

KÉROLENN SAMANTHA VALE NOGUEIRA

**EXERCÍCIO FÍSICO: INSTRUMENTO NECESSÁRIO PARA O CONTROLE
DA DIABETES MELLITUS**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão do Curso Especialização em
Fisiologia do Exercício, do Departamento de
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof. M.Sc. Fernando Vinicius Faro
Reis

**CURITIBA
2009**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço aos meus pais, Aldo e Marilene, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a meu marido, José Neto, por estar sempre ao meu lado me fortalecendo nos momentos difíceis e torcendo para que eu consiga chegar ao sucesso.

Agradeço a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho, em especial ao professor Fernando Faro, que me ajudou muito na elaboração do mesmo.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Curso de Especialização em Fisiologia de Exercício.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	ix
1.0 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO.....	11
2.0 METODOLOGIA	12
3.0 EPIDEMIOLOGIA DO DIABETES	13
4.0 DEFINIÇÃO	15
5.0 CLASSIFICAÇÃO ETIOLÓGICA	17
5.1 DIABETES TIPO 1	18
5.2 DIABETES TIPO 2	19
5.3 DIABETES GESTACIONAL	21
6.0 FISIOPATOGENIA DO DIABETES MELLITUS	23
7.0 DIABETES E EXERCÍCIO FÍSICO	26
7.1 PREVENÇÃO	26
7.2 CONTROLE DIABETES TIPO 1	28
7.3 CONTROLE DIABETES TIPO 2	30
8.0 EXERCÍCIOS E NÍVEIS GLICÊMICOS	35
8.1 UTILIZAÇÃO DA GLICOSE	36
9.0 METODOLOGIA DE TREINO	38

9.1 RECOMENDAÇÕES DE EXERCÍCIO FÍSICO EM DIABETES TIPO 2.....	39
9.2 RECOMENDAÇÕES DE EXERCÍCIO FÍSICO EM DIABETES TIPO 1	41
10.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxa estimada de prevalência de diabetes mellitus, ajustada por idade, na população de 30 a 69 anos, para o Brasil e algumas capitais brasileiras.....	13
Tabela 2: Classificação para glicose sanguínea em jejum.....	16
Tabela 3: Principais diferenças entre diabetes tipo 1 e tipo 2.....	17
Tabela 4: Classificação da intensidade da atividade física com base nas atividades que durem até 60 minutos.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais fatores de risco para o DM tipo 2.....	20
Quadro 2: Patologias relacionadas a síndrome metabólica.....	21
Quadro 3: Descrição de ensaios clínicos para controle do diabetes mellitus tipo 1.....	29
Quadro 4: Descrição de ensaios clínicos para controle do diabetes mellitus tipo 2.....	31
Quadro 5: Recomendações antes de se elaborar um programa de atividade física para DM 2.....	40
Quadro 6: Metodologia de treinamento aeróbico combinado com treinamento de força.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pâncreas, suas secreções e suas ações.....	24
---	-----------

RESUMO

A diabetes mellitus é uma doença crônico-degenerativa que não possui cura comprovada até os dias atuais. O seu controle é realizado através de tratamento contínuo que inclui alimentação equilibrada, medicação, auto-cuidados e a prática de exercício físico. Esta doença é caracterizada por hiperglicemia constante que pode acarretar no desenvolvimento de outras complicações. Atualmente, a diabetes é considerada um dos principais problemas de saúde pública no mundo. No Brasil, a prevalência aumenta a cada ano, estando entre os dez principais motivos básicos de mortalidade do país. Alguns artigos mostram que a prática de exercício físico é um fator de extrema importância no tratamento desta doença. Por este motivo, o foco deste estudo é descrever os efeitos do exercício sobre a diabetes mellitus e as alterações metabólicas encontradas em experiências desenvolvidas para o estudo do papel do exercício na sua prevenção e controle, assim como, os tipos de treino mais eficazes para o tratamento desta patologia.

Palavras-chave: exercício físico, diabetes mellitus, prevenção e controle.

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a chronic degenerative disease that has no proven cure to this day. Their control is achieved through continuous treatment that includes diet, medication, self-care and physical exercise. This disease is characterized by hyperglycemia constant that can result in development of further complications. Currently, diabetes is considered a major public health problems in the world. In Brazil, the prevalence increases every year, being among the top ten basic reasons of mortality in the country. Some articles show that physical exercise is an extremely important factor in treating this disease. For this reason, the focus of this study is to describe the effects of exercise on diabetes mellitus and the metabolic changes found in experiments designed to study the role of exercise in prevention and control, as well as the types of training more effective for treatment of this pathology.

Keywords: exercise, diabetes mellitus, prevention and control.

1 INTRODUÇÃO

A diabetes mellitus é uma patologia conhecida há muitos séculos por conduzir os indivíduos a complicações, na ausência de tratamento adequado, pela perda gradativa de funções necessárias para a homeostasia do organismo. Contudo, nas últimas décadas, a ciência mostrou possibilidades de melhorias extremas aos seus portadores na presença de um bom acompanhamento terapêutico (DULLIUS, 2007).

Essa doença degenerativa tem grande influência genética e sua cura é considerada de extrema dificuldade, porém com tratamento adequado é possível tornar normal as suas condições de morbimortalidade. Este tratamento deve se basear em um acompanhamento diário dispendioso de uma alimentação equilibrada, medicação – ajustada continuamente, auto-cuidado constante e a prática de exercício físico adequadamente e com orientação. Contando com um acompanhamento especializado de médico, nutricionista, educador físico, enfermeiro, psicólogo e/ou assistente social (DULLIUS, 2007).

Independente do tipo da diabetes, é característica sua manter os níveis da glicemia elevada, sendo chamada de hiperglicemia. Esta hiperglicemia constante pode acarretar no desenvolvimento de algumas complicações como: doenças cardiovasculares, retinopatias, neuropatias autonômicas e periféricas, nefropatias, doença vascular periférica, aterosclerose, doença cerebrovascular, hipertensão, suscetibilidade a infecções e doenças peridontais (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2005 apud ARSA et al, 2009).

A inatividade física e o baixo nível de condicionamento físico são considerados fatores de risco para diabetes e resistência à insulina. É comprovado que a prática de atividade física minimiza o risco de desenvolver diabetes tipo 2, independente do histórico familiar, peso e outros fatores de risco (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004). Porém os resultados obtidos em um programa de atividade física só serão conservados se os indivíduos derem continuidade na prática do exercício adequado em longo prazo (FECHIO; MALERBI, 2004).

Um dos maiores benefícios de praticar exercícios físicos regularmente, em especial aeróbicos, é a melhora da função cardíaca, pulmonar e arterial, levando em consideração que o coração e o sistema circulatório são fortalecidos durante esta prática, melhora importante para indivíduos diabéticos que sofrem maior risco de desenvolver arteriosclerose e outros tipos de doenças cardiovasculares (ZIMMERMAN; WALKER, 2002). Além de ajudar na redução e/ou manutenção do peso corporal, ameniza a necessidade de se utilizar antidiabéticos orais, no caso de diabetes tipo 2, diminui a resistência à insulina e também contribui para a melhora do controle glicêmico, reduzindo o risco de complicações (FECHIO; MALERBI; 2004).

1.1 OBJETIVO

No presente estudo de revisão serão descritos os efeitos do exercício físico sobre diabetes *mellitus* dos dois tipos mais encontrados, insulino - dependente (tipo 1) e não insulino – dependente (tipo 2), assim como alterações metabólicas encontradas em experiências desenvolvidas para o estudo do papel do exercício na prevenção e controle do diabetes mellitus. Serão também relacionados os tipos de treino mais eficazes para o tratamento desta patologia.

