo Colberg (2010), qualquer atividade que exceda uma simples caminhada pode ser perigoso para o indivíduo, principalmente se ele for sedentário e com idade avançada, nesse caso é recomendado que ele faça exames médicos para doença cardiovascular, retinopatia, neuropatia periférica grave, entre outras limitações ocasionadas pela diabetes.

Após ser feito o procedimento médico é necessário que o instrutor saiba o horário da ingestão de remédios ou até mesmo da aplicação de insulina, para que durante o exercício não ocorra hipoglicemia, principalmente se o treinamento for feito no horário de pico de ação da insulina, para esses casos se torna necessário

uma reavaliação da quantidade de insulina ou de medicamentos que estimulam a maior produção de insulina endógena(COLBERG, 2010).

Fazer uma análise dos níveis de glicemia antes e depois do treinamento também se torna importante para diminuir os riscos de hipoglicemia causado pelo treinamento de resistência e mesmo com todas essas precauções, é necessário que se tenha uma fonte de carboidratos para ser ingerido durante e após o treinamento para indivíduos que façam o uso de insulina ou de medicamentos que estimulam a secreção endógena de insulina, quando a intensidade for alta(COLBERG, 2010).

Um grupo de pesquisadores liderado por Ibañez et al.(2005) publicou um artigo no qual nove homens com idade superior a sessenta anos (66,6 +/- 3,1 anos) e que apresentavam diabetes tipo 2 recém-diagnosticada foram submetidos ao treinamento de resistência duas vezes por semana, durante dezesseis semanas, envolvendo todos os principais grupos musculares.

A carga foi definida entre 50-80% de uma repetição máxima e os resultados foram significativos. A ação da insulina aumentou 46,3%, os níveis de glicose em jejum diminuíram 7,1% e além disso houve também uma perda significativa de gordura abdominal.

8. Diabetes e treinamento combinado

O posicionamento do colégio americano de medicina do esporte é de que o exercício combinado demonstra ser mais eficaz para o tratamento e prevenção da diabetes tipo 2(DM2). Essa prática se demonstra mais eficaz do que a prática de exercícios aeróbios e com treinamento de resistência quando praticados sozinhos (CHURCH et al., 2010 e LUCOTTI et al., 2011).

Os artigos que relataram benefícios com o treinamento combinado não tem um padrão no modo de treinamento como relatado na revisão feita por Oliveira et al. (2012), a maioria dos artigos revisados (13) optaram por fazer o treinamento aeróbio e de resistência na mesma sessão, três vezes por semana e a menor parte (7) preferiram fazer uma modalidade por dia, com o total de frequência de quatro vezes por semana.

Ao usar essa técnica de treinamento o indivíduo pode se beneficiar do melhor de cada modalidade. O exercício aeróbio deve ser realizado em intensidade moderada ou superior , ou seja, no mínimo 40% da frequência cardíaca de reserva e os exercícios com peso resistido de moderado a vigorosa, variando de 50 à 84% de uma repetição máxima (1RM). Dessa forma o indivíduo praticante pode perder gordura e melhorar as funções cardiorrespiratórias com exercício aeróbio e melhorar as funções musculares com o exercício de peso resistido.

Jorge et al. (2011) produziu um artigo comparando os benefícios do exercício aeróbio, treinamento de resistência, treinamento combinado e um grupo controle de indivíduos diabéticos. O estudo foi realizado durante doze semanas, com tempo de duração das atividades de sessenta minutos diários, três vezes por semana.

Nesse artigo ela não notou diferença significativa na diminuição da pressão arterial, glicemia de jejum, glicose pós-prandial e perfil lipídico. No entanto, foi notado uma diferença significativa no substrato 1 do receptor de insulina (IRS-1) do grupo de exercício combinado. Esse receptor que faz parte da cascata de sinalização da insulina e é responsável por ativar o GLUT-4 dentro da célula. A

tabela a baixo demonstra esses valores, mostrando a ação do IRS-1 no período pré e pós o programa de treinamento aplicado a cada grupo.

