

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Fabiano Roxo de Oliveira

**EFEITO DO EXERCÍCIOS FÍSICO EM INDIVDUOS COM DIABETES: uma revisão
bibliográfica**

Porto Alegre
2015
Fabiano Roxo de Oliveira

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO EM INDIVDUOS COM DIABETES: uma revisão
bibliográfica**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física, fisioterapia e dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Educação Física

Orientadora: Marina Concli Leite

Porto Alegre
2015
Fabiano Roxo de Oliveira

EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO EM INDIVIDUOS COM DIABETES: uma revisão bibliográfica

Conceito Final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientadora – Profa. Dra. Marina Concli Leite – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meu avô, senhor, João Jovino Roxo, que partiu cedo, mas deixou enraizado em mim, noções de integridade, civilidade, educação, respeito ao próximo, e acima de tudo a vontade de buscar as nossas realizações, sem medo de enfrentar alguma frustração no meio do caminho, e sim seguir em frente superando os obstáculos que por ventura venham a aparecer. Obrigado vô, essa conquista é para o senhor.

AGRADECIMENTOS

Foram quatro anos de muito esforço para chegar a essa conquista, nesta caminhada e até antes dela, a participação da minha família teve um papel de suma importância nessa conquista, quero destacar minha mãe pelo incentivo em participar do vestibular e também minha tia Nilda por ter me apoiado de uma forma incrível para superar esta seleção. Durante boa parte da graduação minha grande amiga Maria da Graça esteve ao meu lado sempre me apoiando e ajudando, meu muito obrigado também.

Nesses quatro anos de estudo e dedicação, muitas pessoas acabaram fazendo parte do meu cotidiano, professores, colegas e funcionários da UFRGS, todos contribuíram de alguma forma para me engrandecer como pessoa e como futuro profissional de Educação Física. Em especial gostaria de agradecer aos professores Flavio Antônio de Souza Castro, Vicente Molina Neto e Álvaro Reischak de Oliveira, que através dos seus conhecimentos, empenho e exigências, só colaboraram para a primazia de minha formação.

Quero deixar um profundo agradecimento a minha orientadora, professora Marina Concli Leite, meu muito obrigado pela relevante participação na elaboração deste trabalho, sem sua contribuição não conseguiria concluir esse estudo com tanto êxito.

Ao longo da graduação, muitos acontecimentos foram marcantes, como elaboração e apresentação de trabalhos, estudos para as provas, algumas aulas em especial, em todas essas etapas sempre tive a participação de pessoas que são mais que colegas, são grandes amigos, agradeço pela convivência e parceria em todos momentos que passamos juntos, e os que ainda virão, afinal amigos verdadeiros amigos são para SEMPRE!

EPIGRAFE

Um dia me disseram para eu ser sábio, que deveria estudar e decorar o dicionário, ao invés disso resolvi criar meu próprio dicionário, com poucas palavras... coloquei em destaque palavras que pudessem me ajudar como força, fé e de terminação. Deixei de fora uma palavra que não conseguia entender, não entendia como essa palavra poderia estar presente no meu dicionário, essa tal palavra é desistir. Não aprendi a usar essa palavra ela não combina comigo.

RESUMO

O presente estudo é uma revisão bibliográfica sobre o que consiste a doença diabetes mellitus, sua etimologia, suas complicações, efeitos no organismo, os hormônios envolvidos nesta síndrome como a insulina. Este trabalho descreve o mecanismo de ação da insulina, bem como, onde é produzida e absorvida e no caso de os diabéticos entender como administrar esse medicamento. A pesquisa aponta os diversos malefícios que essa doença causa aos seus acometidos, mas também descreve como pode ser feita a prevenção do diabetes mellitus.

Como uma das formas de tratamento esta pesquisa aponta os benefícios da prática regular de exercícios físicos, decorre sobre os diversos mecanismos ativados durante o treinamento físico, diferenças entre o treinamento físico aeróbico e o treinamento de força e ainda o tipo de treino mais indicado para as diversas complicações provenientes do diabetes mellitus. Por fim, esta pesquisa destaca o quanto à Educação física escolar, utilizando dos seus dois períodos semanais, para passar exercícios práticos, oferecendo opções para as crianças se exercitarem de forma correta, pode ter um papel importante na prevenção e até como forma coadjuvante de tratamento do diabetes mellitus.

ABSTRACT

This study is a bibliographic review of what is diabetes mellitus disease, its etymology, its complications, effects on the body, the hormones involved in this syndrome such as insulin. This paper describes the mechanism of action of insulin, as well as where it is produced and absorbed and in the case of diabetics understand how to administer this drug. The research shows the various evils that this disease causes to their affected but also describes how can be done to prevent diabetes mellitus.