2 METODOLOGIA

Para seleção dos artigos foi realizado levantamento bibliográfico delimitando o período das publicações entre 1994 a 2009, buscando tanto artigos de revisão que abordassem os efeitos do exercício sobre o diabetes, quanto artigos originais que mostrassem quais alterações metabólicas ocorrem em pacientes diabéticos submetidos a um treinamento físico. A pesquisa foi realizada nas bases de dados MEDLINE, LILACS E CAPES, através de meios eletrônicos, utilizando como palavras – chave: exercício físico, diabetes mellitus tipo 1, diabetes mellitus tipo 2, prevenção e controle, e seus correspondentes em inglês: physical exercise, type 1 diabetes, type 2 diabetes, prevention e control.

3 EPIDEMIOLOGIA DO DIABETES

O processo de urbanização provocou mudanças grandiosas nos hábitos alimentares e no estilo de vida das pessoas, acarretando um impacto sobre a saúde e mortalidade das grandes populações. Com estas mudanças, ocorreu uma grande alteração da mortalidade decorrente de doenças infecto-contagiosa e materno-infantis, pela mortalidade advinda das doenças classificadas como crônico-degenerativas, como é o caso da diabetes mellitus (DM) (SILVA; LIMA, 2002). É crescente a prevalência de diabetes *mellitus* no Brasil, estando entre as capitais brasileiras com maior incidência São Paulo e Porto Alegre (Tabela 1).

Tabela 1: Taxa estimada de prevalência de diabetes mellitus, ajustada por idade, na população de 30 a 69 anos, para o Brasil e algumas capitais brasileiras. Brasil, 1988.

Local	Taxa (%)
BRASIL	7,60
Belém	7,16
Fortaleza	6,48
João Pessoa	7,95
Recife	6,42
Salvador	7,87
Rio de Janeiro	7,47
São Paulo	9,66
Porto Alegre	8,89
Brasília	5,22

Fonte: Ministério da Saúde, 2008.

No mundo, o número de mortes atribuídas ao DM está em torno de 800 mil; entretanto é fato bem estabelecido que essa quantidade de óbitos é consideravelmente subestimada. Frequentemente o DM não é mencionado na declaração de óbito pelo fato de serem suas complicações,

particularmente as cardiovasculares e cerebrovasculares, as causas de morte. E são essas causas que figuram nas estatísticas de mortalidade. Uma figura mais realista sugere cerca de 4 milhões de óbitos anuais relacionados à presença dessa doença, com importante contribuição de complicações cardiovasculares. Isso corresponde a aproximadamente 9% do total mundial de mortes. A maioria desses óbitos é prematura, ocorrendo quando os indivíduos estão contribuindo economicamente para a sociedade (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006, p. 8).

Esta doença é a décima sétima causa de morte nos Estados Unidos. No Brasil, a incidência está entre os dez principais motivos de mortalidade no país (BALSAMO; SIMÃO, 2005). Segundo estudos de King e cols.(1998), o Brasil está na sexta posição entre os dez países com maior número de indivíduos adultos diabéticos, estimando aumento de 4,9 para 11,6 milhões do ano de 1995 a 2025. Nas cidades do interior de São Paulo, a incidência analisada entre os anos de 1987 a 1991 foi de 7,4 indivíduos em 100.000 pessoas por ano (ANGELIS; et al, 2006).

4 DEFINIÇÃO

A diabetes é considerada um grupo de distúrbios metabólicos caracterizado pelo aumento da glicemia de jejum e pós-prandial, em decorrência da diminuição da secreção e da ação da insulina (FOSS; KETEYIAN, 2000 apud BALSAMO; SIMÃO, 2005). Este distúrbio está associado à incapacidade das membranas celulares captarem com eficiência a glicose para dentro da célula, resultando em níveis sanguíneos de glicose elevados (FRONTEIRA; DAESON; SLOVIK, 2001 apud BALSAMO; SIMÃO, 2005). Além dos defeitos na regulação do metabolismo da glicose, pode ocorrer alteração no metabolismo lipídico e protéico, abrangendo a hiperlipidemia e um estado catabólico protéico em pacientes não tratados, porém os sintomas mais comuns estão relacionados com a hiperglicemia e hipoglicemia (FOSS; KETEYIAN, 2000 apud BALSAMO; SIMÃO, 2005). De natureza crônica, a gravidade das complicações e os meios para controlar este distúrbio tornam a doença muito dispendiosa, não apenas para os indivíduos e seus familiares, mas também para o sistema de saúde. O custo direto para o Brasil foi estimado em torno de 3,9 bilhões de dólares americanos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

A DM tem como característica a hiperglicemia constante e entre seus sintomas estão a poliúria, a polidipsia, a polifagia, fadiga intensa, podendo também estar presentes sintomas como sensação de peso nos membros inferiores, dificuldade de cicatrização, visão turva ou embaçada, infecções freqüentes, prurido vaginal entre outros (DULLIUS, 2007).

Para se confirmar a presença de DM é necessário que seja realizado um exame de sangue, sendo este fundamental para o diagnóstico de qualquer tipo de diabetes. Este exame laboratorial baseia-se no fato de que os indivíduos portadores de diabetes mantêm o seu nível de glicose sanguínea acima do normal (Tabela 2) (ZIMMERMAN; WALKER, 2002).

Tabela 2: Classificação para glicose sanguínea em jejum

CATEGORIA	GLICOSE PLASMÁTICA
Normal	Entre 70 e 99 mg/dl
Diabetes mellitus	≥ 126 mg/dl

Adaptado Dullius, 2007.

Além dos dados laboratoriais e da presença de sintomas clínicos clássicos da diabetes, esta pode ser avaliada a partir de outros resultados como o teste de tolerância oral à glicose e o exame de glico-hemoglobina (DULLIUS, 2007).

5 CLASSIFICAÇÃO ETIOLÓGICA

Segundo a American Diabetes Association (2002), a diabetes mellitus se refere a um conjunto de diversas doenças diferentes, sendo os tipos mais comuns o tipo 1, ou imunomediada diabetes mellitus, o tipo 2, ou insulinoresistente diabetes mellitus, ou ainda um terceiro tipo, chamado diabetes mellitus gestacional que ocorre durante a gravidez.

Todos os tipos têm sintomas semelhantes, pois todas as formas da doença levam ao excesso de glicose no sangue (ZIMMERMAN; WALKER, 2002). Cada um dos tipos abrange várias manifestações clínicas e nem sempre há conformidade nas interpretações, restando uma variedade de diabetes (DULLIUS, 2007). As diferenças entre a diabetes tipo 1 e tipo 2 estão citadas na tabela abaixo.

Tabela 3: Principais diferenças entre Diabetes tipo 1 e tipo 2.

	TIPO 1	TIPO 2
INÍCIO USUAL	Crianças e adolescentes	>40 anos
FREQUENCIA RELATIVA	10%	90%
PREVALÊNCIA	0,1% A 0,3%	7,5%
CONCORDÂNCIA EM GÊMEOS IDÊNTICOS	Até 50%	80% a 90%
ASSOCIAÇÃO COM HLA	Sim	Não
ICA/ anti-GAD	Geralmente presentes	Ausentes
PEPTÍDEO C-SÉRICOS	Baixo	Normal ou Elevado
PESO USUAL AO DIAGNÓSTICO	Baixo	Elevado (80% são obesos)
SINTOMAS CLÁSSICOS	Quase sempre presentes	50% dos pacientes são assintomáticos
COMPLICAÇÃO AGUDA CARACTERÍSTICA	Cetoacidose metabólica	Síndrome hiperosmolar hiperglicêmica não-cetótica
TRATAMENTO	Insulina	Hipoglicemiantes orais

MEDICAMENTOSO INICIAL

Fonte: Forti; et al, 2006.

5.1 DIABETES TIPO 1

Este tipo pode ocorrer em qualquer idade, porém é mais comum ser diagnosticado antes dos 20 anos de idade e é considerado raro, compreendendo cerca de 8 a 10% de todos os casos de DM (ANGELIS et al, 2006).

