



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
LUNARA BASQUEROTO DELLA JUSTINA

OS EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

Palhoça
2010

LUNARA BASQUEROTO DELLA JUSTINA

OS EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

Relatório de Estágio apresentado ao Curso de Educação Física e Esporte da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física e Esporte.

Orientador: Prof^a Fabiana de Figueiredo Ribeiro, Msc.

Palhoça
2010

LUNARA BASQUEROTO DELLA JUSTINA

OS EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

Este Relatório de Estágio foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Educação Física e Esporte e aprovado em sua forma final pelo Curso de Educação Física e Esporte da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 23 de Novembro de 2010.

Professora e orientadora Fabiana de Figueiredo Ribeiro, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Adriana Salum, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Erasmo Ouriques, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

RESUMO

O Diabetes *Mellitus* tipo 2 é uma doença metabólica caracterizada por um excesso de glicose no sangue (hiperglicemia), devido à incapacidade da insulina exercer normalmente suas funções. É muitas vezes associado à obesidade e ao sedentarismo. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sobre diabetes tipo 2 e exercício físico, relacionando as alterações metabólicas, as alterações na composição corporal e o comportamento do nível de glicose sanguíneo aos efeitos do exercício físico, além de verificar a metodologia de treinamento mais utilizada para essa população. A pesquisa incluiu livros da área da saúde, bem como artigos de revisão referentes ao tema abordado, pesquisados nos bancos de dados disponíveis na internet: Pubmed, Scielo, Portal Capes. As palavras-chave utilizadas foram “diabetes *mellitus*”, “exercício físico”, “diabetes tipo 2” e suas traduções para o inglês. Neste estudo verificou-se uma melhora da composição corporal, do controle metabólico e diminuição da hemoglobina glicada com a prática de exercícios físicos além de diminuição e prevenção das complicações decorrentes da doença. Os dados demonstraram que a utilização de bons programas de exercícios físicos, independente da metodologia utilizada, sejam aeróbios, resistidos com peso ou estes dois combinados, são eficazes no tratamento do diabetes tipo 2. Estudos adicionais envolvendo exercício físico e Diabetes *Mellitus* tipo 2 ainda precisam ser realizados para aumentar a diversidade de exercícios confirmados como eficientes para esta população.

Palavras-chave: Diabetes *Mellitus* . Exercício físico. Diabetes tipo 2.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA	6
1.2 OBJETIVO GERAL.....	8
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.4 JUSTIFICATIVA.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 DEFINIÇÃO.....	10
2.2 CLASSIFICAÇÃO.....	10
2.2.1 Diabetes <i>Mellitus</i> Tipo 1	10
2.2.2 Diabetes <i>Mellitus</i> Tipo 2	11
2.2.3 Diabetes Gestacional	11
2.2.4 Outros tipos específicos	12
2.3 DIAGNÓSTICO DO DIABETES MELLITUS.....	12
2.3.1 Hemoglobina glicada.....	14
2.4 FATORES DE RISCO PARA O DIABETES MELLITUS TIPO 2.....	14
2.5 INSULINA, GLUCAGON E DIABETES MELLITUS	15
2.6 TRATAMENTO DO DIABETES MELLITUS TIPO 2.....	16
2.6.1 Orientações nutricionais.....	16
2.6.2 Exercício físico	17
2.6.3 Uso de medicamentos.....	17
2.6.4 Insulinoterapia	18
2.6.5 Automonitoração	18
2.7 COMPLICAÇÕES DO DIABETES MELLITUS.....	19
2.7.1 Complicações agudas	19
2.7.1.1 Cetoacidose diabética.....	19
2.7.1.2 Coma hiperosmolar não-cetótico	19
2.7.1.3 Hipoglicemia	20
2.7.2 Complicações crônicas	20
2.7.2.1 Oculares (retinopatia)	20
2.7.2.2 Nefropatia.....	21
2.7.2.3 Macroangiopatia.....	21
2.8 EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NO DIABETES MELLITUS TIPO 2	21
2.8.1 Efeitos no controle glicêmico.....	23
2.8.2 Efeitos no perfil lipídico	25
2.8.3 Efeitos cardiovasculares	25
2.8.4 Composição corporal	26
2.9 PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS	27
2.9.1 Cuidados na prática do exercício físico.....	29
2.9.2 Estudos sobre o exercício físico relacionado ao Diabetes tipo 2	29
3 MÉTODO	33
3.1 TIPO DE PESQUISA	33
3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	33
4 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXOS	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA

O Diabetes *Mellitus* é uma doença crônica extremamente presente, representa um problema importante em diversos países pela carga de sofrimento, incapacidade, perdas de produtividade e morte que provoca. Afeta atualmente cerca de 250 milhões de pessoas em todo o mundo e com projeção de alcançar 366 milhões de indivíduos no ano de 2030, dos quais aproximadamente 90% apresentarão Diabetes *Mellitus* do tipo 2 (LYRA et al., 2006; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Diabetes *Mellitus* é uma síndrome metabólica que se caracteriza por um excesso de glicose no sangue (hiperglicemia), que ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente, ou quando o organismo não pode usar de forma eficaz a insulina que produz. A hiperglicemia e outros distúrbios no metabolismo podem ocasionar danos graves a vários sistemas do corpo, principalmente olhos, rins, nervos e vasos sanguíneos (FOSS & KETEVAN, 2000; LYRA et al., 2006; MARTINS, 2000; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Existem duas formas básicas de diabetes, o tipo 1 e o tipo 2. O Diabetes tipo 1 é geralmente causado por um processo auto-imune que destrói as células beta do pâncreas produtoras de insulina e acomete principalmente crianças e jovens. O Diabetes tipo 2 é uma condição resistente à insulina, que resulta da incapacidade do organismo de responder adequadamente à ação da insulina produzida pelo pâncreas. Pode ocorrer em qualquer faixa etária, mas é mais prevalente após os 40 anos (FOSS & KETEVAN, 2000; LYRA et al., 2006; MARTINS, 2000; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

O Diabetes *Mellitus* tipo 2 é uma doença que tem elevado vertiginosamente sua prevalência principalmente nos países em desenvolvimento, atingindo pacientes cada vez mais jovens (SARTORELLI & CARDOSO, 2006).

O Diabetes *Mellitus* tornou-se um dos principais problemas de saúde pública mundial, tanto em número de pessoas afetadas como de incapacitação e de

mortalidade prematura, bem como dos custos envolvidos no seu tratamento. Alcançando entre 90 e 95% dos casos, o Diabetes *Mellitus* tipo 2 é o de maior incidência, acometendo geralmente indivíduos de meia idade e idade avançada, e com incidência de sobrepeso, obesidade e sedentarismo. Isto aumenta a necessidade da prática de exercícios físicos regulares tanto para prevenir o aparecimento quanto para minimizar suas complicações (SILVA et al., 2002; VASQUES et al., 2007).

De acordo com o Ministério da Saúde (2006), no Brasil o diabetes junto com a hipertensão arterial, é responsável pela primeira causa de mortalidade e de hospitalizações, de amputações de membros inferiores e representa ainda 62,1% dos diagnósticos primários em pacientes com insuficiência renal crônica submetidos a diálise.

A doença cardiovascular associada com a presença de sobrepeso e obesidade exerce uma influência considerável na elevada morbidade e mortalidade em pacientes com Diabetes *Mellitus* tipo 2 (FOSS & KETEVAN, 2000; GOMES et al., 2006; POLLOCK & WILMORE, 1993).

Colberg (2003) e Martins (2000) afirmam que a prática do exercício físico pode gerar adaptações crônicas no sistema metabólico, sistema neuroendócrino e no sistema cardiovascular. Ocasionalmente também importantes mudanças nos aspectos biológico, psicológico e sócio-cultural dos indivíduos. O exercício físico faz parte de tratamentos relacionados à saúde e ao bem estar geral, contribui na mudança de hábitos das pessoas, diminuindo o sedentarismo, ajudando a reduzir a ansiedade e o estresse, proporcionando uma qualidade de vida melhor.