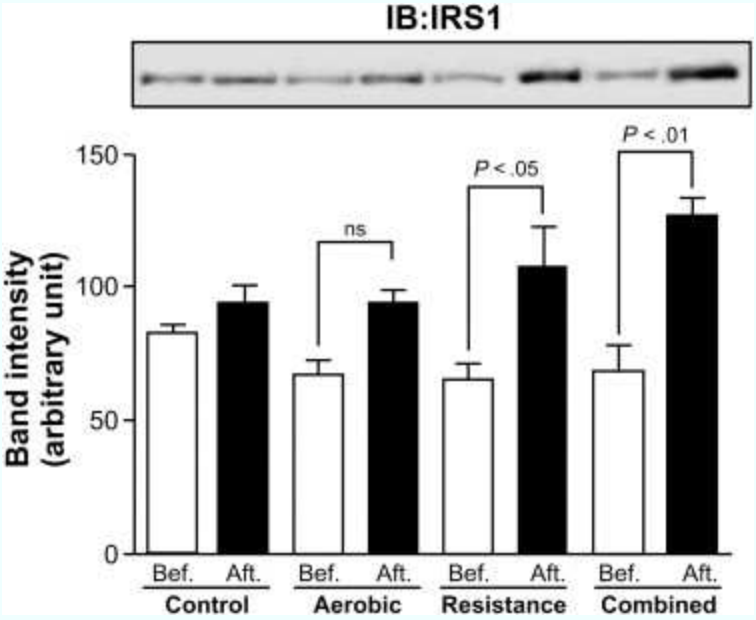

Fig.1.(Imunoblotting) expressão de IRS-1 nos grupos controle, aeróbio, resistência e treinamento combinado antes e depois do período de treino.

Fonte: (Jorge ML et al., 2011)

Oliveira et al.(2012) produziu um artigo de revisão comparando os níveis de hemoglobina glicada (A1c), que é responsável por demonstrar a quantidade de glicose circulante no corpo por um longo período. Com valores entre 4-6% sendo considerado normal, 6-7% considerado diabetes moderadamente controlada e acima de 7% considerada diabetes mal controlada.

Do total de artigos analisados, vinte apresentaram melhoras significativas com exercício combinado. Desse total, seis artigos demonstraram melhores resultados com treinamento combinado do que o treinamento resistido e o exercício aeróbio sozinho. Porém em dois artigos foram demonstrados melhores resultados com a prática de exercício resistido e o aeróbio feitos sozinhos, quando comparado com o exercício combinado.

Tabela 1 - Intervenções com exercícios combinados e hemoglobina glicada A (A1c) mudanças relacionadas.

Author (year)	A1c- hemoglobina glicada											
	Control			Combined			Aerobic			Resistance		
	Before	After	dif	Before	After	dif	Before	After	dif	Before	After	dif
Tessier et al. (2000)	7.3 ± 1.7	7.8 ± 1.5	0.5	7.5 ± 1.2	7.6 ± 1.2	0.1						
Maiorana et al. (2001)				8.5 ± 0.4	7.9 ± 0.3	−0.6*						
Loimaala et al. (2003)	8.0 ± 1.3	8.3 ± 1.4	0.3	8.2 ± 2.1	7.6 ± 1.4	−0.6*						
Cuff et al. (2003)	6.9 ± 0.4	6.87 ± na	−0.03	6.9 ± 0.4	6.8 ± na	−0.1	6.3 ± 0.2	6.2 ± na	−0.1			
Balducci et al. (2004)	8.28 ± 1.73	na	na/ns	8.31 ± 1.73	7.1 ± 1.16	−1.2*						
Tokmakidis et al. (2004)				7.7 ± 1.7	6.9 ± 1.0	−0.8*						
McGavock et al. (2004)	7.4 ± 1.1	7.4 ± 0.8	0	6.6 ± 0.9	6.4 ± 0.6	−0.2						
Wagner et al. (E) (2006)]				6.6 ± na	6.1 ± na	−0.5						
Wagner et al. (E + A) (2006)	5.8 ± na	5.2 ± na	−0.6	5.9 ± na	5.5 ± na	−0.4*						
Sigal et al. (2007)	7.44 ± 1.38	7.51 ± 1.47	0.7	7.46 ± 1.48	6.56 ± 1.55	−0.9*	7.41 ± 1.50	6.98 ± 1.50	−0.43*	7.48 ± 1.47	7.18 ± 1.52	−0.3*
Krousel-Wood et al. (2008)	8.0 ± 1.5	7.2 ± 1.3	−0.7	7.4 ± 1.5	6.7 ± 1.4	−0.7						
Praet et al. (BWP) (2008)				7.18 ± 1.42	7.08 ± 1.37	−0.10						
Praet et al. (MFP) (2008)				7.08 ± 1.29	6.89 ± 1.13	−0.19						
Lambers et al. (2008)	6.7 ± 0.97	7.0 ± 0.88	0.3	7.4 ± 1.45	6.9 ± 1.20	−0.6*	7.4 ± 1.70	7.0 ± 1.61	−0.4			
Marcus et al. (2008)				7.1 ± 1.2	6.5 ± 1.3	−0.6	6.3 ± 1.2	6.0 ± 1.1	0.3			
Aylin et al. (2009)	6.75 ± 0.27	6.88 ± 0.29	0.13	7.67 ± 0.44	6.38 ± 0.18	−1.29*						
Christos et al. (2009)	7.3 ± 0.8	7.3 ± 0.7	0	7.9 ± 1.5	6.7 ± 0.9	−1.2*						
Loimaala et al. (2009)	8.0 ± 0.3	8.3 ± 1.4	0.3	8.2 ± 2.1	7.6 ± 1.4	−0.6*						
Fatone et al. (2010)				6.38 ± 0.72	5.93 ± 0.64	−0.45*						
Balducci et al. (2010)	7.08 ± 1.28	6.93 ± 1.29	−0.15	7.74 ± 1.72	6.65 ± 1.10	−1.09*	7.29 ± 1.35	6.34 ± 0.96	−0.95*			
Balducci et al. (2010)	7.15 ± 1.4	7.02 ± 1.2	−0.13	7.12 ± 1.4	6.7 ± 1.1	−0.42*						
Kluding et al. (2010)				6.7 ± 0.6	6.2 ± 0.5	−0.5						
Gram et al. (2010)	7.8 ± 1.3	7.9 ± 0.3	0.1	7.2 ± 0.9	7.2 ± 0.2	0.0	7.2 ± 1.0	6.9 ± 0.2	−0.3			
Okada et al. (2010)	7.9 ± 1.1	6.8 ± 0.8	−1.1*	8.5 ± 1.8	7.0 ± 1.3	−1.5*						
Church et al. (2010)	7.61 ± 0.1	7.72 ± 0.1	0.11	7.54 ± 0.08	7.27 ± 0.08	−0.27	7.50 ± 0.09	7.42 ± 0.09	−0.08	7.55 ± 0.08	7.46 ± 0.08	−0.09