As one of the ways of treating this research shows the benefits of regular physical exercise, runs on the various activated mechanism during physical training, differences between aerobic exercise and strength training and also the most suitable type of workout for various complications arising from diabetes mellitus. Finally, this research highlights how the Physical education may have an important role in preventing and even as an adjunct form of treatment of diabetes mellitus.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
3. METODOLOGIA	14
4. DESENVOLVIMENTO	15
4.1. DIABETES MELLITUS	15
4.1.1. MECANISMO DE SECREÇÃO E AÇÃO DA INSULINA.....	15
4.1.2. DIABETES MELLITUS TIPO 1.....	17
4.1.3. DIABETES MELLITUS TIPO 2.....	19
4.2. DIAGNÓSTICO.....	21
4.3. COMPLICAÇÕES DO DIABETES MELLITUS	22
4.4. PREVENÇÃO DO DIABETES MELLITUS	25
4.5. TRATAMENTO FARMACOLÓGICO DO DIABETES MELLITUS	26
5. EXERCÍCIO FÍSICO EM PACIENTES DIABÉTICOS	28
5.1. EXERCÍCIOS AERÓBIOS	32
5.2. TREINAMENTO DE FORÇA EM DIABÉTICOS	33
5.3. CUIDADOS NA PRESCRIÇÃO DE TREINOS PARA DIABÉTICOS.....	36
5.4. INTENSIDADE DO EXERCÍCIO FÍSICO.....	37
6. EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR NO COMBATE AO DIABETES	42
7. CONCLUSÃO	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE TABELAS

QUADRO 1. AÇÃO DA INSULINA NO ORGANISMO	17
QUADRO 2. VALORES PARA O DIAGNOSTICO DO DIABETES MELLITUS	22
QUADRO 3. MECANISMOS ENVOLVIDOS NA PREVENÇÃO DO DIABETES MELLITUS.	26
QUADRO 4. TIPOS DE INSULINA	27
QUADRO 5. FORMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA INSULINA	27
QUADRO 6. BENEFICIOS DO EXERCÍCIOS FÍSICO.....	31
QUADRO 7. CUIDADOS NA PRESCRIÇÃO DE EXERCICIOS FÍSICOS	37
QUADRO 8. FORMAS INDICADAS DE TREINAMENTO FÍSICO	40
QUADRO 9. CLASSIFICAÇÃO DE INTENSIDADE.....	41

1. INTRODUÇÃO

A inatividade física e o baixo nível de condicionamento têm sido considerados fatores de risco para a mortalidade prematura, tão importante quanto fumo, dislipidemia, diabetes e hipertensão arterial, que estão associadas ao sedentarismo (POLLOCK, 1993).

O consumo alimentar da população brasileira, caracterizado por baixa frequência de alimentos ricos em fibras e aumento da proporção de gorduras saturadas e açúcares na dieta, associado a um estilo de vida sedentário compõem um dos principais fatores etiológicos do diabetes mellitus tipo 2 (Martinez, 2000; Monteiro et al., 2000; Popkin, 2001; Francischi et al., 2001). Estudos experimentais e clínicos têm demonstrado que uma dieta com alto teor de gordura e baixo teor de fibras aumenta o risco de desenvolvimento da intolerância à glicose e diabetes mellitus tipo 2 (Parker et al., 1993; Feskens et al., 1995; WHO, 2003).

O crescente processo de urbanização da população brasileira e as comodidades disponíveis com as novas tecnologias levam os habitantes do nosso país a um comportamento mais sedentário. Agregando a esse comportamento o acesso a alimentos industrializados, que contém altos índices de gordura e, portanto, favorecem o aumento de peso, está aumentando de maneira elevada a incidência de diabetes (ZAGURY, 2004).

A dificuldade na redução da concentração de glicose do sangue é um dos problemas associado ao diabetes mellitus, conforme AMERICAN COLLEGE of SPORT MEDICINE (2000). Cerca de 40 a 70% de todas as amputações das extremidades inferiores estão relacionadas ao diabetes mellitus, sendo que 85% das amputações das extremidades inferiores relacionadas ao diabetes são precedidas de uma ulceração nos pés. Devido a uma lesão chamada neuropatia diabética, é comum a perda da sensibilidade dos membros inferiores, afetando, inicialmente, os dedos e outras áreas dos pés. No caso dos diabéticos, o menor machucado pode infeccionar e evoluir facilmente para um caso grave de gangrena, correndo o risco até mesmo de amputação.

A prática regular de atividade física é eficaz para controle do diabetes tipo 1 e no controle e prevenção do diabetes tipo 2, quando de intensidade moderada a alta, o

exercício físico reduz em média 70% os riscos de desenvolver a diabetes, melhorando a sensibilidade à insulina e tolerância a glicose e diminuindo a glicemia desses indivíduos. (CIOLAC, 2004).