O exercício físico juntamente com uma dieta adequada e insulina ou hipoglicemiantes orais, pode ter maior efeito sobre a redução dos níveis de lipídios circulantes, aumentar a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina. Promove um aumento na utilização de glicose e ácidos graxos livres intra e extracelulares para o fornecimento de energia, além de aumentar a sensibilidade periférica à insulina contribuindo para a normalização das taxas glicêmicas nos diabéticos (LYRA et al., 2006; SILVEIRA NETTO, 2000; POLLOCK & WILMORE, 1993).

Segundo Martins (2000) e Silveira Netto (2000) a educação para saúde é um papel fundamental do Educador Físico: quanto mais informações o paciente tiver sobre a doença, mais completo será o tratamento. Assim, é evidente que os

benefícios do exercício físico e sua importância no tratamento do Diabetes devem ser informados à população.

Para possibilitar uma maior compreensão da importância do exercício físico no tratamento do Diabetes tipo 2, foi estruturado o seguinte problema de estudo: Quais os efeitos do exercício físico sobre o Diabetes Tipo 2?

1.2 OBJETIVO GERAL

Verificar quais os efeitos do exercício físico sobre o Diabetes *Mellitus* tipo 2 através de uma pesquisa bibliográfica.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as alterações metabólicas provocadas pela prática de exercícios físicos nos portadores do Diabetes tipo 2;
- Verificar o comportamento do nível do açúcar sanguíneo relacionado à prática regular de exercícios físicos nos portadores do Diabetes tipo 2;
- Verificar as alterações que o exercício físico produz na composição corporal dos diabéticos tipo 2;
- Verificar os principais exercícios utilizados no tratamento do Diabetes tipo 2.

1.4 JUSTIFICATIVA

O exercício físico contribui como coadjuvante no tratamento do Diabetes. Quando prescrito e praticado na medida correta, este proporciona uma melhora do quadro geral da doença, da qualidade e expectativa de vida e, ainda atua na redução dos fatores de risco do Diabetes tipo 2 e suas complicações (COLBERG,

2003; FOSS & KETEVAN, 2000; MARTINS, 2000; MEDIANO et al., 2007; POLLOCK & WILMORE, 1993).

O educador físico tem um papel importante na obtenção e manutenção da qualidade de vida dos indivíduos diabéticos (MARTINS, 2000). O profissional deve, através da educação, levar informações, orientações e alertas para seus portadores. É interessante ainda que o mesmo esclareça os benefícios que se pode adquirir através da prática constante e regular do exercício físico.

Através de uma revisão bibliográfica, este estudo visa investigar os efeitos do exercício físico sobre o Diabetes *Mellitus* tipo 2.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO

O Diabetes *Mellitus* é uma síndrome de etiologia múltipla, que se caracteriza por um excesso de glicose no sangue (hiperglicemia), decorrente da falta de insulina ou ineficácia da insulina, hormônio produzido pelo pâncreas. Caracteriza-se por hiperglicemia crônica, com distúrbios do metabolismo dos carboidratos, lipídios, proteínas e frequentemente acompanhada de dislipidemia, hipertensão arterial e disfunção endotelial. O Diabetes *Mellitus* pode causar em longo prazo, prejuízos na função e até a falência de vários órgãos, principalmente, rins, olhos, nervos, coração e vasos sanguíneos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.2 CLASSIFICAÇÃO

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2006), o Diabetes *Mellitus* classifica-se em: Diabetes tipo 1, Diabetes tipo 2, Diabetes gestacional e outros tipos específicos.

2.2.1 Diabetes *Mellitus* Tipo 1

O Diabetes *Mellitus* Tipo 1 é causado geralmente por um processo auto-imune que destrói as células beta do pâncreas responsáveis pela produção de insulina. Está relacionado a uma absoluta deficiência de insulina e de outros hormônios pancreáticos. Este tipo de diabetes apresenta tendência à cetoacidose que tem como manifestação típica o hálito cetônico. É caracterizado também por hiperglicemia crônica e complicações microvasculares, comprometendo o sistema nervoso periférico e autônomo. É comumente observado em crianças e

adolescentes, porém pode ocorrer também em adultos (DANTAS et al., 2009; ROCHA et al., 2009; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006). Este tipo de diabetes representa cerca de 5 a 10% do total de casos de Diabetes *Mellitus* (SILVEIRA NETTO, 2000).

O Diabetes *Mellitus* Tipo 1 é a mais importante doença endócrino- metabólica de evolução crônica entre crianças e adolescentes (MAIA et al., 2005).

2.2.2 Diabetes *Mellitus* Tipo 2

Representando cerca de 90 a 95% do total de casos diagnosticados, o Diabetes *Mellitus* Tipo 2 é caracterizado pela incapacidade da insulina exercer normalmente suas funções. A resistência à ação da insulina prejudica a captação de glicose pelas células, levando à hiperglicemia crônica (VASQUES et al., 2007). Anormalidades no metabolismo de lipídios são observadas com frequência neste tipo de Diabetes, contribuindo para a formação de ateromas e aparecimento de lesões no músculo liso dos vasos sanguíneos, além de disfunções endoteliais desencadeadas pela resistência à insulina. Acomete principalmente indivíduos acima de 40 anos de idade. O Diabetes *Mellitus* tipo 2 está associado ao sedentarismo e à obesidade (LYRA et al., 2006; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.2.3 Diabetes Gestacional

É a diminuição da tolerância à glicose, diagnosticada na gestação (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.2.4 Outros tipos específicos

- a) Defeitos genéticos funcionais da célula beta;
- b) Defeitos genéticos na ação da insulina;
- c) Doenças do pâncreas exócrino;
- d) Endocrinopatias;
- e) Induzidos por fármacos e agentes químicos;
- f) Infecções;
- g) Formas incomuns de Diabetes imuno-mediado;
- h) Outras síndromes genéticas geralmente associadas ao Diabetes.(SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.3 DIAGNÓSTICO DO DIABETES *MELLITUS*

O testes de diagnósticos devem ser realizados em todos aqueles indivíduos que apresentam os sintomas clássicos da doença (SILVEIRA NETTO, 2000).

O Diabetes *Mellitus* pode ser assintomático por vários anos, mas na sua fase aguda apresenta sintomas clássicos que permitem o seu diagnóstico. Os mais comuns são:

- a) Polidipsia – sede intensa e elevada ingestão de água devido às grandes perdas de água na urina;
- b) Poliúria – a quantidade de glicose que entra nas células é inadequada fazendo com que seus níveis sanguíneos tornem-se anormalmente altos. Quando o sangue é filtrado pelos túbulos renais, o excesso de glicose é eliminado na urina. As partículas excessivas de glicose no filtrado renal produzem um maior efeito osmótico, reduzindo a reabsorção da água pelos rins, fazendo com que o diabético perca grandes quantidades de líquidos;
- c) Polifagia – necessidade de comer grandes quantidades de alimentos;
- d) Perda de peso – devido à incapacidade de absorção de glicose pelas células, os estoques de gordura corporal acabam sendo mais solicitados provocando a redução de massa corporal;

- e) Alterações visuais – decorrente da retinopatia diabética;
- f) Hiperglicemia ou glicosúria – indicam em exames de rotina, que há glicose acima dos valores normais na circulação sanguínea ou na urina (MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Segundo Martins (2000) o diagnóstico do Diabetes *Mellitus* torna-se mais claro quando os sintomas estão associados a uma alta dosagem de glicose sanguínea. Mas em muitos casos, as pessoas não apresentam sintomas evidentes e há suspeita de Diabetes *Mellitus*, assim torna-se necessário a realização de testes laboratoriais para a confirmação.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (2006), o diagnóstico pode ser realizado baseado no resultado da glicemia plasmática mais a observação de sinais da doença, teste de intolerância oral à glicose. A determinação da glicose é feita preferencialmente no plasma. Os procedimentos diagnósticos empregados são a medida da glicose no soro ou plasma após o jejum de 8 – 12 horas e o teste de tolerância à glicose (TTG) após administração de 75 gramas de glicose anidra via oral, com medidas de glicose no soro ou plasma nos tempos 0 e 120 minutos após a ingestão.