O sistema imunológico destrói as células beta produtoras de insulina, este processo é chamado de resposta auto-imune, e ocorre no caso do Diabetes tipo 1 devido vários fatores como: genética, os auto-anticorpos, os vírus, o leite de vaca e os radicais livres do oxigênio (ZIMMERMAN; WALKER, 2002). Cerca de 95% dos pacientes brancos com DM tipo 1 têm antígenos DR3 e DR4, enquanto que 50 a 60% têm ambos (FORTI et al, 2006). A destruição das células leva a uma deficiência absoluta de insulina (BALSAMO; SIMÃO, 2005). A hiperglicemia constante se manifesta quando 90% das ilhotas são destruídas (FORTI et al, 2006). Como consequência da falta de insulina, corpos cetônicos resultantes do aproveitamento defeituoso das gorduras e das proteínas usados como fonte de energia se acumulam no sangue, provocando sua acentuada acidificação, podendo levar ao quadro de coma hiperglicêmico cetoacidótico (DULLIUS, 2007).

Segundo a DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2006), a taxa de destruição das células beta pode ser variada, sendo em geral mais rápida entre as crianças, de forma mais lenta pode ocorrer em adultos e é destacada como *Diabetes auto-imune latente em adultos* (LADA). É um tipo de diabetes tipo 1 em que as células beta pancreáticas são destruídas mais lentamente, se manifesta em indivíduos com 30 a 50 anos de idade e representa 10% dos casos de DM tipo 1. Estes pacientes são, na maioria dos casos diagnosticados como DM tipo 2, sendo diferentes devido a presença

de um ou mais anticorpos contra as células beta (FORTI et al., 2006). Em alguns casos, as células beta podem manter uma função residual durante muitos anos, suficiente para prevenir quadros de cetoacidose (DULLIUS, 2007).

Devido a deficiência na produção de insulina, os portadores de diabetes mellitus tipo 1 necessitam da administração, no mínimo uma vez ao dia, de insulina exógena. Essa reposição hormonal é realizada por meio de injeções com seringas ou canetas aplicadoras específicas (DULLIUS, 2007).

Atualmente, a prática regular de exercício físico, juntamente com a insulino terapia e o planejamento alimentar, tem sido considerado como uma das três principais abordagens no tratamento do DM tipo 1. O tratamento objetiva controlar as condições metabólicas, para aproximar a um estado fisiológico normal (ANGELIS et al., 2006).

5.2 DIABETES TIPO 2

Entre os tipos de diabetes, o diabetes tipo 2 é o mais encontrado, chegando entre 90 e 95% dos casos, ocorrendo principalmente em indivíduos de meia idade ou idade avançada (SILVA; LIMA, 2002). Porém ocorreu um aumento significativo no número de crianças com DM tipo 2, algumas delas menores de 10 anos de idade (MCARDLE et al., 2005). Este tipo da doença é caracterizado por uma deficiência relativa ou absoluta de insulina, no entanto, é mais amena comparada com DM tipo 1 (BALSAMO; SIMÃO, 2005).

Os fatores de risco mais proeminentes para o desenvolvimento do diabetes tipo 2 são: obesidade, sedentarismo, história familiar, diabetes gestacional, entre outros que serão listados na quadro a seguir (FORTI et al., 2006).

Quadro1: Principais fatores de risco para o DM2.

Obesidade
História familiar de diabetes (pais e irmãos com diabetes)
Raça/etnia
Idade (a partir dos 45 anos)
Diagnóstico prévio de intolerância à glicose
Hipertensão arterial
Dislipidemia
História de <i>diabetes mellitus</i> gestacional ou macrosomia fetal
Tabagismo

Fonte: Forti et al., 2006.

Os portadores de DM tipo 2 produzem insulina. Porém, seu organismo se torna resistente ou não há insulina suficiente em circulação. Nas duas situações a insulina não consegue transportar glicose para dentro das células e o sangue fica saturado de glicose (ZIMMERMAN; WALKER, 2002). A doença é decorrente da influência mútua de genes e fatores relacionados ao estilo de vida, como inatividade física, excesso de peso e alimentação não balanceada, sendo estes os responsáveis pelo aumento de 70% na incidência deste distúrbio (MCARDLE et al., 2005).

O diagnóstico desse tipo tende, frequentemente, a ser mais tardio, pois seus sintomas costumam manifestar-se de forma muito mais branda e progressiva, passando assim, muitas vezes despercebidos por anos, principalmente porque, amiúde, o portador atribui seu cansaço, sua sede, sua fome, sua dormência nas pernas e a urina freqüente, entre outros, à maior idade e à obesidade, condições quase sempre nele presentes. Dessa forma, é comum o sujeito já ser diabético há alguns anos e, somente diante de uma complicação, descobrir, tardiamente, esse diagnóstico (DULLIUS, 2007, p. 44).

Os indivíduos portadores de diabetes tipo 2 respondem ao regime alimentar e ao exercício físico, não sendo necessário a administração de insulina. Muitas vezes não proporciona sintomas característicos, se manifestando por sede aumentada, cansaço e micções freqüentes. Este tipo de DM pode ser diagnosticado por altos teores de glicose sanguínea em jejum (BALSAMO; SIMÃO, 2005).

Cerca de 80 a 90% dos diabéticos tipo 2 têm também síndrome metabólica, caracterizada por vários fatores que implica risco cardiovascular acumulados (FORTI et al., 2006).

Quadro 2 Patologias relacionadas a síndrome metabólica

Resistência à insulina
Intolerância à glicose
Dislipidemia (triglicerídios altos, HDL baixo, LDL alto)
Acidente vascular cerebral
Obesidade dos segmentos corporais superiores
Diabetes mellitus tipo 2
Hipertensão
Doença arterial coronariana
Menor capacidade de dissolver os coágulos sanguíneos

Fonte: McArdle et al., 2005.

5.3 DIABETES GESTACIONAL

Refere-se a um grau de intolerância à glicose que aparece pela primeira vez durante o segundo ou terceiro trimestre da gravidez (BALSAMO; SIMÃO, 2005). Quando a placenta começa a produzir uma grande quantidade de hormônios variados, tais como, estrogênio, cortisol e lactogênio placentário (FORTI et al., 2006), que podem impedir a ação da insulina no organismo materno, causando resistência à insulina (ZIMMERMAN; WALKER, 2002).

O diagnóstico do diabetes gestacional é realizado através de um teste oral de tolerância à glicose (TOTG), em que há variabilidade da glicose anidra administrada (75 a 100g) (FORTI et al., 2006).

Para AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (2002), ao ter diabetes gestacional aumenta as chances de futuramente desenvolver DM tipo 2, já que há suspeita que os

genes responsáveis pela diabetes tipo 2 e pela diabetes gestacional sejam semelhantes. A presença de diabetes tipo 2 depende de vários fatores, como potencial da carga genética, grau de obesidade e de ganho de peso, nível de manutenção do controle glicêmico durante a gestação e pós-parto, índice de resistência insulínica, uso de fármacos diabetogênicos e idade (DULLIUS, 2007). Porém o DM gestacional está relacionado tanto a resistência à insulina quanto a redução da função das células beta, ocorrendo em 1% a 14% dos casos e está associado a aumento de morbidade e mortalidade perinatal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Segundo a DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2006), estão entre os fatores de risco para diabetes gestacional, idade superior a 25 anos, obesidade ou ganho de peso excessivo na gravidez atual, deposição central exagerada de gordura corporal, história familiar de diabetes em parentes de primeiro grau, estatura inferior a 1,5m, crescimento fetal excessivo, poliidrâmnio, hipertensão ou pré-eclâmpsia na gravidez atual e antecedentes obstétricos de morte fetal ou neonatal, de macrossomia ou de diabetes gestacional.

6 FISIOPATOGENIA DO DIABETES MELLITUS

O Pâncreas é composto por dois tipos diferentes de tecidos, os ácinos e as ilhotas de Langerhans (Fig. 3.1), tem cerca de 14 cm de comprimento e pesa aproximadamente 60g. As ilhotas de Langerhans contém células- α que secretam glucagon e células- β que secretam insulina (MCARDLE et al., 2005).