Com um efeito oposto ao sedentarismo, o exercício físico contribui significativamente para o aumento do gasto calórico, melhorando o transporte e adsorção de insulina, (CIOLAC., 2004). Nesse sentido, destacam-se os efeitos dos exercícios aeróbicos, bem como os dos exercícios resistidos, que promovem um aumento do metabolismo basal conhecido como metabolismo de repouso, responsável por 60% a 70% do gasto energético total, isso contribui para a perda de peso e diminuição do risco de desenvolver diabetes, hipertensão, e outras doenças (CIOLAC, 2004).

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre os efeitos do diabetes mellitus no organismo, suas complicações e tratamentos. Entender os benefícios da prática regular de exercícios físicos, como forma de intervenção em indivíduos acometidos por essa síndrome metabólica.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho, teve como foco executar uma revisão bibliográfica sobre o que é a doença diabetes mellitus, suas complicações, bem como o uso do exercício físico como forma de tratamento desta síndrome.

A referida pesquisa utilizou como fonte de dados, artigos acadêmicos, livros e revistas.

A organização das tarefas aconteceu da seguinte forma: mês de setembro, leitura da literatura sobre o assunto, mês outubro, elaboração do texto, mês de novembro, revisão do texto escrito e entrega do trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. DIABETES MELLITUS

Diabetes Mellitus é uma doença crônico-degenerativa não transmissível, caracterizada pela elevação da glicose no sangue (hiperglicemia). Pode ocorrer devido a defeitos na secreção ou na ação do hormônio insulina, que é produzido no pâncreas, pelas células beta. A função principal da insulina é promover a entrada de glicose para as células do organismo de forma que ela possa ser aproveitada para as diversas atividades celulares (Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia).

No Diabetes Mellitus, a glicose no organismo não é captada integralmente pelas células; ou porque existe falta de insulina ou porque as células aproveitam apenas parcialmente o efeito do referido hormônio. Em função desse distúrbio a glicose ingerida permanece no sangue, em concentrações elevadas esse excesso de glicose é expelido pela urina (ARAUJO, 2000).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) (2006), o número de óbitos está em torno de 800 mil no mundo, entretanto essa quantidade de óbitos é consideravelmente subestimada. Fato este associado a não menção da diabetes na declaração de óbito, mas apenas de suas complicações, particularmente as cardiovasculares e cerebrovasculares, como as causas da morte.

Estima-se que, de acordo com Dias e Campos (2012), o Diabetes Mellitus é considerado a quinta maior causa de morte no mundo, com projeções para 2025 de 300 a 334 milhões de indivíduos acometidos, o que corresponde a 5,4% da população mundial. No Brasil, a estimativa é de 8% na população de 30 a 69 anos, sendo que metade dos indivíduos acometidos desconhece o diagnóstico da doença (DIAS e CAMPOS, 2012).

4.1.1. MECANISMO DE SECREÇÃO E AÇÃO DA INSULINA

O principal hormônio controlador do metabolismo energético é a insulina (AIRES et al., 1999). Uma de suas ações é ativar a captação da glicose pelas células alvo, a síntese de glicogênio tanto muscular como hepático também é estimulado pela ação

da insulina no organismo, e ainda contribui para o aumento no consumo de aminoácidos pelas células, enquanto inibe a lipólise. (DAMASCO, 2001). A secreção deste importante hormônio é feita pelas ilhotas de langerhans situadas no pâncreas (VANDER et al., 1981).

Após ser estocada nos grânulos das células beta pancreáticas, a insulina é transportada no plasma em forma de monômeros (BULLOCK et al., 1995).

A síntese e a liberação da insulina são controladas pela ingestão de glicose. AIREZ (1999) descrevem que as concentrações necessárias para ativar a síntese deste hormônio são em torno de 50 % das concentrações necessária para ativar secreção de insulina. BERNE e LEVY (1998) descrevem a secreção de insulina nos seguintes passos:

1- Um transportador específico, GLUT-2, concentrado nos microvilos dos canalículos das células, facilita a difusão de glicose para dentro da célula Beta. Isto ajuda a manter a concentração de glicose na célula Beta em um nível igual ao do líquido intersticial.

2- A enzima glicocinase funciona como um sensor de glicose e controla a resposta da célula Beta. Ela fosforila a glicose, produzindo piruvato através da ativação da via glicolítica, que promove a geração de um sinal de insulina. O piruvato e o lactato endógenos intracelulares são estimulantes da secreção de insulina, contudo os exógenos não o são, pois possuem poucos transportadores de membrana.

3- A oxidação da glicose leva a aumentos rápidos da concentração intracelular de ATP.