O quadro 1 mostra os valores de glicose plasmática (mg/dl) para diagnóstico de Diabetes *Mellitus* e seus estágios pré-clínicos.

Categorias	Jejum*	TTG	Casual**
Glicemia normal	< 110	< 140	-
Tolerância à glicose diminuída	> 110 a < 126	≥ 140 a < 200	-
DM	≥ 126	≥ 200	≥ 200 com sintomas clássicos ***

Quadro 1 - Valores médios de glicose plasmática (mg/dl) para diagnóstico de Diabetes *Mellitus* e seus estágios pré-clínicos.

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes (2006).

* O jejum é definido como a falta de ingestão calórica de no mínimo 8 horas.

** Glicemia plasmática casual é definida como aquela realizada a qualquer hora do dia, sem observar o intervalo da última refeição.

*** Os sintomas clássicos do Diabetes *Mellitus* incluem poliúria, polidipsia e perda inexplicada de peso.

2.3.1 Hemoglobina glicada

O exame de Hemoglobina Glicada é muito importante na avaliação do controle do Diabetes *Mellitus*. A hemoglobina glicada (A1c) é formada através de uma reação não enzimática irreversível, entre a glicose sanguínea e a hemoglobina, como resultado do processo de glicação, que liga a glicose sanguínea a muitas proteínas corporais. É utilizado para se avaliar o controle glicêmico em longo prazo, a medida da A1c, reflete o grau de controle glicêmico dos 2 a 3 meses prévios. Este teste deve ser realizado 2 vezes ao ano para pacientes com controle glicêmico estável, e a cada 3 a 4 meses em pacientes com controle glicêmico inadequado (GROSS et al., 2002; SARTORI et al., 2006).

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2006), estudos clínicos foram realizados e demonstraram que a manutenção da hemoglobina glicada em valores próximos do normal tiveram resultados positivos na redução do surgimento e progressão das complicações micro e macro-vasculares, tanto em pacientes tipo 1 como em pacientes tipo 2.

Para o controle ao longo do dia Gross et al. (2002) recomendam o uso da avaliação da glicemia capilar, para um melhor controle do metabolismo. Através da obtenção de sangue capilar em uma fita reagente acoplada a um monitor o teste é realizado e fornece o resultado em poucos segundos.

2.4 FATORES DE RISCO PARA O DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (2006), os principais fatores de risco são:

- a) Idade maior que 40 anos;
- b) História familiar de Diabetes *Mellitus*;
- c) Excesso de massa corporal (índice de massa corporal - IMC ≥ 25 Kg/m²);
- d) Sedentarismo;
- e) Lipoproteína de alta densidade (HDL - high-density lipoprotein) baixa ou triglicerídeos elevados;

- f) Hipertensão arterial;
- g) Doença coronariana;
- h) Diabetes *Mellitus* gestacional prévio;
- i) História de abortos de repetição ou mortalidade perinatal;
- j) Uso de medicação hiperglicemiante (corticosteróides, tiazídicos, betabloqueadores, entre outros).

Na população diabética, um valor de IMC ≥ 25 Kg/m² resulta em um aumento na probabilidade de acometimento por doenças cardiovasculares. O sobrepeso ou a obesidade estão presentes em grande parte dos pacientes portadores de Diabetes *Mellitus* tipo 2 (VASQUES et al., 2006).

Indivíduos obesos estão mais suscetíveis a desenvolver algum grau de resistência à insulina, que é fator de risco para o desenvolvimento do Diabetes tipo 2 (MEDIANO et al., 2007).

2.5 INSULINA, GLUCAGON E DIABETES *MELLITUS*

O pâncreas é responsável pela síntese e secreção de dois hormônios importantes: a insulina e o glucagon, responsáveis pela regulação normal do metabolismo da glicose, dos lipídios e das proteínas. Ambos são secretados pelas células das ilhotas de Langerhans, a insulina pelas células beta e o glucagon pelas células alfa (FOSS & KETEVIAN, 2000; GUYTON, 2006).

A insulina é um hormônio importante para a manutenção da homeostase glicêmica e também para o crescimento e diferenciação celular. É secretada pelo pâncreas devido à elevação da glicemia, dos níveis circulantes de aminoácidos e de ácidos graxos livres. Tem um papel fundamental no armazenamento do excesso de energia – no caso dos carboidratos o excesso é armazenado sob a forma de glicogênio nos músculos e no fígado. Causa o armazenamento de gordura no tecido adiposo, e ainda converte em gordura todo o excesso de carboidratos que não pode ser armazenado na forma de glicogênio. Com as proteínas, a insulina exerce efeito direto, facilitando a captação de aminoácidos pelas células e a conversão destes em proteínas (GUYTON, 2006; CARVALHEIRA et al., 2002).

Segundo Foss & Keteyian (2000), o efeito fisiológico mais importante da insulina é a estimulação do transporte de glicose em diversos tecidos.

Guyton (2006) afirma que a falta de insulina exerce efeitos sobre o metabolismo das gorduras causando distúrbios como a acidose e a arteriosclerose, que são causas de morte em pacientes diabéticos.

Os efeitos do glucagon são opostos aos da insulina no metabolismo orgânico: aumenta a concentração plasmática de glicose e de ácidos graxos. Os principais efeitos do glucagon sobre o metabolismo da glicose consistem em degradar o glicogênio hepático e aumentar a gliconeogênese no fígado, aumentando a disponibilidade de glicose para os órgãos do corpo. A manutenção da glicose sanguínea é essencial, pois é o único nutriente capaz de ser utilizado pelo cérebro, pela retina e pelo epitélio germinativo das gônadas em quantidade capaz de supri-lo com a energia suficiente (FOSS & KETEYIAN, 2000; GUYTON, 2006).

2.6 TRATAMENTO DO DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

O objetivo do tratamento para qualquer tipo de Diabetes é o melhor controle metabólico possível, ou seja, o equilíbrio adequado entre glicose e insulina. O tratamento do Diabetes tipo 2 consiste em uma dieta equilibrada, a prática de exercícios físicos regulares e se necessário, recorre-se a medicamentos (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.6.1 Orientações nutricionais

O paciente diabético deve ter uma alimentação equilibrada, que forneça todos os nutrientes necessários em quantidades que satisfaçam suas necessidades para obter o melhor controle metabólico. É essencial a presença de um nutricionista na equipe de atendimento aos pacientes diabéticos, para esclarecer dúvidas, orientar e educar da melhor forma possível. A terapia nutricional para redução da massa

corporal associada à prática de exercício físico é fundamental no controle glicêmico dos pacientes com sobrepeso e obesidade. A dieta da população diabética obesa deve ser pobre em gorduras e rica em fibras e carboidratos. Os diabéticos tipo 2, por apresentarem dificuldades na utilização da insulina, devem controlar todo alimento ingerido a fim de evitar a hiperglicemia (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.6.2 Exercício físico