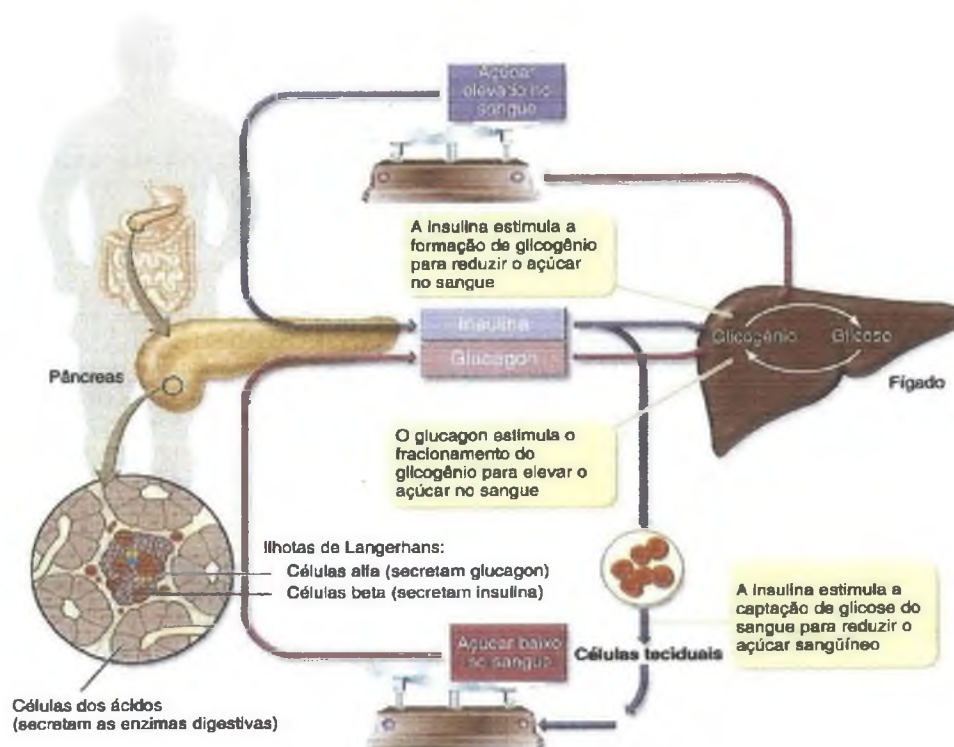


Figura 1: O pâncreas, suas secreções e suas ações.

Fonte: McArdle et al., 2005.

A insulina regula o metabolismo da glicose através da difusão facilitada. A glicose combina-se com uma proteína carreadora a fim de ser transportada para dentro das células, reduzindo a concentração de glicose sanguínea, exercendo assim, um efeito

hipoglicemiante. A concentração plasmática de glicose elevada induz a liberação de insulina pelas células β de Langerhans, prosseguindo através da migração do sangue para as células-alvo, onde se prende às moléculas receptoras que se encontram na superfície das células. Uma distorção em qualquer ponto ao longo da via de apreensão de glicose assinala a presença de diabetes, incluindo entre os possíveis motivos, a destruição das células β , a síntese anormal da insulina, diminuição da liberação da insulina, inativação da insulina do corpo por agentes bloqueadores, alterações nos receptores de insulina ou um número menor de receptores nas células periféricas, defeito no processo da mensagem de insulina dentro da célula-alvo e metabolismo anormal de glicose (MCARDLE et al., 2005).

As células possuem diversas proteínas utilizadas para o transporte da glicose, denominadas GLUT. O transportador mediado pela insulina chama-se GLUT-4, dependente da concentração intracelular de cálcio. A ação deste é intercedida por um segundo mensageiro que permite a migração desta proteína intracelular para superfície com intuito de promover a captação de glicose (MCARDLE et al., 2005). Esta proteína é expressa quase unicamente nos músculos cardíaco e esquelético e tecidos, adiposos, branco e marrom (JÚNIOR; PEREIRA, 2007).

O diabetes tipo 1 é derivado de uma resposta auto-imune causado por uma proteína que estimula o sistema imune a incapacitar as células β de produzir insulina (MCARDLE et al, 2005). Em algumas situações, as degenerações das células betas podem ocorrer devido uma tendência hereditária, mesmo na ausência de infecções virais ou de distúrbios auto-ímmunes (GUYTON, 2006). Estes pacientes se deparam com uma irregularidade mais grave para homeostasia da glicose que aqueles que pertencem ao subgrupo tipo 2 (MCARDLE et al., 2005). Devido a incapacidade de utilização da glicose como fonte de energia, há um aumento da utilização de proteínas e lipídios, ocasionando em uma perda de peso rápida. Caso não seja tratada, estas anormalidades metabólicas podem provocar um consumo grave dos tecidos corporais, podendo chegar a óbito em pouco tempo (GUYTON, 2006).

O diabetes tipo 2 não está associado à destruição das células e deficiência integral de insulina como no diabetes tipo 1 (BALSAMO; SIMÃO, 2005). Está

relacionado com o aumento da concentração de insulina no sangue, causando hiperinsulinemia (GUYTON, 2006). A resistência periférica à ação insulínica nos adipócitos e no músculo, a deficiente secreção de insulina pelo pâncreas e o aumento da produção hepática de glicose, resultante a resistência insulínica no fígado são os principais mecanismos fisiopatológico que levam a hiperglicemia do diabetes tipo 2 (FORTI et al., 2006). Estes mecanismos podem iniciar gradativamente devidos o excesso de ganho de peso e obesidade. Estudos sugerem que em indivíduos obesos há menor número de receptores de insulina que em indivíduos com o peso normal. Porém a maior parte da resistência à insulina é gerada por irregularidades nas vias de sinalização que ligam a ativação do receptor com diversos efeitos celulares, esta alteração pode estar relacionada pelo efeito tóxico do acúmulo dos lipídios nos tecidos como músculo esquelético e fígado (GUYTON, 2006).

7 DIABETES E EXERCÍCIO FÍSICO

Para portadores de diabetes mellitus, a atividade física é parte fundamental do tratamento (COSTA; NETO, 1998 apud FECHIO; MALERBI, 2004). Porém, a maioria dos portadores de diabetes é considerada inativa ou se exercita em níveis precários (ROBISON; ROGERS, 1994 apud FECHIO; MALERBI, 2004).

Segundo Fecho; Malerbi (2004), um programa de exercícios estruturado para pacientes diabéticos sedentários na cidade de São Paulo foi aderido por 82,5% dos participantes do estudo. Este, também mostrou através da verificação da hemoglobina glicosilada, que um resultado satisfatório só é alcançado após três meses de exercício contínuo.

A sensibilidade muscular à insulina pode melhorar em até 40% quando um paciente diabético participa de um programa de atividade física. Isso se dá, pela perda de peso induzida pelo treinamento e também pelo aumento da atividade enzimática. Este efeito se mantém por 48 horas após a sessão de exercícios, se o exercício é descontinuo, as melhoras obtidas desaparecem, podendo se recuperar com o retorno a atividade física (BALSAMO; SIMÃO, 2005).

7.1 PREVENÇÃO

Segundo a DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2006), a prevenção primária do diabetes tipo 1 não possui um embasamento racional que possa ser aplicado a toda população. As hipóteses mais aceitáveis baseiam-se no estímulo do aleitamento materno e em evitar a introdução do leite de vaca nos primeiros três meses de vida.

Um estudo avaliou os efeitos das intervenções no estilo de vida acerca da dieta e da prática de exercício físico sobre a ocorrência de diabetes tipo 2 nos indivíduos com

tolerância à glicose danificada. Foi utilizada uma amostra de 577 homens e mulheres, que foram distribuídos em grupo controle, apenas com dieta, apenas com exercício, ou com dieta e exercício. Houve uma redução acentuada da incidência de diabetes nos grupos que realizaram somente a dieta, que praticaram exercício físico e na combinação das duas intervenções após 6 anos (MCARDLE et al., 2005).