Author (year)	A1c- hemoglobina glicada											
	Control			Combined			Aerobic			Resistance		
	Before	After	dif	Before	After	dif	Before	After	dif	Before	After	dif
Segerström et al. (LV) (2010)				6.5 ± 1.4	6.8 ± 1.0	0.3						
Segerström et al. (HV) (2010)				6.6 ± 1.2	6.1 ± 1.0	−0.5*						
Jorge et al. (2011)	6.94 ± 0.74	7.07 ± 0.70	0.13	7.6 ± 1.12	7.53 ± 1.05	0.07	7.63 ± 1.70	7.42 ± 1.48	−0.21	8.51 ± 2.45	8.24 ± 2.13	−0.27
Touvra et al. (2011)				7.2 ± 1.5	6.7 ± 0.8	−0.5*						
Ferrer-Garcia et al. (2011)	6.51 ± 0.78	6.45 ± 1.49	−0.06	6.35 ± 1.5	6.0 ± 0.83	−0.35*						
Lucotti et al. (2011)				7.9 ± 1.9	7.3 ± 1.9	−0.6	7.3 ± 1.8	6.9 ± 1.3	−0.4			

dif: absolute difference; E: exercise only; E + A: exercise + acarbose; BWP: brisk walking programme; MFP: medical fitness programme; LV: low volume; HV: high volume. A1c values refer to subjects that met compliance criteria (if data is available).

Fonte: (Oliveira et al., 2012).

9. Conclusão

Qualquer tipo de atividade física pode acarretar melhora no quadro de diabetes tipo 2 de indivíduos que as praticam. Segundo Colberg (2010) , as funções da glicose no sangue e da ação da insulina são melhoradas com exercício aeróbio, já o exercício de resistência melhora a glicemia de jejum e por fim o exercício combinado que envolve o treinamento resistido e aeróbio tem mostrado melhores resultados que os anteriores praticados sozinhos, tendo maior eficácia na melhora da glicemia.

O exercício combinado que demonstra melhores resultados perante as outras modalidades, não possui um padrão de aplicabilidade, tendo grandes diferenças entre os protocolos utilizados para exercício, tendo tempo total de treinamento superior aos demais na maioria das vezes. Porém a grande maioria aponta excelentes resultados por melhorar as funções musculares e cardiorrespiratórias.

Para ajudar na avaliação de qual modalidade escolher o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) criou uma avaliação qualitativa para essas modalidades, julgando o exercício aeróbio e treinamento de resistência treinados individualmente como categoria C, já a união das duas modalidades é classificado como categoria B, tendo como classificação máxima a categoria A que somente é alcançada quando o último item está em conjunto com uma dieta equilibrada, seguindo as recomendações médicas, nutricionais e esportivas.