A prática de exercício físico traz muitos benefícios para os diabéticos tipo 2. Atua na musculatura esquelética tornando mais eficiente o uso da energia. Age no processo de translocação dos transportadores de glicose (GLUT-4), melhorando a sensibilidade insulínica nos tecidos. Assim, o exercício aumenta a captação de glicose mediada pela insulina na musculatura esquelética e com isso melhora a sensibilidade insulínica. O exercício físico reduz a incidência do desenvolvimento de diabetes, melhora o condicionamento cardiovascular facilitando a diminuição da pressão arterial e dos lipídios que são fatores de risco cardiovasculares. E também auxilia na redução da massa corporal através da perda de gordura, preservando a massa muscular. O bem estar e a qualidade de vida melhoram permitindo a sociabilidade do praticante (COLBERG, 2003; FOSS & KETEVIAN, 2000; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.6.3 Uso de medicamentos

Os medicamentos hipoglicemiantes orais são utilizados para aumentar a produção de insulina e/ou melhorar sua ação. Os diabéticos tipo 2 que não conseguem atingir os níveis glicêmicos ou de hemoglobina glicada desejáveis após três meses de adoção das alterações dietéticas e da prática de exercício físico fazem uso destes medicamentos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.6.4 Insulinoterapia

A insulina é aplicada na gordura subcutânea e rapidamente é absorvida e utilizada pelo organismo para captar o excesso de açúcar da circulação sanguínea. A quantidade e o tipo de insulina a ser ministrada ficam a critério do médico, pois tem ação diferente em cada indivíduo. A insulinoterapia é instituída em pacientes com alguma reserva pancreática nos quais outras medidas terapêuticas (dieta, exercício físico, terapia combinada com antidiabéticos orais) não sejam suficientes para manter o controle glicêmico adequado (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.6.5 Automonitoração

A recomendação para os pacientes diabéticos tipo 2 que usam medicações orais e que são bem controlados é medir a glicemia duas vezes por semana, sendo uma vez em jejum e uma vez duas horas após uma das principais refeições. Aqueles pacientes que usam medicações orais, porém não tem um bom controle, devem medir a glicemia uma vez por dia, sendo que dessas medidas, duas devem ser pós-prandiais e as outras vezes devem ser em jejum (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.7 COMPLICAÇÕES DO DIABETES *MELLITUS*

2.7.1 Complicações agudas

2.7.1.1 Cetoacidose diabética

É caracterizada por hiperglicemia, acidose metabólica, desidratação e cetose quando ocorre deficiência profunda de insulina e a presença em excesso de hormônios contra-reguladores, como glucagon, cortisol e catecolaminas. Neste caso tecidos sensíveis à insulina passam a metabolizar gorduras ao invés de carboidratos. Devido à excessiva degradação de ácidos graxos ocorre a formação de corpos cetônicos, que é identificada no organismo inicialmente através de sintomas como: náuseas, vômitos, hipotensão, taquicardia, hálito cetônico. Acomete principalmente pacientes com Diabetes *Mellitus* tipo 1 e geralmente é precipitada por condições infecciosas, uso inadequado de insulina ou desconhecimento do diagnóstico de Diabetes (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.1.2 Coma hiperosmolar não-cetótico

Acomete principalmente diabéticos tipo 2 e sua principal característica é a hiperglicemia extrema. É uma síndrome de desidratação profunda que decorre da diurese hiperglicêmica, quando o paciente é incapaz de consumir água em quantidades suficientes para compensar as perdas hídricas. Ocorre no paciente uma alteração do sistema sensorio apresentando taquicardia, hipotensão, respiração superficial, urina excessiva (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.1.3 Hipoglicemia

Consiste em níveis sanguíneos de glicose inferiores ao normal. Ocorre devido a grandes quantidades de insulina ou o uso de medicamentos orais, à ingestão insuficiente de alimentos ou a atividade física aumentada (em relação aos agentes hipoglicemiantes). O quadro clínico da hipoglicemia consiste dos sintomas de início rápido, indicado por níveis glicêmicos abaixo de 70mg/dl, ocasionando calafrios, ansiedade, sudorese, taquicardia. Quando este estado for prolongado, a privação de glicose pode causar lesões neurológicas irreversíveis (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.2 Complicações crônicas

O desenvolvimento de complicações crônicas é facilitado por alguns fatores de risco como: longo tempo de duração da doença, mau controle metabólico, presença de hipertensão arterial sistêmica, alcoolismo e tabagismo. Nos pacientes diabéticos tipo 2 a alta morbi-mortalidade é resultante principalmente do comprometimento vascular e neurológico. As principais complicações que a Diabetes *Mellitus* pode trazer para a saúde são: oculares crônicas, nefropatias, macroangiopatia e o pé diabético (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.2.1 Oculares (retinopatia)

Esta complicação é bastante freqüente no Diabetes, sendo a causa mais freqüente de cegueira. Os microvasos que atravessam a retina tornam-se fracos e tendem a dilatar e se romper, devido ao aumento da pressão sanguínea, provocando hemorragias que cicatrizam inativando a região afetada (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.2.2 Nefropatia

Corresponde à perda da capacidade de trabalho dos rins. Ocorre falha no processo de filtração causando a proteinúria (excreção de albumina na urina) e retenção de uréia, creatina e outras substâncias nocivas ao organismo, devido à lesão dos vasos capilares renais que configuram o quadro de insuficiência renal (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.7.2.3 Macroangiopatia

Atinge os grandes vasos, principalmente os coronários, a região cerebral e as extremidades inferiores. Ocorre a aceleração do processo de aterosclerose. A aterosclerose no diabético comporta-se de maneira mais severa, devido à falta de circulação no órgão nutrido pela artéria ocluída. Quando as artérias coronárias estiverem obstruídas haverá o infarto do miocárdio; caso esteja obstruída a artéria cerebral, ocorrerá o acidente vascular cerebral - AVC (hemorrágico ou isquêmico, dependendo de agravantes clínicos). Os membros inferiores podem ser acometidos devido à obstrução do vaso responsável pela circulação, causando necrose nas extremidades ou dores ao caminhar, feridas que não cicatrizam, entre outros (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.8 EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NO DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

Após o início dos anos 90, a atividade física e o exercício foram reconhecidos formalmente como fatores que desempenham um papel essencial no aprimoramento da saúde e no controle da doença, ou seja, melhoram a aptidão física, previnem e até auxiliam no tratamento de diversas doenças (FOSS & KETEVAN, 2000).

Os efeitos fisiológicos do exercício físico podem ser classificados em agudos imediatos, agudos tardios e crônicos. Os efeitos agudos imediatos são aqueles que

ocorrem nos períodos imediatamente após o exercício. Por outro lado, os efeitos agudos tardios são observados ao longo das primeiras 24 horas que se seguem a uma sessão de exercícios e podem ser identificados na discreta redução dos níveis tensionais, especialmente nos hipertensos e no aumento da atividade dos receptores de insulina nas membranas das células musculares. De forma aguda o exercício proporciona uma queda brusca nos níveis plasmáticos de glicose que pode perdurar por vários dias, devido a uma maior sensibilidade à insulina por parte dos músculos ativos. Os efeitos crônicos são aqueles que resultam da exposição freqüente e regular às sessões de exercício, representando os aspectos morfofuncionais que diferenciam um indivíduo fisicamente treinado de um outro sedentário (MCARDLE, 2008).

Os exercícios físicos feitos regularmente ajudam no desenvolvimento muscular e no controle da massa corporal, contribuindo para uma diminuição do percentual de gordura corporal e para a melhora e manutenção de uma estrutura óssea e desenvolvimento muscular adequados (NAHAS, 2003).

A prática de exercícios físicos realizados de forma regular por todas as pessoas, independente de serem portadores do Diabetes *Mellitus* ou não, possui efeitos benéficos para saúde e longevidade. É suficiente para promover o aprimoramento na aptidão cardiorrespiratória, na aptidão músculo-esquelética e na composição corporal. Alguns estudos evidenciam que indivíduos ativos apresentam um risco de 30 a 50% menor de desenvolver Diabetes *Mellitus* tipo 2 que os indivíduos sedentários (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

De acordo com Colberg (2003), a atividade mais importante a se fazer para controlar o açúcar sanguíneo e reduzir o risco de complicações diabéticas é o exercício físico regular.