FUJIMOTO et al (2007) conduziram um estudo para testar a hipótese de que o risco de diabetes tipo 2 é reduzido quando o peso corporal e a adiposidade central são menores. O Programa de Prevenção de Diabetes (DPP) recrutou indivíduos com tolerância à glicose diminuída ao tratamento com placebo, metformina ou modificações no estilo de vida. Foram realizadas medições no início e com 1 ano depois. O estilo de vida foi fortemente relacionado com a redução da gordura visceral, e também, em menor proporção, da gordura subcutânea, peso corporal, IMC e circunferência da cintura em ambos os sexos. Além disso, a redução no risco de desenvolver diabetes foi coligada com a diminuição nas duas gorduras corporais e adiposidade central apenas no grupo que teve interferência no estilo de vida.

7.2 CONTROLE DIABETES TIPO 1

Quadro 3: Descrição de ensaios clínicos para controle do diabetes mellitus tipo 1

ANO	AUTOR	GRUPOS	PROTOCOLO	DIETA	RESULTADO
2003	Khawali, Andriolo, Ferreira	46 meninos e 45 meninas idades entre 13 e 18 anos	Exercício aeróbico (caminhada, corridas, dança e esportes coletivos), três vezes ao dia, com duração de 50 minutos por sessão.	Dieta apropriada segundo <i>American Diabetes Association</i> , igual na distribuição de macronutrientes a qual os jovens realizavam em suas casas.	Redução significativa da pressão arterial sistólica e diastólica, controle estável da glicemia (110 – 124 mg/dl), redução do colesterol e LDL-colesterol, e aumento HDL – colesterol.
2005	Guelfi, Jones, Fournier	7 indivíduos com DM1	Os indivíduos foram submetidos a um teste em dois momentos diferentes. 30 minutos com exercícios moderados (40% do VO ₂ máx) ou exercícios intermitentes de alta intensidade (40% do VO ₂ máx intercalada com 4 segundos de sprints)	Não	Os dois protocolos resultaram em uma queda nos níveis de glicose sanguínea, porém foi maior com exercícios de alta intensidade. Durante a recuperação os níveis de glicose permaneceu maior nos exercícios de alta intensidade. Não

houve diferença significativa nos níveis de insulina, glucagon, cortisol ou ácidos graxos livres entre exercícios moderados e intermitentes de alta intensidade.

Khawali, Andriolo & Ferreira (2003), encontraram resultados significativos sob o papel benéfico de um programa de exercícios em melhorar o perfil lipídico a curto prazo, sendo este benefício independente do controle glicêmico.

A diminuição dos níveis de glicose sanguínea é menor com o protocolo de exercícios intermitentes de alta intensidade comparado ao exercício moderado tanto durante o exercício quanto na recuperação em pessoas com diabetes tipo 1 (GUELF; JONES; FOURNIER, 2005). A classificação da intensidade de exercício físico está sendo demonstrada na tabela abaixo.

Tabela 4: Classificação da intensidade da atividade física com base nas atividades que durem até 60 minutos

Intensidade Relativa			
Intensidade	VO_{2máx} (%)*	FC_{Max} (%)*	RPE **
Muito leve	< 20	< 35	< 10
Leve	20 -39	35 – 54	10 – 11
Moderado	40 - 59	55 – 69	12 – 13

Intenso	60 – 84	70 – 89	14 – 16
Muito intenso	Maior 85	Maior 90	17 – 20
Máximo	100	100	20

*VO_{2 máx} = consumo máximo de oxigênio. *FC_{Max} = frequência cardíaca máxima. ** Avaliação de Borg percebida é relativa à extensão da escala 6 – 20 (RPE)

Fonte: ADA, 2002.

A prática de exercício aeróbico resultou em uma redução consistente na glicemia de crianças e adolescentes com diabetes tipo 1, ocorrendo hipoglicemia freqüente em alguns casos. O hormônio de crescimento tende a aumentar devido exercício e as concentrações de noradrenalina foi encontrada superior nos indivíduos cuja glicose reduziu ≤ 70 mg/dl. Neste estudo, a hipoglicemia foi tratada com a ingestão de 15g de glicose que resultou em um aumento de cerca de 20 mg/dl, mostrando sua insuficiência para tratar a hipoglicemia durante o exercício (THE DIABETES RESEARCH IN CHILDREN NETWORK STUDY GROUP, 2006).

7.3 CONTROLE DO DIABETES TIPO 2

Quadro 4: Descrição de ensaios clínicos para controle do diabetes mellitus tipo 2.

ANO	AUTORES	GRUPO	PROTOCOLO	DIETA	RESULTADOS
2002	Silva, Lima	33 sujeitos com DM2, sendo 8 tratados e 25 não tratados com insulina. Com idades de 45 a 75 anos, sendo 18 homens e 15 mulheres	Programa de exercícios com 10 semanas de duração, sendo 4 sessões por semana de 60 minutos cada, dividida em 5 minutos de aquecimento, 40 minutos de exercícios aeróbicos, 10 minutos	de Foi realizado anamnese alimentar e o cálculo da mesma, permanecendo nesta dieta até o final do programa de exercícios	Redução da glicemia após o exercício, diminuição dos níveis de colesterol total LDL e colesterol e triglicerídeos, e aumento dos níveis de HDL - colesterol

			de resistência muscular e 5 minutos de resfriamento. Os exercícios obedeceram uma intensidade 50% a 80% da Fcmáx.	
2005	Canché, González	11 sujeitos no grupo experimental e 8 grupo controle	12 semanas de exercício de resistência com peso, 3 vezes ao dia, com sessões de exercício de 1 hora o nível de intensidade foi moderado	A dieta foi avaliada através do diário de registro alimentar Redução significativa de HbA1c.
2005	Fang, et al	170 pacientes com diabetes tipo 2 e 56 indivíduos controle.	Foi solicitada a taxa de deformação miocárdica e a velocidade diastólica segmentar basal. A capacidade do exercício foi calculado em equivalente metabólico e a recuperação da frequência cardíaca foi medida com a diferença entre o pico de frequência e 1 minuto após exercício	Houve redução significativa na capacidade de exercício, na taxa de tensão, na velocidade diastólica segmentar basal e recuperação da frequência cardíaca nos pacientes com diabetes tipo 2
2007	Cambri, Decimo, Souza, Oliveira, Gevaerd	8 voluntários de ambos os sexos, com média de 57,6 anos de idade, não fumantes. Três	O programa de exercícios foram constituídos de três sessões semanais, 1 hora e meia por dia, durante 12 semanas.	Os participantes foram orientados por uma nutricionista a Redução da glicemia capilar pós-exercício e aumento significativo dos níveis de HDL - colesterol

tratados com insulina e cinco com antidiabéticos orais. Foram utilizados exercícios aeróbicos e exercícios resistidos com peso. Intensidade média de 60 – 70% da FC_{máx}. não modificar sua dieta durante o estudo.

2009	Vancea, et al	40 indivíduos com diabetes tipo 2	Os pacientes foram divididos em 3 grupo. GC – recebeu orientação e incentivo para a prática regular espontânea de exercício físico, G3 - participaram de 3 sessões por semana de exercício, G5 – participaram de 5 sessões de exercício por semana. As aulas foram desenvolvidas em: 5 min de aquecimento: exercícios de alongamento; 30 minutos principal: caminhada na esteira; volta à calma (10 minutos): atividades de alongamento, relaxamento e trabalho de consciência corporal. A intensidade iniciou com 60% FC Max, aumentando	Não	GC – não apresentou redução significativa do IMC, na cintura abdominal, nas medidas de pressão arterial e no percentual de gordura G3 – houve redução significativa do IMC a partir da 8ª semana, não houve redução na cintura abdominal, nem mudanças na pressão arterial, o percentual de gordura reduziu a partir da 20ª semana. G5 – o IMC reduziu significativamente após a 20ª semana, houve redução significativa na cintura abdominal, a Pressão arterial apresentou tendência de queda, o percentual de gordura mostrou uma
------	---------------	-----------------------------------	---	-----	--