4- Um canal de potássio sensível a ATP se fecha, o fluxo de potássio da célula Beta é suprimido e ela se despolariza. Isso promove a abertura de um canal de cálcio regulado por voltagem, o que eleva a concentração intracelular de cálcio rapidamente. Essa elevação ativa o mecanismo para que o grânulo secretório se mova no interior dos microtúbulos, uma proteína G (GTPase), interage com proteínas especiais da membrana plasmática (fusinas), o que leva à fusão do grânulo com a membrana e a exocitose de insulina, cujos hexâmeros se dissociam em dímeros. As células Betas individuais diferem em sua sensibilidade à glicose, e

apenas algumas respondem em determinado momento. Aquelas no centro da ilhota mostram resposta maior e mais rápida.

Em estado alimentado a concentração de insulina plasmática é aumentada e diminui em períodos de jejum (PATTI, 1998). O fígado exerce papel importante na manutenção da glicemia do organismo humano. Em indivíduos saudáveis, o nível elevado de glicose no sangue estimula a secreção de insulina. A insulina, por sua vez, ativa as enzimas glicocinase e glicogênio sintetase, resultando na formação do glicogênio hepático e reduzindo o nível de glicose sanguínea. (SBD, 2006)

QUADRO 1: AÇÃO DA INSULINA NO ORGANISMO

Efeitos da insulina	Efeitos no sangue
Aumenta a captação de glicose	Reduz a glicose sanguínea
Aumenta a formação de glicogênio	
Incrementa a síntese proteica	Reduz as concentrações de aminoácidos no sangue
Reduz a lipólise	Diminui as concentrações de ácidos graxos no sangue
Aumenta a captação de potássio nas células	Reduz as concentrações de potássio no sangue
Diminui a beta-oxidação hepática	Diminui as concentrações de corpos cetônicos no sangue

Adaptado CONSTANZO, (1999)

4.1.2. DIABETES MELLITUS TIPO 1

O Diabetes Mellitus 1 é uma síndrome metabólica originada por diversos fatores, decorrente da incapacidade do pâncreas em secretar insulina, originada geralmente por um processo no qual são destruídas as células beta do pâncreas, responsáveis

por produzir e secretar a insulina (ALBRIGHT, 2003; GOLBERG 2003). Esta enfermidade ocorre em indivíduos de qualquer idade, mas geralmente é diagnosticada na adolescência e está associada à deficiência absoluta da secreção de insulina pelo pâncreas (POWERS & HOWLERS, 2000).

O pâncreas é um órgão localizado atrás do estômago, responsável pela produção de hormônios importantes para nosso sistema digestório. Em condições rotineiras, quando o nível de glicose no sangue sobe, células especiais, chamadas células beta, produzem insulina. Assim, de acordo com as necessidades do organismo no momento, é possível determinar se essa glicose vai ser utilizada como combustível para as atividades do corpo ou será armazenada como reserva, em forma de glicogênio ou ácidos graxos (Sociedade Brasileira de Diabetes).

O diabetes mellitus tipo 1 se desenvolve porque o sistema imunológico do organismo destrói as células beta-pancreáticas, que são as responsáveis pela síntese de insulina. Por isso, as pessoas com diabetes mellitus tipo 1 não são capazes de produzir insulina em quantidades adequadas, havendo uma suspensão total ou parcial da secreção de insulina (COSTILL, 1999). Dessa forma, o diabético passa a utilizar gordura como fonte energética, o que pode ocasionar um quadro de cetoacidose diabética (GUYTON, 1973). A cetoacidose diabética acontece quando os níveis de açúcar (glicose) no sangue do paciente diabético encontram-se muito altos.

Sinais que podem evidenciar um quadro de diabetes tipo 1 são: micção frequente, sede exagerada, fome além do comum, perda rápida de peso, fraqueza, fadiga sem motivo aparente e irritabilidade. (POWRES & HOWLER 2000).

Um estudo feito pela Sociedade Brasileira de Diabetes aponta que 11 % da população do Brasil sofre desse distúrbio, sendo 10% desse total de diabetes tipo 1. A pesquisa ainda aponta que o diabetes tipo 1 tem sua origem primária na destruição das células beta do pâncreas.

4.1.3. DIABETES MELLITUS TIPO 2

Esta forma de diabetes mellitus possui uma grande associação entre estilo de vida e fatores ambientais da pessoa com a forte predisposição genética e familiar. O desenvolvimento da hiperglicemia ocorre na maioria dos casos de maneira gradual, sendo que nos estágios iniciais não há o aparecimento de sintomas. Logo, o indivíduo pode permanecer com a patologia durante anos sem diagnóstico e desenvolvendo uma complicação que somente será detectada no momento do diagnóstico do diabetes mellitus do tipo 2. (OLIVEIRA, 2006).

Com relação ao Diabetes mellitus tipo 2, a enfermidade está associada a resistência à insulina por parte das células, o que causa uma deficiência dos tecidos na captação de glicose da corrente sanguínea e a conseqüente utilização da mesma como fonte de energia (CAMPOS 2000). Essa disfunção pode ocasionar uma desordem metabólica, contribuindo para uma deficiência na produção e liberação da insulina por parte do pâncreas.