O exercício físico proporciona melhoras significativas para os diabéticos tipo 2, como a redução da glicemia após a realização de exercício, redução da glicemia de jejum, da hemoglobina glicada, bem como melhora a função vascular. Também realiza um aumento na massa muscular e reduz a gordura, contribuindo para uma melhora na sensibilidade à insulina, principalmente em diabéticos com obesidade (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; VIVOLO, 1996).

Os fatores de risco para o desenvolvimento da doença cardiovascular são diminuídos devido aos benefícios que o exercício físico proporciona através das seguintes alterações: melhora o perfil lipídico, normaliza a pressão arterial, aumenta

a circulação colateral, diminui a freqüência cardíaca no repouso e durante o exercício (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006; VIVOLO 1996).

Juntamente com as alterações fisiológicas decorrentes do exercício físico, ocorrem também alterações psico-sociais que favorecem o cuidado e o autocontrole do diabetes. A depressão nos diabéticos está correlacionada com a aceitação da doença e com a incapacidade em lidar com as diversas alterações impostas pela doença em aspectos do cotidiano. A auto-estima e o bem-estar são favorecidos com a prática de exercícios físicos, melhorando a qualidade de vida e a sociabilidade (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; NAHAS, 2003; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.8.1 Efeitos no controle glicêmico

Os efeitos benéficos da prática regular de exercícios no controle glicêmico parecem ser devido aos efeitos acumulativos ocorridos nas melhorias transitórias da tolerância à glicose. A redução da glicemia está relacionada ao incremento na captação periférica da glicose, devido à maior sensibilidade das células musculares e adiposas à insulina no organismo treinado, sendo essa maior sensibilidade associada ao aumento no número de GLUT-4 (COLBERG, 2003; MARTINS, 1998; SILVEIRA NETTO, 2000; VIVOLO 1996).

Durante o exercício físico, a entrada da glicose nos músculos esqueléticos aumenta, diminuindo assim a glicemia em diabéticos, favorecendo a melhora no seu estado metabólico. Uma possível explicação para essa redução da glicemia, consiste no aumento da permeabilidade da fibra muscular a glicose, mesmo na ausência de insulina, em virtude do processo de contração (GUYTON, 2006; MARTINS, 1998).

A glicose é metabolicamente utilizada em grande escala pelos músculos em duas situações:

- algumas horas após as refeições, onde a concentração de glicose sanguínea é alta e a grande quantidade de insulina produzida pelo pâncreas a transporta rapidamente para dentro das células musculares e hepáticas;

- durante o exercício físico moderado ou pesado, onde o uso da glicose não requer grandes quantidades de insulina, pois as fibras musculares exercitadas tornam-se permeáveis à glicose por causa do próprio processo de contração (GUYTON, 2006).

Uma das principais funções da insulina é armazenar, após as refeições, a maior parte da glicose sob a forma de glicogênio no fígado. Quando a quantidade de glicose é superior aquela que pode ser armazenada, todo o excesso é convertido em ácidos graxos (GUYTON, 2006).

De acordo com Martins (2000), durante o trabalho muscular, o consumo de glicose aumenta muito para o fornecimento de energia. O nível de aumento na utilização está diretamente ligado com a duração e a intensidade do exercício, sendo influenciado também pelo estado de saúde, nutricional e de treinamento do indivíduo. Os dois hormônios pancreáticos (insulina e glucagon) agem na regulação do fornecimento de energia aos músculos ativos. A insulina acelera a entrada de glicose no interior das células, causando uma diminuição no nível de glicose sanguínea. No entanto, o glucagon acelera o desdobramento do glicogênio do fígado em glicose, aumentando a glicose sanguínea. Durante o trabalho muscular, o nível de insulina diminui, mas aumenta o de glucagon. A elevação da insulina mantida determina o aumento na captação de glicose hepática e da lipólise no tecido adiposo, resultando no decréscimo da concentração de glicose plasmática.

O exercício físico determina melhora na ação insulínica, especialmente no músculo esquelético. Os efeitos induzidos pelo exercício físico causam várias adaptações: aumento da densidade capilar, aumento da expressão e translocação de GLUT4 para a membrana plasmática, aumento das fibras musculares mais sensíveis à ação insulínica, possíveis alterações na composição dos fosfolípidios do sarcolema, aumento da atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e aumento na atividade da glicogênio-sintetase. (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; VIVOLO 1996).

Além da melhora no controle glicêmico, a redução da resistência à insulina induzida pelo exercício físico pode promover outros efeitos benéficos, incluindo melhora cardiovascular e no perfil lipídico, os quais potencialmente poderiam reduzir a morbidade e a mortalidade nessa população. A prática regular de exercícios físicos por indivíduos diabéticos, dentro das intensidades recomendadas, pode resultar em

redução de 10% a 20% na hemoglobina glicada (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; VIVOLO 1996).

2.8.2 Efeitos no perfil lipídico

O controle glicêmico é o principal fator que interfere sobre a concentração lipídica dos pacientes com Diabetes *Mellitus*. O exercício físico diminui as concentrações de colesterol e triglicérides no sangue, que em grandes quantidades provocam aterosclerose, que poderão causar problemas cardíacos, cerebrais e de irrigação dos membros inferiores. O diabético tem maiores probabilidades de desenvolver aterosclerose e a prática regular de exercícios físicos atuará como fator preventivo, retardando e até mesmo evitando o aparecimento das complicações do Diabetes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

A melhora no perfil lipídico inclui redução dos níveis de colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (LDL - low-density lipoprotein) e triglicérides e aumento no HDL-colesterol. Além de uma redução ou manutenção nos níveis da lipoproteína, que é considerada um fator de risco cardiovascular (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

2.8.3 Efeitos cardiovasculares

O Diabetes *Mellitus* tipo 2 aumenta em 2 a 3 vezes o risco de se desenvolver doença arterial coronariana, e a maior incidência de mortalidade em diabéticos tipo 2 está intimamente relacionada ao estado diabético e à associação da doença a outros fatores de risco cardiovasculares, como sedentarismo, obesidade, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia entre outros (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

A aptidão aeróbia dos diabéticos é geralmente menor do que a dos indivíduos normais, devido ao sedentarismo (SILVEIRA NETTO, 2000).

A capacidade cardiorrespiratória ou aptidão aeróbia é tida como um conjunto de variáveis associadas à capacidade de realizar atividades físicas de caráter dinâmico que envolvam grande massa muscular com intensidade de moderada a alta por períodos prolongados, sendo dependente do sistema oxidativo. Depende do estado funcional dos sistemas respiratório, cardiovascular, muscular e de suas relações fisiológico-metabólicas, estando associada com uma menor mortalidade por doenças crônicas. Para mensuração da capacidade cardiorrespiratória é utilizada a medida de consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.). O exercício físico pode colaborar na redução da pressão arterial e da frequência cardíaca de repouso e melhora do VO_2 máx (FOSS & KETEVAN, 2000; MARINS, 2003).

De acordo com o Colégio Americano de Medicina do Esporte (2000) todos os indivíduos com doença cardíaca, pulmonar ou metabólica, independentemente da idade deve realizar uma avaliação ergométrica com eletrocardiograma de esforço antes de iniciar a prática de exercícios físicos.

Com relação aos benefícios obtidos pela prática de exercício físico, Silva et al. (2002) submetem diabéticos tipo 2 a um programa de exercícios físicos aeróbios e resistidos combinados, e obtiveram reduções nos percentuais de A1c, reduções na glicemia de jejum, frequência cardíaca de repouso e índice de massa corporal.