	<p>gradativamente até 70% da FC Max.</p>	<p>redução significativa, glicemia de jejum e pós-prandiais reduziram significativamente após a 20ª semana. Houve uma tendência de queda na glicemia capilar monitorada. A hemoglobina glicada não mostrou diferença significativa em nenhum dos grupos.</p>
--	--	--

Para prevenir ou tratar o DM tipo 2, deve-se intervir na redução da resistência à insulina através da manutenção do peso em níveis eutróficos e aumento da atividade física (BALSAMO; SIMÃO, 2005). Como a maioria dos indivíduos apresenta obesidade, hipertensão arterial e dislipidemia, e a hiperinsulinemia seria o elo de ligação entre esses distúrbios metabólicos é necessário intervenções que englobem essas irregularidades metabólicas. Um estilo de vida inadequado, com ênfase na alimentação desequilibrada e na redução da atividade física tem forte relação ao acentuado aumento na prevalência do DM tipo 2 (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Estudos realizados por SILVA; LIMA (2002) e CAMBRI et al. (2007), Obtiveram resultados em comum no que diz respeito a redução da glicemia, evidenciando a relevância da prática regular de exercícios como importante auxiliar no controle agudo da glicemia, e aumento dos níveis de HDL – colesterol. SILVA; LIMA (2002) encontraram também a redução dos níveis de colesterol-total, LDL-colesterol e

triglicéridos. Durante o programa de atividade não houve nenhum caso de hipoglicemia.

CANCHÉ; GONZÁLEZ (2005), concluíram que a intervenção com exercícios resistidos foi eficaz para o controle glicêmico em adultos com diabetes tipo 2. FANG et al. (2005), ao submeterem pacientes diabéticos e um grupo controle a exercícios resistidos com peso concluíram que uma capacidade de exercícios diminuída está relacionado com o controle subclínico do diabetes em portadores de diabetes tipo 2.

MCAULEY et al. (2007), realizaram um experimento para demonstrar a relação da capacidade do exercício e do índice de massa corporal (IMC) com a mortalidade em uma amostra do sexo masculino com diabetes tipo 2. A pesquisa contou com 831 pacientes diabéticos que foram submetidos a um teste de esforço. Estes foram classificados segundo a escala do IMC e pela capacidade de exercício. Durante uma média de 4.8 anos, 112 pacientes morreram com uma taxa anual de 2,2%. A capacidade de cada 1- Equivalente Metabólico (MET's) aumentado em exercício atribuiu um benefício de 10% de sobrevivência, porém o IMC não mostrou associação significativa com a mortalidade. Este estudo mostrou uma forte relação contrária entre a capacidade de exercício e a mortalidade entre este grupo de homens com diabetes tipo 2 e esta relação foi independente do IMC.

Outro estudo relacionando a capacidade de exercício com a mortalidade obteve resultados semelhantes mostrando um redução abrupta de mortalidade em pacientes com diabetes que praticavam exercício (CHURCH et al., 2004).

Vancea e cols. (2009) encontraram resultados mostrando que o melhor programa de exercícios é aquele de intensidade moderada, com a frequência de cinco vezes por semana, porém não modifica os valores de HbA1c.

8 EXERCÍCIOS E NÍVEIS GLICÊMICOS

Alguns autores referem não haver evidências de que o exercício ajude no controle glicêmico e outros mostram que ele não deve ser utilizado exclusivamente (DULLIUS, 2007). Porém, a ação da insulina melhora com a prática de exercício físico. Esse benefício ocorre tanto em pacientes com diabetes tipo 1, devido a melhora na sensibilidade à insulina, como em pacientes com diabetes tipo 2 que caracteriza-se pela resistência à insulina, nesta situação o efeito benéfico dos exercícios sobre o controle glicêmico é observado com maior facilidade (JESSEN; GOODYEAR, 2005 apud ANGELIS et al., 2006). Além do que, esta resistência à insulina é o alvo dentre os vários fatores de risco, como hipertensão, dislipidemia, obesidade andróide e outros que, combinados caracterizam a síndrome metabólica (DULLIUS, 2007). O treinamento físico dinâmico induz estes efeitos em resultado a várias adaptações como aumento da densidade capilar, aumento da expressão e translocação de GLUT4 para membrana plasmática, aumento das fibras musculares mais sensíveis à ação insulínica, possíveis alterações na composição de fosfolípides do sarcolema, aumento na atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e aumento na atividade da glicogênio-sintetase (JESSEN; GOODYEAR, 2005 apud ANGELIS et al., 2006).

Indivíduos insulino-resistentes poupam mais glicogênio muscular e ocorrem mudanças na oxidação do substrato para menor uso de carboidrato durante o exercício. Estes indivíduos com níveis normais de glicemia parecem não ter nenhum defeito na captação de glicose no sangue durante o exercício (BRAUN et al., 2004).

O aumento do transporte de glicose através da contração muscular pode ocorrer independente da presença de insulina e este efeito está relacionado com a presença de GLUT-4, porém a melhor ligação entre transporte de glicose e presença de GLUT-4 é obtida quando se associa a estimulação por insulina à contração muscular. Durante o exercício leve, após ser transportada para o interior da fibra muscular, grande parte da glicose é oxidada. Em atividades de alta intensidade a maior parte desta consumida,

acumula-se dentro do músculo devido a inibição da sua fosforilação (JÚNIOR; PEREIRA, 2007).

Os indivíduos diabéticos que possuem um bom controle metabólico e não apresentam complicações sérias devem ter maior preocupação com a presença de hipoglicemia durante e após o exercício e hiperglicemia. A hipoglicemia pode ser evitada com alterações de quantidade de insulina e na utilização de um bom cardápio alimentar, permitindo o consumo de carboidratos 30 minutos após o exercício para repor os depósitos de glicogênio muscular (COLBERG, 2003). A *American Diabetes Association* (ADA) recomenda que portadores de diabetes que estejam com glicemia superior a 250 mg/dl com presença de cetose não devem realizar exercício físico. A cetose, juntamente com a prática de exercício físico vigoroso podem piorar a hiperglicemia e a cetose (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2007 apud RAMALHO; SOARES, 2008).

8.1 UTILIZAÇÃO DA GLICOSE

As duas principais fontes de carboidrato para o músculo durante o exercício físico são a glicose e o glicogênio, sendo sua importância dependente da intensidade do exercício praticado. A oxidação de glicose responde por cerca de 75-89% da oxidação total dos carboidratos durante o exercício leve prolongado até a exaustão. Desta forma, durante o exercício prolongado, após o glicogênio ter sido depletado por completo, o consumo de glicose responde por 100% do metabolismo de carboidrato. Mas, quando se pratica um exercício intenso de curta duração, a utilização muscular de glicose não tem importância, pois a principal fonte energética utilizada é o glicogênio muscular (JÚNIOR; PEREIRA, 2007).

O exercício físico eleva o consumo de glicose pelo corpo em comparação com o estado de repouso, sendo o fator responsável da sua utilização aumentada no músculo esquelético. Em estudo realizado com cães que possuam deficiência de insulina e um

grupo controle, foi observado uma elevação do consumo de glicose muscular durante o exercício maior em animais do grupo controle, ou seja, a resposta da contração muscular no consumo da glicose é maior quando alcançada na presença de insulina do que na sua ausência (JÚNIOR; PEREIRA, 2007). O exercício regular é indispensável para melhorar a homeostase de glicose (BOULÉ et al., 2005)

RIDDELL et al. (2000), ao comparar a oxidação de glicose em adolescentes com diabetes insulino-dependente e indivíduos saudáveis com a mesma faixa etária, peso e captação de O₂ máx, observaram que não houve diferença significativa nas variáveis glicose total e gordura total após ingerirem bebida enriquecida com glicose em ambos os grupos. A glicose sanguínea e a concentração de insulina plasmática foram encontradas em maior quantidade nos indivíduos insulino-dependente comparado a meninos saudáveis e a glicose exógena é considerada inútil na realização de exercício físico em adolescentes com DM1 mesmo quando os níveis de insulina plasmática estão elevados. A estimulação da produção de glicose por um mecanismo independente de hormônios pancreáticos e estimulação adrenérgica hepática é uma defesa primária contra a hipoglicemia ostensiva (COKER et al., 2002).