O diabetes mellitus tipo 2 aparece quando o organismo não consegue usar adequadamente a insulina que produz; ou não produz insulina suficiente para controlar a taxa de glicemia. Três fatores estão diretamente associados ao diabetes mellitus tipo 2, a incapacidade do organismo responder de maneira correta aos estímulos da insulina, a secreção anormal de insulina e altas concentrações de insulina no sangue (McArdle, Katch e Katch, 2003).

No funcionamento normal do organismo, quando a concentração de glicose sanguínea é elevada as células beta pancreáticas liberam insulina, responsável por reduzir os níveis de glicose no sangue e estimular a formação de glicogênio muscular e hepático. Quando os níveis de glicose circulante estão baixos, outro hormônio é produzido pelas células alfa pancreáticas, o glucagon, que tem como função estimular a quebra do glicogênio hepático assim aumentando as concentrações de glicose no sangue (McArdle, Katch e Katch 2003).

Cerca de 90% das pessoas com diabetes têm o tipo 2. Essa doença se manifesta mais frequentemente em adultos, mas crianças também podem apresentar. Dependendo da gravidade, podendo ser controlada com atividade física e

planejamento alimentar. Em outros casos, exige o uso de insulina e/ou outros medicamentos para controlar a glicemia (SBD, 2006)

A combinação de fatores como a obesidade, dietas com baixo consumo de fibras e cereais, alta ingestão de gorduras, sedentarismo e fumo, são apontados por BOOT et al; (2002) como causa de 91% casos de diabetes mellitus tipo 2.

A obesidade por si só já pode ser considerada uma doença, contudo, pode fazer com que outras doenças se desenvolvam como é o caso do diabetes mellitus tipo 2, condição que contribui na redução da resposta aos aumentos de glicose sanguínea pelas células beta. Desta maneira, as células do corpo que sofrem os efeitos da insulina, inclusive as células do tecido muscular, começam a ter uma resposta menor à ação da insulina, isso ocorre em função de um número reduzido ou na falta de eficiência de receptores desse hormônio (WILMORE & COSTILL, 1999).

Além da promoção da captação de glicose, a insulina atua no hipotálamo associando – se à sensação de saciedade. Quando ocorre resistência desse hormônio no cérebro, o indivíduo acaba se alimentando acima do normal e com isso engorda, já que sua fome não é inibida, o que indica que, quando a resistência ocorre no cérebro, causa obesidade, e quando ocorre em outros órgãos, causa diabetes tipo 2. Outro ponto a ser destacado é fato de que o excesso de insulina circulante (por conta da resistência) provoca a inibição da lipólise e o aumento dos adipócitos favorecendo a obesidade (GUYNTON e HALL, 2006).

Em indivíduos acometidos de lesões na coluna vertebral, a incidência de diabetes mellitus tipo 2 é alta, bem como de doenças cardiovasculares. Ambas possuem uma forte associação à obesidade, mas acima de tudo ao grau de atividade física, o nível de lesão e ao período com que essas pessoas convivem com esta lesão. Estudos de KOCIMA, JOHNSOM e ALBUQUERQUE 2002, apontam que a incidência de diabetes mellitus é bem maior na população portadora de lesão da coluna vertebral.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que mais de 115 milhões de pessoas sofram de problemas relacionados com a obesidade nos países em desenvolvimento. No Brasil, a situação não é diferente. Cerca de 40% da população está acima do peso.

4.2. DIAGNÓSTICO

A necessidade de encontrar critérios uniformes para o diagnóstico e classificação do Diabetes Mellitus deu origem, na década de 80, a diversas publicações de carácter normativo da Associação Americana de Diabetes (A.D.A.) e da Organização Mundial de Saúde (O.M.S.).

Os avanços no conhecimento etiológico da doença tornaram imperioso uma modificação da classificação com base nos referidos conhecimentos. Por outro lado, relação do Diabetes Mellitus com as suas complicações tardias, nomeadamente doença cardiovascular, implicava em uma reavaliação dos níveis de glicemia em jejum e qualquer hora para o seu diagnóstico, bem como correspondência adequada entre os referidos valores e os encontrados após realização de uma prova de tolerância à glicose oral.

O diagnóstico do diabetes mellitus baseia-se fundamentalmente nas alterações da glicose plasmática de jejum ou após uma sobrecarga de glicose por via oral. Os critérios diagnósticos baseiam-se na glicose plasmática de jejum (8 horas), nos pontos de jejum e de 2h após sobrecarga oral de 75g de glicose (teste de tolerância oral à glicose – TOTG) e na medida da glicose plasmática casual (OMS, 1985).

A SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2000) descreve a importância de realizar dois testes, para diagnosticar se o sujeito está acometido de Diabetes, sendo eles a medida da glicose no soro ou no plasma após jejum de 8 a 12 horas e o teste de tolerância oral à glicose (TOTG). Nesse teste, após a administração via oral de 75 gramas de glicose anidra a concentração de glicose plasmática é medida no jejum e 120 minutos após a ingestão da solução.

QUADRO 2: VALORES PARA O DIAGNOSTICO DO DIABETES MELLITUS

Categorias	Jejum	2 horas após 75 gramas de glicose	Casual
Glicemia de jejum alterada	Acima de 110 e abaixo de 126	Abaixo de 140	
Tolerância a glicose diminuída	Abaixo de 126	De 140 a 200	
Diabetes Mellitus	Acima de 126	Acima de 200	Acima de 200 (com sintomas clássicos)

Adaptado da SBD

4.3. COMPLICAÇÕES DO DIABETES MELLITUS

Alguns problemas são associados a esta síndrome, tanto de origem macro vascular e microvascular, assim afetando diversos órgãos e tecidos, dentre essas enfermidades estão: hipertensão, neuropatia anatômica e periférica, nefropatia e retinopatia (GROSS et al,2001; ALBRIGHT et al,2003).

Dois tipos de alterações vasculares são mais comuns em pacientes diabéticos: a micro angiopatia: doença da microcirculação (capilares), responsável pelas alterações na retina e em nervos periféricos (WYNGAARDEN & SMITH, 1986) e a macro angiopatia (aterosclerose): doença da grande circulação, que acomete artérias do coração e as periféricas (membros superiores e inferiores). A aterosclerose em diabéticos apresenta características similares às identificadas em não diabéticos; entretanto, tem início precoce e difuso e evolui rapidamente para um

quadro grave, aumentando o risco de infarto do miocárdio e amputação de membros inferiores (PEDROSA et al., 1998).

Indivíduos diabéticos apresentam maior possibilidade de desenvolver doenças cardiovasculares (aterosclerose, e enfermidades coronárias), esses distúrbios estão relacionados ao alto nível de metabolismo de lipídios (GUYTON, 1973).

Neuropatia diabética ocorre quando o índice glicêmico do indivíduo está elevado. Nosso sistema nervoso é responsável por quase todas as ações do corpo, desse modo, com a neuropatia, os nervos que são divididos em sensitivos, motores e autonômicos, enfrentam dificuldades para enviar as mensagens ao nosso corpo. As neuropatias caracterizam-se pela perda progressiva de fibras nervosas do sistema nervoso autônomo. A definição simples, internacionalmente aceita, de neuropatia diabética é a presença de sinais e/ou sintomas de disfunção nervosa periférica, em doentes com diabetes, após exclusão de outras causas (ALMEIDA & CRUZ, 2007).

A neuropatia diabética periférica que afeta os nervos que se ramificam, principalmente aos dos pés, pois o mesmo se caracteriza como o mais longo em relação ao corpo, passando pela medula espinhal e seguindo em direção as extremidades. Por isso apresentam problemas com maior facilidade, que podem levar a deformações nesta região corporal. De acordo com Márquez (2006) sua prevalência é de 30% a 60% dos pacientes, tanto com diabetes mellitus tipo 1 como tipo 2, tendo um risco maior na dependência da duração da doença e do controle precário da glicemia. Podem ocorrer lesões em fibras sensitivas, autonômicas e motoras.

As lesões nos pés dos acometidos por diabetes, classicamente chamado de pé de diabético consistem em complicações ocorridas, isoladamente ou em conjunto, nos pés ou nos membros inferiores dos mesmos (MALGRANGE, 2008). Essas alterações são de origem anatomopatológicas e neurológicas periféricas, podendo causar: desaparecimento ou diminuição dos reflexos dos tendões, diminuição na sensibilidade térmica e dolorosa e áreas de anestesia (REIBER., 2001).

O aparecimento de úlceras nos pés dos acometidos por diabetes mellitus aparece como a causa comum que precede a uma amputação e são responsáveis por grande percentual de morbimortalidade e hospitalização entre os diabéticos

(LEVIN, 1996), com um tempo médio de internação maior em 59% do que diabéticos sem úlcera (REIBER, 2001). Suas hospitalizações costumam ser prolongadas e recorrentes, com maior número de consultas ambulatoriais e necessidade de cuidado domiciliar (RAMSEY et al., 1999, HARRINGTON et al., 2000).

Aproximadamente 50% das amputações não traumáticas de extremidades inferiores ocorrem em pessoas com diabetes mellitus, cerca de 10% dos pacientes apresentam ulcerações nos pés e estima-se que 20% das hospitalizações por diabetes ocorrem por lesões nos pés. Estudos internacionais apontam que pessoas com diabetes mellitus têm 15 vezes mais chances de vir a sofrer uma amputação do membro inferior do que os que não têm essa doença (GAMBA., 1998).