De acordo com Martins (2000), o exercício físico aeróbio de baixa e média intensidade por tempo prolongado, ou seja, acima de 30 minutos e realizados no mínimo 3 vezes por semana, ocasiona o aumento do volume cardíaco, reduz a resistência vascular periférica, com redução dos níveis pressóricos e aumento do fluxo circulatório, ao dilatar os vasos sanguíneos e aumentar a rede capilar, proporcionando benefícios metabólicos.

2.8.4 Composição corporal

O excesso de peso (sobrepeso e/ou obesidade), assim como a adiposidade visceral em indivíduos diabéticos tipo 2, têm sido associados a um pior perfil lipídico, a elevados níveis pressóricos e à presença de síndrome metabólica. Na população diabética, em ambos os sexos, um valor de IMC $\geq 25,0$ Kg/m² resulta em aumento na

probabilidade de acometimento por doenças cardiovasculares (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Saldanha et al. (2002) afirmam que a variação anatômica da distribuição da gordura corporal é o indicador mais importante de complicações metabólicas do que a massa corporal total. A obesidade visceral resulta em inúmeras modificações fisiopatológicas, que podem resultar em diferentes graus de resistência à insulina. Dentre elas, podem ser citadas a menor extração de insulina pelo fígado, o aumento na produção hepática de glicose e a diminuição da captação de glicose pelos tecidos periféricos, como o tecido muscular. Além da resistência à insulina, a gordura abdominal está relacionada à hipertensão e alterações desfavoráveis no perfil das lipoproteínas plasmáticas levando a um aumento no risco de doenças cardiovasculares.

Segundo Mediano et al. (2007) o exercício físico é a melhor forma para reduzir a gordura visceral metabolicamente ativa. Promove o aumento da massa magra e a diminuição da gordura corporal.

2.9 PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

O exercício físico deve ser prescrito de maneira individual para evitar riscos e otimizar benefícios. O tipo de Diabetes *Mellitus*, a duração e a presença de complicações da doença vão determinar o tipo, frequência, intensidade e duração do exercício, levando em consideração também, fatores como: idade do indivíduo e grau de treinamento anterior. Antes de iniciar o exercício físico é necessário que o paciente realize exame clínico geral e cardiovascular (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

Todos os níveis de atividade física, incluindo atividades de lazer, esportes recreacionais e competitivos como de alto desempenho, podem ser realizados por pacientes com Diabetes tipo 2 sem complicações e com um bom controle glicêmico (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2006).

Combinado com os interesses pessoais e os objetivos do paciente, o tipo de exercício físico é importante para motivar os indivíduos diabéticos a iniciarem um

programa de atividade física como também de sustentar este hábito por toda vida. Programas de atividades físicas para indivíduos diabéticos sem complicações ou limitações significativas devem incluir exercícios aeróbios e resistidos apropriados para desenvolver e manter a aptidão cardiorrespiratória, a composição corporal, a força muscular e a resistência muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000)

De acordo com Martins (2000), dentro de uma rotina de exercícios para os indivíduos diabéticos devem fazer parte três grupos de exercícios: exercícios aeróbios, exercícios resistidos e exercícios de flexibilidade. Devem-se realizar exercícios que mantenham de 70 a 85% da frequência cardíaca máxima e de 50 a 70 % do VO_2 máx, com duração entre 40 e 60 minutos e frequência de 5 vezes por semana.

Segundo Colberg (2003) os exercícios resistidos devem incluir pelo menos 8–10 exercícios diferentes usando grandes grupos musculares com a frequência de 2 – 3 vezes por semana. Deve ser dada uma atenção especial à prescrição de exercícios resistidos em diabéticos com complicações crônicas da doença, como a hipertensão. Para estes indivíduos, o exercício resistido deve ser prescrito em intensidade baixa-moderada. Os exercícios de flexibilidade devem ser incorporados na rotina de exercícios com uma frequência de 2 a 3 vezes por semana. Toda sessão de exercícios deve começar por um período de aquecimento que inclui alongamentos e atividades aeróbias de baixa intensidade para os mesmos músculos que serão exercitados na seqüência da sessão de treinamento.

É importante considerar sempre o horário em que o exercício físico é praticado levando em consideração o horário da administração da insulina ou da medicação oral e também das refeições. Os exercícios devem ser praticados de 1 a 2 horas após as refeições. No caso de administração de insulina, esta deve ser aplicada em locais pouco solicitados pelos exercícios a serem realizados (COLBERG, 2003; MARTINS, 2000; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.9.1 Cuidados na prática do exercício físico

Um dos problemas mais comuns ocorridos em diabéticos durante as sessões de exercícios físicos é a hipoglicemia. Para prevenir que isto aconteça, são necessários alguns cuidados como: o monitoramento freqüente da glicemia; o aumento na ingestão de carboidratos antes e após a realização dos exercícios; procurar injetar a insulina em uma região do corpo que não será muito utilizada durante o exercício e, quando possível, exercitar-se com um companheiro (COLBERG, 2003; POLLOCK & WILMORE, 1993; SCHIL, 2006). É importante também manter uma hidratação adequada antes, durante e após o exercício, pois qualquer alteração nos níveis glicêmicos pode causar poliúria e aumentar o risco de desidratação (COLBERG, 2003; SCHILL, 2006; SILVEIRA NETTO, 2000).

Para minimizar os riscos de lesões ortopédicas e irritação nos pés é recomendado o uso de sapatos especiais e adequados e fazer sempre inspeção nos pés. Os diabéticos com retinopatia devem evitar os exercícios associados a movimentos bruscos da cabeça, que elevem a pressão arterial e a manobra de Valsalva que é a realização de um esforço expiratório contra a resistência fixa da glote ou fossas nasais e boca fechadas (GUYTON, 2006; SCHILL, 2006; SILVEIRA NETTO, 2000).

2.9.2 Estudos sobre o exercício físico relacionados ao Diabetes tipo 2

Silva et al. (2002) avaliaram 33 indivíduos com idades entre 45 e 75 anos com Diabetes *Mellitus* tipo 2 tratados e não tratados com insulina, com o objetivo de verificar o efeito de 10 semanas de exercício físico no controle glicêmico, tendo 4 sessões semanais de 60 minutos cada, com exercícios predominantemente aeróbicos e intensidade leve a moderada (50 a 80% da freqüência cardíaca máxima (FC_{máx}). Nesse estudo encontraram redução significativa na glicemia de jejum, na glicemia capilar, na hemoglobina glicada, na freqüência cardíaca de repouso melhorando a eficiência cardíaca, na diminuição de triglicérides e no índice de massa corporal.

Martins & Duarte (1998) realizaram um estudo com o objetivo de observar o comportamento da glicemia sob o efeito crônico do exercício físico. Foram avaliados 18 indivíduos diabéticos sedentários com média de 55 anos de idade. Do total de sujeitos, quinze eram diabéticos tipo 2, que foram divididos em dois grupos: o primeiro composto por 5 integrantes realizou exercícios durante 9 meses e o segundo composto por 10 integrantes realizou exercícios por 3 meses. Foram feitas coletas de glicemia capilar para o controle agudo da glicemia no exercício físico em todos os sujeitos. A análise da hemoglobina glicada para o controle crônico do exercício foi realizada apenas no primeiro grupo. As sessões foram realizadas 3 vezes por semana com duração de 50 minutos. No primeiro grupo observou-se uma queda significativa da hemoglobina glicada em 80% dos sujeitos, após três meses de programa. No segundo grupo 100% dos diabéticos apresentaram uma queda significativa da glicemia capilar.