9 METODOLOGIA DO TREINO

A atividade física é parte de uma vida saudável para qualquer indivíduo. No caso do portador de diabetes, há certo consenso de que a atividade física regular e orientada é parte importante do tratamento, isso porque são inúmeros os benefícios decorrentes da adequada prática orientada. Tais benefícios são tanto de ordem físico-fisiológica quanto sócio-psicológica (DULLIUS, 2007, p. 214).

O treinamento de força muscular pode melhorar a disponibilização da glicose sem alterar o VO_2 máximo, diferente dos treinamentos predominantemente aeróbios, em que o aumento do VO_2 máximo é bem evidente (BALSAMO; SIMÃO, 2005). Para alguns diabéticos, exercícios com sobrecarga podem causar aumento excessivo na pressão sanguínea, tornando-se prejudicial caso o paciente diabético tenha alguma complicação como, cardíaca, vascular ou neurológica. Por este motivo, sessões de exercício de fortalecimento muscular devem ser realizados 2 ou 3 vezes por semana e em dias alternados (SCHIL, 2006).

O treinamento de força conjugado ao exercício aeróbio se torna bastante positivo. Maiorana e colaboradores (2002) realizaram um estudo que investigou os efeitos de um treinamento em circuito que combinava treinamento de força com exercício aeróbio, com a duração de oito semanas entre 16 indivíduos portadores de diabetes tipo 2. Os resultados após o treinamento foram: redução significativa da frequência cardíaca melhora significativa da força e captação de oxigênio (BALSAMO; SIMÃO, 2005).

9.1 RECOMENDAÇÕES DE EXERCÍCIO FÍSICO EM DIABETES *MELLITUS* TIPO 2.

Segundo a DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2006), há uma necessidade da aplicação de um teste de esforço em alguns pacientes com diabetes antes do início de um programa de exercícios. Para estes pacientes pode ser indicado exercício aeróbico ou exercício de resistência, que é considerado eficaz na melhora do controle glicêmico em DM2, com a frequência de três a cinco vezes por semana, com duração máxima de 60 minutos. Com intensidade moderada, o exercício tem um efeito mais significativo na hemoglobina glicada, porém pouco segura para indivíduos com diabetes tipo 2. O exercício de resistência deve ser realizado três vezes por semana, com séries de oito a dez repetições e a carga deve ser suportável para realização das séries. Ao indicar exercícios para indivíduos com diabetes tipo 2 é necessário a preocupação quanto à possível existência de não apenas uma única alteração, mas a probabilidade de haver um conjunto heterogêneo de alterações etiopatogênicas e fisiopatológicas que podem danificar vários sistemas do organismo (DULLIUS, 2007).

Quadro 5: Recomendações antes de se elaborar um programa de atividade física para o DM2.

Atestado médico;

Anamnese detalhada compreendendo:

- **História e tempo de DM;**
 - **Histórico familiar de patologias e presença de fatores limitantes e/ou complicações (cirurgias prévias, doenças, presença de artropatias, osteopenia e osteoporose, presença de quadro algico, seja de origem muscular, osteoarticular ou ligamentar, e sua repercussão nas atividades funcionais);**
 - **Resultados de exames periódicos;**
 - **Características dos sinais observáveis de hipoglicemia e hiperglicemia;**
 - **Hábitos de autocuidados, automonitorização e alimentação;**
-

- **Medicação (tipo, dose, horários, regularidade);**
- **Histórico de atividades físicas bem como estilo de vida;**
- **Interesses e objetivos com a atividade física;**
- **Nível de compreensão da patologia e adesão ao tratamento.**

Avaliação física:

- **Avaliação antropométrica;**
- **Composição corporal;**
- **Avaliação ergoespirométrica.**

Adaptado Dullius, 2007.

O exercício aeróbio é considerado a melhor opção, devido os já comprovados benefícios cardiovasculares, cardiopulmonares e metabólicos proporcionados. Nos casos de diabéticos tipo 2 com obesidade o componente aeróbio é aconselhado pela sua ação específica sobre o peso ponderal (DULLIUS, 2007).

Os exercícios de resistência muscular têm sido bastante procurados por pessoas saudáveis e por pacientes diabéticos, mas ainda são escassos os estudos que comprovem os benefícios deste para indivíduos com diabetes tipo 2, principalmente se o paciente apresentar junto a DM algum grau de obesidade (DULLIUS, 2007). O quadro 6 mostra uma metodologia de treinamento aeróbico combinado com treino de resistência.

Quadro 6: Metodologia de treinamento aeróbico combinado com treinamento de força.

Aquecimento e alongamento igual a 10 minutos

- 1. Leg press (pressão de pernas)**
- 2. Extensão de quadril (unilateral direita e esquerda)**
- 3. Crucifixo na máquina**
- 4. Desenvolvimento militar**
- 5. Abdominal sentado na máquina**
- 6. Mesa flexora**
- 7. Bicicleta**
- 8. Esteira**

Duração do programa: 8 semanas

Número de sessões: 3 vezes por semana, com um intervalo entre elas, em forma de circuito

Séries e repetições: o circuito consistia de estações de 7 exercícios de força alternado com exercícios aeróbicos

Estação: 45 segundos para os exercícios aeróbicos e de força (15 repetições, sendo 3 segundos cada repetição)

Intervalo entre as estações: 15 segundos

Duração de cada sessão: 1 hora

Intensidade dos exercícios aeróbicos: 70% da FCM

➤ **Após 5 semanas: 85%**

Intensidade dos exercícios de força: 55% do pré-treinamento da contração voluntária isotônica máxima (MVC) determinada pelo teste de 1RM

➤ **Após 3 semanas: 65% do MVC**

5 minutos de esteira para finalizar o circuito

Fonte: Balsamo; Simão, 2005. Adaptado e proposto por Maiorana e colaboradores.

9.2 RECOMENDAÇÕES DE EXERCÍCIO FÍSICO EM DIABETES *MELLITUS* TIPO 1.

O exercício físico deve ser indicado para pacientes com diabetes tipo 1 devido a redução da mortalidade cardiovascular e auto-estima. Para estes indivíduos não há protocolos de treino, pois a resposta metabólica dependerá de diversos fatores como, intensidade, duração e tipo de exercício; nível de performance; horário e conteúdo da última refeição; e fatores específicos de cada indivíduo como, horário da última dose de insulina, tipo de insulina, controle metabólico, presença de complicações e no caso das mulheres, fase do ciclo menstrual (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006). Dificilmente será possível manter práticas físicas não programadas, isentas de risco e descompensações sem um ajuste concomitante dos demais aspectos terapêuticos (DULLIUS, 2007).

Durante o exercício leve a moderado não prolongado, há uma redução nos níveis glicêmicos, o que ocorre porque a glicose sanguínea está sendo utilizada rapidamente e

o fígado se torna incapaz de produzi-la na mesma proporção, sendo este um dos pontos positivos da prática de exercício físico. Porém, se o exercício for prolongado ou o indivíduo iniciar o treino com pouco estoque de glicose no sangue, pode acarretar em uma hipoglicemia. Se o exercício for reforçado, ou se a quantidade de insulina aplicada não tiver sido suficiente, o efeito pode ser o oposto. A hiperglicemia pode ser acentuada por causa do exercício, isto acarreta no aparecimento de cetoses resultando em cetoacidose (ZIMMERMAN; WALKER, 2002).