Na neuropatia autonômica o sistema nervoso autônomo é afetado assim órgãos importantes como o coração, os pulmões e o estômago, que podem apresentar problemas nas suas funções. Devido a enfermidade, diabéticos desenvolvem maiores riscos de disfunções cardíacas como taquicardia em repouso (mais de 100 batimentos por minuto), ou ainda distúrbios nos sistemas gastrointestinal e geniturinário (ZINMAM et al., 2003).

A nefropatia diabética é uma alteração nos vasos sanguíneos dos rins, que levam à perda de proteína por meio da urina. Nessa complicação, o órgão pode reduzir sua função lentamente, porém, de forma progressiva, até a paralisação total. Segundo SCHAUF et al, (1993), os elevados níveis de glicose sanguínea saturam os mecanismos renais de transporte da glicose causando seu extravasamento pela urina. Os rins funcionam como filtros no corpo humano e tem a função de eliminar, pela urina, as substâncias provenientes do metabolismo que não tem mais utilidade e, ao mesmo tempo, precisa manter outros elementos que não devem ser descartados, como as proteínas (GROSS., 2002). Esse distúrbio faz com que o órgão perca a capacidade de filtrar adequadamente essas substâncias. Para WYNGAARDEN & SMITH (1986), os rins ficam sujeitos a infecções, causando inúmeros problemas para o diabético.

Outra enfermidade decorrente do diabetes mellitus é a retinopatia diabética, que consistem em uma complicação é resultante do excesso de glicose no sangue danifica os vasos sanguíneos da retina (Klein, 1993). Em uma fase inicial ocorrem os micros aneurismas, que são mínimas áreas de dilatação dos pequenos vasos

sanguíneos da retina e, em uma fase mais tardia, mais vasos sanguíneos são bloqueados e várias regiões da retina param de receber um adequado suprimento de sangue (WYNGAARDEN & SMITH 1986). Podendo ocorrer enfraquecimento das paredes dos vasos, o que ocasiona deformidades conhecidas como microaneurisma, podendo se romper, causando hemorragia e infiltração de gordura na retina, estas enfermidades podem levar a perda parcial ou total da visão.

4.4. PREVENÇÃO DO DIABETES MELLITUS

A organização mundial de saúde (OMS) estabelece, como forma de prevenir o aparecimento do diabetes mellitus tipo 2, a implementação de um programa de mudança no estilo vida dos sujeitos portadores de fatores de risco, essa mudança deve ser associada a alterações ambientais que favoreçam as escolhas individuais na adoção e manutenção do estilo de vida saudável.

Uma das melhores formas de prevenir o diabetes mellitus, é a diminuição da massa corporal. O mais importante nessa redução de peso é perder gordura (e não massa muscular), principalmente a gordura visceral (CAMPOS 2000).

QUADRO 3: MECANISMOS ENVOLVIDOS NA PREVENÇÃO DO DIABETES MELLITUS

Mudanças na estrutura da musculatura esquelética
Aumento na densidade capilar e do fluxo sanguíneo. Aumento no tamanho da fibra.
Mudanças bioquímicas na musculatura esqueléticas
Incremento na cinética sinalizadora de insulina (aumento no fosfatidilinositol 3-cinase e maior atividade do GLUT4). Ativação da AMP (estimula a absorção da glicose sem o efeito da insulina). Aumento na atividade de enzimas relacionadas ao metabolismo da glicose (Hexocinase, glicogênio sintase citrato sintase entre outras).
Influencias sistêmicas da atividade física
Aumento na capacidade funcional de consumo de oxigênio. Aumento da atividade da enzima lipase. Melhora nas comorbidades (hipertensão, obesidade).

Adaptado de LAMONTE 2005.

4.5. TRATAMENTO FARMACOLÓGICO DO DIABETES MELLITUS

O controle glicêmico na prevenção de complicações macro e microvasculares pode ser realizado pela administração de insulina. Quando o organismo não é capaz de produzir insulina em quantidade suficiente (diabetes tipo 1) ou não consegue usar efetivamente o hormônio que produz (diabetes tipo 2), o uso de insulina exógena é tratamento indicado para deixar os índices glicêmicos adequados (SBD, 2006).

QUADRO 4: TIPOS DE INSULINA

TIPO	INICIO DA AÇÃO	PICO	DURAÇÃO
Ultra rápida (análogos ultrarrápidos)	10-15 min	1-2 horas	3-5 horas
Rápido (insulina humana rápida)	30 min	2-3 hora	6 horas e 30 min
Ação intermediária (NPH- humana)	1-3 horas	5-8 horas	Até 18 horas
Longa duração (análogos lentos)	90 min	Sem pico	De 16 a 24 horas

Adaptado da SBD, 2006.