Em trabalho envolvendo exercícios predominantemente aeróbios, Nunes (1996 apud CAMBRI et al., 2006) avaliou policiais obesos (12 sem distúrbios metabólicos, 7 com intolerância à glicose e 5 com Diabetes *Mellitus* tipo 2), os quais realizaram exercício aeróbio durante 16 semanas (5 vezes por semana), 60 minutos por dia e intensidade entre 60 e 85% da FC_{máx}, aliado à dieta alimentar. Os resultados demonstraram reduções significativas nos níveis de hemoglobina glicada entre pré e pós-teste nos três grupos, ao contrário da massa corporal, que embora tenha reduzido, não apresentou diferenças significativas.

Passos et al. (2002 apud CAMBRI et al., 2006) verificaram o efeito de 20 sessões de exercícios aeróbicos em 2 indivíduos diabéticos tipo 2. O primeiro realizou exercício aeróbio na esteira rolante com intensidade de 70 a 80% da FC_{máx} durante 60 minutos e o outro indivíduo realizou exercícios na bicicleta ergométrica por 45 minutos com uma intensidade de 50 a 60% da FC_{máx}. Observaram que houve uma diminuição na glicemia capilar durante todas as sessões ocasionando também uma alteração significativa no índice de massa corporal dos indivíduos.

Dunstan et al. (2002) realizaram um estudo prolongado com diabéticos tipo 2 sedentários, entre 60 e 80 anos, durante 24 semanas com três sessões semanais de exercícios. O treinamento era constituído por nove exercícios entre 50 e 60% de 1 RM (1 repetição máxima) durante as duas primeiras semanas; no restante, a intensidade ficou entre 75 e 85% de 1 RM, sendo realizadas três séries de 8 a 10 repetições. Nessas condições, os níveis de hemoglobina glicada reduziram

significativamente ao final das 12 e das 24 semanas. O grupo controle, que realizou exercícios de flexibilidade, não apresentou alterações significativas em nenhuma das situações.

Segundo Kotsa (2004 apud ARSA et al., 2009) a recomendação para melhorar a aptidão física de diabéticos tipo 2 é associar exercícios aeróbios e resistidos, com cargas baixas. Além de contribuir para o controle da glicemia, essa associação vai colaborar para o aumento da capacidade cardiorrespiratória, da força e da resistência muscular, que são fundamentais para a execução de atividades diárias, como subir escadas, carregar compras, melhorando assim a qualidade de vida.

Maiorana et al. (2002 apud ZANUSO et al., 2010) realizaram um estudo onde combinaram exercícios aeróbios e exercícios resistidos com pesos em sujeitos com Diabetes *Mellitus* tipo 2 durante oito semanas, o que reduziu significativamente a hemoglobina glicada e a glicemia de jejum. O programa consistia de três sessões semanais, realizadas em forma de circuito, intercalando exercícios resistidos com pesos, ciclo ergômetro e esteira rolante. Para estes autores, ambos os exercícios apresentaram efeito benéfico no tratamento do diabetes tipo 2.

Para Ciolac & Guimarães (2004) o exercício resistido é benéfico para diabéticos tipo 2, principalmente idosos, pois durante o envelhecimento há diminuição da força e massa muscular, que afeta o metabolismo energético de maneira indesejável. O aumento da força e da massa muscular através da prática de exercício físico resistido pode reverter esse quadro melhorando o controle glicêmico desses indivíduos.

Em seu estudo, Castaneda et al. (2002) constataram reduções significativas na hemoglobina glicada, com concomitante aumento da massa muscular, quando submeteram diabéticos tipo 2 sedentários, com idade média de 66 anos, a 16 semanas de exercícios resistidos com pesos, três sessões semanais. O treinamento foi composto por cinco exercícios com três séries de oito repetições entre 60 e 80% de 1 RM nas semanas subseqüentes.

Munoz & Salazar (2005) verificaram a efetividade do exercício de resistência muscular sobre o controle glicêmico em adultos diabéticos tipo 2. O grupo experimental era composto por 14 pessoas e o grupo controle por 11. Foram realizados exercícios durante 12 semanas, duas sessões por semana com duração de uma hora. O grupo experimental apresentou decréscimo significativo nas taxas

de hemoglobina glicada, incremento na força muscular e fortalecimento muscular percebido. Após a intervenção, oito em onze participantes alcançaram bom controle da hemoglobina glicada.

Cambri et al. (2006) realizaram um estudo para verificar o efeito de um programa de exercícios com pesos na composição corporal e na hemoglobina glicada em diabéticos tipo 2; também verificaram o efeito agudo sobre a glicemia capilar. O programa de exercícios resistidos com pesos foi realizado três vezes por semana em um grupo de indivíduos sedentários, com idades entre 47 e 58 anos. O índice de massa corporal magra aumentou. A relação cintura quadril, o somatório das dobras cutâneas, o percentual de gordura corporal e a glicemia capilar reduziram significativamente. A hemoglobina glicada não apresentou alterações significativas. Segundo estes autores, uma redução na hemoglobina glicada pode ocorrer em longo prazo devido ao aumento da massa corporal magra que consequentemente aumentará a captação de glicose tanto em repouso quanto durante o exercício.

3 MÉTODO

3.1 TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa é do tipo revisão bibliográfica e procura responder um problema a partir de um material já elaborado, representado principalmente por livros e artigos científicos.

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados para elaboração desta pesquisa foram coletados a partir de documentos bibliográficos, como livros e periódicos em português e em inglês, contidos na biblioteca setorial da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e no banco de dados on-line, Pubmed, SciELO e Portal Capes. As palavras-chave utilizadas foram: Diabetes *Mellitus*, exercício físico, diabetes tipo 2.

A análise dos dados foi feita utilizando alguns métodos de leitura de pesquisas bibliográficas como, leitura de reconhecimento, leitura seletiva, crítica e interpretativa.

4 CONCLUSÃO

Com base nas evidências apresentadas nesta revisão de literatura, o Diabetes *Mellitus* é um problema de saúde pública, atingindo milhões de pessoas no mundo todo. A maneira como o Diabetes afeta a fisiologia relacionada ao metabolismo de carboidratos traz conseqüências desastrosas para os demais sistemas do corpo.

Neste estudo constatou-se que durante os exercícios físicos, tanto aeróbios quanto resistidos com pesos, ocorre um efeito imediato ou agudo em relação à glicemia capilar.

De modo geral, verificou-se que os efeitos crônicos do exercício físico aeróbio resultam na melhora da composição corporal, com redução da massa corporal e do índice de gordura corporal, assim como redução na hemoglobina glicada e aumento do condicionamento cardiorrespiratório. Já os efeitos crônicos do exercício físico resistido com pesos são percebidos através do aumento da massa corporal magra e força muscular, aliado à redução do índice de gordura corporal e da hemoglobina glicada.

Estas alterações constatadas podem melhorar o controle metabólico no Diabetes *Mellitus* tipo 2, reduzir e prevenir as complicações relacionadas a esta doença, além de tornar melhor o seu prognóstico. Também é possível reduzir as doses de medicamentos e em alguns casos o tratamento farmacológico pode ser interrompido e o controle ser mantido com a adoção de um estilo de vida saudável, através de uma alimentação adequada e da prática regular de exercícios físicos.

Além dos benefícios fisiológicos decorrentes da prática regular destes exercícios, ocorrem também benefícios psicológicos e sociais. Os exercícios físicos servem como suporte para melhorar a auto-estima, favorecer a sociabilidade, melhorar o bem-estar e por conseqüência a qualidade de vida dos diabéticos tipo 2.

Diante do exposto é evidente a eficácia e a efetividade dos exercícios aeróbios, aeróbios combinados com exercícios resistidos com pesos ou apenas resistidos com pesos no controle metabólico do Diabetes *Mellitus* tipo 2. Assim é manifesto a importância da utilização destes métodos em um programa de exercício físico bem elaborado como parte do tratamento dos diabéticos tipo 2.