A prática de exercício físico por indivíduos com diabetes tipo 1 tem como principal risco a hipoglicemia que pode ocorrer durante, logo após ou horas após o término do exercício. A monitorização glicêmica é fundamental para a adequação do tratamento ao exercício, e deve ser realizada antes, durante e após o exercício (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

O DM1 não tem produção de insulina e, portanto, não tem controle endógeno sobre sua liberação. Uma vez injetada a insulina, não é mais possível sua regulação, independentemente da vontade do portador ela estará “à disposição” do organismo, para favorecer a absorção da glicose sanguínea pelas células musculares e outras no período em que sua ação pós-aplicação estiver prevista acontecer. Assim, o diabético precisa ficar atento a esse período e controlar especialmente a oferta de alimentos prévios a esse momento, e se possível, evitar exercícios nas ocasiões de pico de ação insulínica (DULLIUS, 2007, p. 292).

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas evidências apresentadas por essa revisão, pôde-se concluir que mesmo sem comprovação de cura o indivíduo diabético pode controlá-la através de tratamento adequado para cada tipo da doença. O exercício físico está presente como parte do tratamento de todos os tipos de diabetes.

Entre indivíduos com diabetes tipo 1, estudos evidenciaram que a prática de exercício físico aeróbico traz benefícios com a redução da pressão arterial sistólica e diastólica, manutenção estável de glicemia entre valores de 110 e 124 mg/dl, redução do colesterol total e LDL-colesterol e aumento do HDL-colesterol. Para diabetes tipo 2 as experiências demonstraram a utilização do treinamento de força como ótima ferramenta para controle glicêmico, sem a presença de casos de hipoglicemia. Sendo este considerado por alguns autores um caminho promissor para indivíduos com diabetes.

O treinamento resistido pode melhorar a disponibilidade da glicose sem alteração do VO_2 máx., porém pode ser considerado prejudicial aos diabéticos por elevar a pressão sanguínea ocasionando em algumas complicações. Em treinamentos predominantemente aeróbicos esse aumento do VO_2 máx. é bem evidente.

Por este motivo que, o treinamento de força conjugado ao exercício aeróbico é a melhor alternativa, encontrada em estudos, para indivíduos portadores de diabetes mellitus. Levando em consideração que esta combinação traz vários benefícios à saúde destes pacientes, assim como redução da frequência cardíaca, melhora significativa da força e melhor captação de oxigênio. Além de controlar a glicemia, diminuindo os casos de hipoglicemia.

Estudos adicionais envolvendo exercício físico e diabetes tipo 1 (insulino-dependentes) precisam ser realizados, com intuito de beneficiar a comunidade científica e os pacientes portadores deste tipo de diabetes com a melhor forma de tratamento. Já que estes, ainda possuem um agravante que é a utilização de insulina exógena.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diabetes mellitus and exercise (position statement). **Diabetes Care**. v. 25, 2002. Suplemento.

ANGELIS, K.; et al. Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 50, nº 6, Dezembro, 2006.

ARSA, G.; LIMA, L.; ALMEIDA, S. S.; MOREIRA, S. R.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. Diabetes mellitus tipo 2: aspectos fisiológicos, genéticos e formas de exercício para seu controle. **Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano**. v. 11, nº1, p. 103-111, 2009.

BALSAMO, S.; SIMÃO, R. **Treinamento de força para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento**. São Paulo, Ed. Phorte, cap 4, 2ª edição, 2005.

BRAUN, B.; SHAROFF, C.; CHIPKIN, S. R.; BEAUDOIN, F. Effects of insulin resistance on substrate utilization during exercise in overweight women. **Journal of Applied Physiology**. v. 97, p. 991-997, 2004.

BOULÉ, N. G.; et al. Effects of exercise training on glucose homeostasis. **Diabetes Care**. v. 28, n. 1, p. 108 - 114, 2005.

CAMBRI, L. T.; DECIMO, J. P.; SOUZA, M.; OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. S. Efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos tipo 2. **Revista Motriz**. Rio Claro, v.13, n4, p. 238-248, out/dez., 2007.

CANCHÉ, K. A. M.; GONZÁLEZ, B. C. S. Ejercicio de resistencia muscular em adultos com diabetes mellitus tipo 2. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. Monterrey, v.13, n.1, p. 21 - 26, 2005.

CHURCH, T. S. ; et al. Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. **Diabetes Care**. Dallas, v. 27, n.1, January, 2004.

COKER, R. H.; KOYAMA, Y.; DENNY, J. C.; CAMACHO, R. C.; LACY, D. B.; WASSERMAN, D. H. Prevention of overt hypoglycemia during exercise – stimulation of endogenous glucose production independent of hepatic catecholamine action and changes in pancreatic hormone concentration. **Diabetes**. v. 51, p. 1310-1318, 2002.

COLBERG, S. **Atividade física e diabetes**. São Paulo, Ed. Manole, 2003.

CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. São Paulo, v. 10, n. 4, Jul/Ago, 2004.

DULLIUS, J. **Diabetes mellitus: saúde, educação, atividades físicas**. Brasília, Ed. UnB, 2007.

FANG, Z. Y.; et al. Determinants of exercise capacity in patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**. Austrália, v. 28, n. 7, July, 2005.

FECHIO, J. J.; MALERBI, F. E. K. Adesão a um programa de atividade física em adultos portadores de diabetes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 48, n. 2, Abril, 2004.

FORTI, A.; LOUREIRO, R.; GUSMÃO, A.; TEIXEIRA, L. Diabetes Mellitus – Classificação e Diagnóstico In: VILAR, L. **Endocrinologia clínica**. 3 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2006.

FUJIMOTO, W. Y.; JABLONSKY, K. A.; BRAY, G. A.; KRISKA, A.; BARRETT-CONNOR, E.; HAFFNER, S.; HANSON, R.; HILL, J. O.; HUBBARD, V.; STAMM, E.; PI-SUNYER, F. X.; DIABETES PREVENTION PROGRAM RESEARCH GROUP. Body size and shape changes and the risk of diabetes in the diabetes prevention program. **Diabetes**. v. 56, p. 1680-1685, 2007.

GUELFY, K. J.; JONES, T. W.; FOURNIER, P. A. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. **Diabetes Care**. Austrália, v. 28, n. 6, June, 2005.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro, Ed. Elsevier, 11ª edição, c. 78, 2006.

KHAWALI, C.; ANDRIOLO, A.; FERREIRA, S. R. G. Benefícios da atividade física no perfil lipídico de pacientes com diabetes tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 47, n. 1, Fevereiro, 2003.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A, c. 20, p. 419 – 464, 2005.

MCAULEY, P. A.; et al. Exercise capacity and body mass as predictors of mortality among male veterans with type 2 diabetes. **Diabetes Care**. Palo Alto, v. 30, n. 6, June, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Indicadores e dados básicos**. Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso em setembro de 2009.

PEREIRA, B.; JUNIOR, T. P. S. **Metabolismo celular e exercício físico – aspectos bioquímicos e nutricionais**. c. 6, 2ª edição, São Paulo, Ed. Phorte, 2007.

RAMALHO, A. C.R.; SOARES, S. O papel do exercício no tratamento do diabetes melito tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 52, n. 2, 2008.

RIDDDELL, M. C.; BAR-OR, O.; HOLLIDGE-HORVAT, M.; SCHWARCZ, H. P.; HEIGENHAUSER, G. J. F. Glucose ingestion and substrate utilization during exercise in boys with IDDM. **Journal of Applied Physiology**. v. 88, p. 1239-1246, 2000.

SCHIL, P. C. A. Diabetes – manual de exercícios antes, durante e após o programa de tratamento. c. 2, São Paulo, Ed. Phorte, 2006.

SILVA, C. A.; LIMA, W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 à curto prazo. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia. São Paulo, v. 46, n. 5, Outubro, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. ANGELUCCI et al. Diretriz: tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus. 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. MILECH et al. Diretriz da sociedade brasileira de diabetes. 2008.

THE DIABETES RESEARCH IN CHILDREN NETWORK STUDY GROUP. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1 diabetes. Diabetes Care. Califórnia, v. 29, n. 1, January, 2006.

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. São Paulo, v. 92, n. 1, Abril, 2009.

ZIMMERMAN, B. R.; WALKER, E. A. Guia completo sobre diabetes da American Diabetes Association. Rio de Janeiro, Ed. Anima, 2002.