Porém o treinamento de resistência já mostrou que pode também ajudar na melhora da diabetes tipo 2 de forma geral e que oferece a individualidade, o treinamento e a segurança para todos os praticantes e segundo meus estudos se demonstrou a melhor opção para a prevenção e para o tratamento de diabetes, caso o indivíduo não tenha nenhuma grande complicação causada pela diabetes tipo 2, principalmente se a disponibilidade de tempo para a prática de atividades seja pequeno.

Embora existam muitos artigos nessa área ainda são necessários artigos mais conclusivos e esclarecedores para que possamos ter certeza dos resultados que serão obtidos, principalmente em relação ao treinamento de resistência.

Referências

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION et al. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes. **Diabetes Care**, v. 38, n. Supplement 1, p. S8-S16, 2015.

CHURCH, Timothy S. et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Jama**, v. 304, n. 20, p. 2253-2262, 2010.

COLBERG, Sheri R. et al. Exercise and type 2 diabetes the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. **Diabetes care**, v. 33, n. 12, p. e147-e167, 2010.

CUFF, Darcye J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 26, n. 11, p. 2977-2982, 2003.

DE ALMEIDA, Helio Franklin Rodrigues; DE ALMEIDA, Dulcenira Coutinho Magalhães; GOMES, Antonio Carlos. Uma ótica evolutiva do treinamento desportivo através da história. **Revista treinamento desportivo**, v. 5, n. 1.2000, 2000.

FLACK, Kyle D. et al. Aging, resistance training, and diabetes prevention. **Journal of aging research**, v. 2011, 2010.

GRØNTVED, Anders et al. A prospective study of weight training and risk of type 2 diabetes mellitus in men. **Archives of internal medicine**, v. 172, n. 17, p. 1306-1312, 2012.

HILLS, Andrew P. et al. Resistance training for obese, type 2 diabetic adults: a review of the evidence. **Obesity reviews**, v. 11, n. 10, p. 740-749, 2010.

HOLTEN, Mads K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53, n. 2, p. 294-305, 2004.

HURLEY, Ben F.; HANSON, Erik D.; SHEAFF, Andrew K. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 289-306, 2011.

IBÁÑEZ, Javier et al. Resistance training improves cardiovascular risk factors in obese women despite a significative decrease in serum adiponectin levels. **Obesity**, v. 18, n. 3, p. 535-541, 2010.

JORGE, Maria Luiza Mendonça Pereira et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, v. 60, n. 9, p. 1244-1252, 2011.

KRAEMER, WILLIAM J.; RATAMESS, NICHOLAS A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KWON, Hwi Ryun et al. The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women. **Korean diabetes journal**, v. 34, n. 2, p. 101-110, 2010.

LUCOTTI, Pietro et al. Aerobic and resistance training effects compared to aerobic training alone in obese type 2 diabetic patients on diet treatment.**Diabetes research and clinical practice**, v. 94, n. 3, p. 395-403, 2011.

OLIVEIRA, César et al. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. **Diabetes research and clinical practice**, v. 98, n. 2, p. 187-198, 2012.

ORMSBEE, Michael J. et al. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 5, p. 1767-1772, 2007.

PHILLIPS, Melody D. et al. Resistance training at eight-repetition maximum reduces the inflammatory milieu in elderly women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 42, n. 2, p. 314-325, 2010.

RATZMANN, K. P. et al. Investigation of insulin sensitivity in early diabetes III. The effect of a combined physical training and diet programme on body weight, serum lipids and insulin sensitivity in obese asymptomatic diabetics. **Endokrinologie**, v. 77, n. 2, p. 233-241, 1981.

SEGAL, KAREN R. et al. Effect of exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in lean, obese, and diabetic men. **Journal of applied physiology**, v. 71, n. 6, p. 2402-2411, 1991.

STRASSER, B.; ARVANDI, M.; SIEBERT, U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. **Obesity reviews**, v. 13, n. 7, p. 578-591, 2012.

STRASSER, Barbara; PESTA, Dominik. Resistance training for diabetes prevention and therapy: experimental findings and molecular mechanisms. **BioMed research international**, v. 2013, 2013.

SUH, Sang-Hoon; PAIK, Il-Young; JACOBS, K. Regulation of blood glucose homeostasis during prolonged. **Mol cells**, v. 23, p. 272-279, 2007.