Estudos adicionais envolvendo exercício físico e Diabetes *Mellitus* tipo 2 ainda precisam ser realizados, tendo em vista analisar as respostas fisiológicas às

diferentes formas de exercícios físicos. Com o aumento da diversidade de exercícios confirmados como eficazes para o controle metabólico no diabetes tipo 2, o paciente terá maior oportunidade de escolha da modalidade que mais lhe agrada, melhorando e aumentando a adesão aos programas de exercícios.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; KENNEY, W. Larry; HUMPHREY, Reed H.; BRYANT, Cedric X.; MAHLER, Donald A.. **Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercício**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.

ARSA, Gisela da Cunha et al. Diabetes *Mellitus* tipo 2: Aspectos fisiológicos, genéticos e formas de exercício físico para seu controle. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 103-111. 2009. Disponível em: < <http://www.rbcdh.ufsc.br/DownloadArtigo.do?artigo=479> >. Acesso em: 9 mar. 2010.

BRASIL. Ministério da saúde. **Diabetes Mellitus**. Brasília, 2006.

CAMBRI, Luciele Teresa et al. Influência dos exercícios resistidos com pesos em diabéticos tipo 2. **Motriz**, Rio Claro, v. 12, n.1, p. 33-41, jan./abr. 2006. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/motriz/article/view/58/39> >. Acesso em: 3 abr. 2010.

CAMBRI, Luciele Teresa et al. Perfil lipídico, dislipidemias e exercícios físicos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 100-106, nov. 2006. Disponível em: < <http://www.journal.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/3916/3322> >. Acesso em: 23 abr. 2010.

CARVALHEIRA, José Barreto Campello et al. Vias de sinalização da insulina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 419-425, ago. 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v46n4/12797.pdf> >. Acesso em: 9 mar. 2010.

CASTANEDA, Carmen et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, Indianapolis, v.25, n.12, p.2335-2341, 2002. Disponível em: < <http://care.diabetesjournals.org/content/25/12/2335.full.pdf+html> >. Acesso em : 25 abr. 2010.

CIOLAC, Emmanuel Gomes.; GUIMARÃES, Guilherme Veiga. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.10, n. 4, p. 319-324, jul./ago. 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n4/22048.pdf> >. Acesso em: 10 mai. 2010.

COLBERG, Sheri. **Atividade física e Diabetes**. 1. ed. Barueri: Manole, 2003.

DANTAS, Joana R. et al. Avaliação da função pancreática em pacientes com diabetes melito tipo 1 de acordo com a duração da doença. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 64-71, 2009.

Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v53n1/v53n1a10.pdf> >. Acesso em: 11 mar. 2010.

DUNSTAN, David et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Indianapolis, v. 25, n. 10, p. 1729-1736, out. 2002. Disponível em:

< <http://care.diabetesjournals.org/content/25/10/1729.full.pdf+html> >. Acesso em: 12 jun. 2010.

FOSS, Merle L.; KETEVIAN, Steven J.; FOX, Edward L. **Fox: Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GOMES, Marília de Brito et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em pacientes com diabetes *mellitus* do tipo 2 no Brasil: estudo multicêntrico nacional. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 136-144, fev. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v50n1/28735.pdf> >. Acesso em: 3 mar. 2010.

GROSS, Jorge L. et al. Diabetes Melito: diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 16-26, fev. 2002. Disponível em:

< <http://www.scielo.br/pdf/abem/v46n1/a04v46n1.pdf> >. Acesso em: 4 mar. 2010.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

LYRA, Ruy et al. Prevenção do diabetes mellitus tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 239-249, abr. 2006.

Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v50n2/29307.pdf> >. Acesso em: 4 mar. 2010.

MAIA, Frederico Fernandes Ribeiro et al. Efficacy of continuous glucose monitoring system to detect unrecognized hypoglycemia in children and adolescents with type 1 diabetes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 569-574, ago. 2005. Disponível em:

< <http://www.scielo.br/pdf/abem/v49n4/a16v49n4.pdf> >. Acesso em: 15 jul. 2010.

MARINS, João Carlos Bouzas; GIANNICHI, Ronaldo Sérgio. **Avaliação e prescrição de atividade física**: guia prático. 3. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MARTINS, Denise Maria. **Exercício Físico no Controle do Diabetes Mellitus**. Guarulhos: Phorte, 2000.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício**: energia, nutrição e desempenho humano. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MEDIANO, Mauro Felipe Felix et al. Efeito do exercício físico na sensibilidade à insulina em mulheres obesas submetidas a programa de perda de peso: um ensaio clínico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 51, n. 6, p. 993-999, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n6/a15v51n6.pdf> >. Acesso em: 11 abr. 2010.

MUNOZ CANCHE, Karina Asunción; SALAZAR GONZALEZ, Bertha Cecília. Ejercicio de resistência muscular em adultos com diabetes *mellitus* tipo 2. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v.13, n.1, p. 21-26, jan./fev.2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v13n1/v13n1a04.pdf> >. Acesso em: 15 ago. 2010.

NAHAS, Markus Vinícius. **Atividade física, saúde e qualidade de vida**. 3. ed. Londrina: Midiograf, 2003.

POLLOCK, Michael L; WILMORE, Jack H.. **Exercícios na saúde e na doença**: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.

ROCHA, Cristiane Martins et al. Diabetes *mellitus* tipo 1 na ausência de neuropatia autonômica não altera a taxa de sudorese no exercício. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.23-26, jan./fev. 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v15n1/05.pdf> >. Acesso em: 5 mai. 2010.

SALDANHA, Ânderson José et al. Investigação da aptidão física de pacientes diabéticos não-insulinodependentes. **Revista Kinesis**, Santa Maria, n. 26, p. 36-50, mai. 2002. Disponível em: < http://boletimef.org/biblioteca/2320/artigo/BoletimEF.org_Investigacao-da-aptidao-fisica-de-pacientes-diabeticos-nao-insulinodependentes.pdf >. Acesso em: 4 jul. 2010.

SARTORELLI, Daniela Saes et al. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes *mellitus* tipo 2: evidências epidemiológicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 415-426, jun. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v50n3/30638.pdf> >. Acesso em: 2 abr. 2010.

SARTORI, Maria Salete et al. Contribuição da glicemia pós-desjejum para o controle glicêmico do paciente com diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 53-59, fev. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v50n1/28724.pdf> >. Acesso em: 4 jul. 2010.

SBD – SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Tratamento e acompanhamento do Diabetes *Mellitus*. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2006.

SCHIL, Patrícia Costa de Albuquerque. **Diabetes**: manual de exercícios antes, durante e após o programa de tratamento. São Paulo: Phorte, 2006.

SILVA, Carlos Alberto da et al. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do Diabetes *Mellitus* tipo 2 à curto prazo. Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia, São Paulo, v.46, n. 5, p.550-556, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v46n5/13401.pdf> >. Acesso em: 5 mai. 2010.

SILVEIRA NETTO, Eduardo. **Atividade física para diabéticos**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. Pró-Reitoria Acadêmica. Programa de Bibliotecas. **Trabalhos acadêmicos na Unisul**: apresentação gráfica para tcc, monografia, dissertação e tese. 2. ed. Ver. E ampl. Tubarão: Ed. Unisul, 2008.

VASQUES, Ana Carolina J. et al. Influência do excesso de peso corporal e da adiposidade central na glicemia e no perfil lipídico de pacientes portadores de diabetes *mellitus* tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 51, n. 9, p. 1516-1521, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abem/v51n9/13.pdf> >. Acesso em: 5 mai. 2010.

VIVOLO, Marco Antonio et al. Exercício físico e Diabete Melito. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 102-110, 1996.

ZANUSO, Silvano et al. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. **Acta Diabetologica**, Nova Iorque, v. 47, n. 1, p. 15-22, mar. 2010.
Disponível em:
< <http://www.springerlink.com/content/d32403136m11k5p4/fulltext.pdf> >. Acesso em:
5 set. 2010.

ANEXOS