QUADRO 5: FORMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA INSULINA

Local	Prós	Contras
Abdome (evite uma área de 5cm ao redor do umbigo)	Fácil acesso, a insulina é absorvida de forma rápida.	Nenhuma
Região glútea e coxas	Depois do abdome é o local de mais fácil acesso a auto aplicação	Absorção lenta, é a que mais reduz a possibilidade de executar exercícios
Parte externa do braço	Depois do abdome é local onde a absorção é mais rápida	Acesso mais difícil para auto aplicação

Adaptado da SBD, 2006

5. EXERCÍCIO FÍSICO EM PACIENTES DIABÉTICOS

Com relação à atividade física, é extrema importância que os indivíduos com diabetes sejam submetidos a criteriosos exames médicos, com intuito de detectar algum problema decorrente desta síndrome, com complicações macro e microvasculares. O objetivo deste procedimento é estabelecer programas de treinamentos individualizados, sendo elaborados da melhor maneira possível (ZINMAM et al.,2003).

Antes de começar a atividade de física em diabéticos, devesse ter o cuidado de medir sua glicemia, se a medida da glicemia fora acima de 250 mmg/dl e o indivíduo apresentar cetoacidose a seção de treino deverá ser cancelada (POWERS e HOWLEY., 2000)

Para NETTO (2000) são encontrados distúrbios metabólicos em indivíduos com diabetes durante a pratica de atividade física, dependendo do tipo de exercício da sua duração e intensidade, o horário da sua última refeição e ainda o local e a escala de administração da insulina.

Maiores benefícios com a prática regular de exercícios físicos são detectados em indivíduos com diabetes tipo 2 (CAMPOS 2000), pois melhora a captação de glicose pelas células. Além desses benefícios, a atividade física ainda contribui com a melhora da circulação sanguínea, o que no paciente diabético é por vezes prejudicado, isso sem falar nos efeitos benéficos do controle da pressão arterial e das dislipidemias, redução do risco de doença cardiovascular aterosclerótica, redução e controle do estresse, melhora da autoestima e da qualidade de vida.

Dentre as ações da insulina, esse hormônio ativa o anabolismo, processo metabólico pelo qual o organismo transforma e incorpora a si os substratos energéticos. A insulina, após interação com o receptor de membrana, estimulará os transportadores de glicose (GLUT-4), facilitando a entrada do carboidrato para a

célula, exercendo assim uma ação anabólica. Além dos efeitos anabólicos da insulina é importante reforçar também suas ações anticatabólicas, visto que a insulina inibe a proteólise, elimina a liberação e impede a oxidação dos aminoácidos essenciais. Estes efeitos sugerem ainda que indivíduos privados de insulina apresentaram redução da massa corporal, retardo da estrutura e do processo de maturação (Mello, 1998).

A contração muscular é capaz de aumentar a translocação do GLUT-4 por um mecanismo independente da insulina. Uma das hipóteses mais aceita para esse aumento é o acréscimo do cálcio intracelular. O cálcio atua como mediador do transporte de glicose, o aumento de cálcio no citosol pode iniciar ou facilitar a ativação de moléculas ou proteínas envolvidas no transporte da glicose (Gomes, Rogero e Tirapegui, 2005). A prescrição de treinamento físico, está intimamente relacionada com a ativação da AMPK (Kitabchi, 2005), sua estimulação acontece pela razão AMP/ATP. O aumento da atividade da AMPK em resposta a necessidade de gerar ATP, durante o exercício, promove a translocação de GLUT-4, facilitando a absorção de glicose nas células musculares, semelhante a ação da insulina, embora seja feita por sinalizações distintas e independentes (MCGEE et al., 2003).

Os exercícios físicos podem auxiliar no controle glicêmico, tanto durante quanto após a sua prática, assim como em longo prazo, o que é usualmente verificado pela redução de hemoglobina glicada. Com isso, os exercícios físicos podem atuar no tratamento do diabetes mellitus, tanto diretamente, melhorando a sensibilidade à insulina, quanto indiretamente, reduzindo o percentual de gordura corporal. (CAMBRI; SANTOS, 2006).

Devido a fatores como a diminuição da gordura corporal, melhoras nas concentrações de colesterol e dislipidemias, um melhor controle glicêmico e diminuição na resistência à insulina, exercícios físicos são amplamente indicados no tratamento de indivíduos com diabetes, em função da diminuição da glicemia e da insulinemia, pessoas com resistência periférica a insulina também conseguem benefícios com pratica atividade física regular (GOMES, ROJERO E TIRAPEGUI, 2005).

Através da melhora de captação periférica da glicose, metabolismo de glicogênio e proteínas o exercício físico uma melhora na condição geral do indivíduo com diabetes. Com a pratica regular de exercícios físicos encontramos muitos benefícios em distúrbios metabólicos, contudo esse não deve ser a única forma de tratamento (PAULI e colaboradores, 2006).

Quando o indivíduo está em exercício físico, ácidos graxos são utilizados como fonte de energia pela musculatura esquelética, principal fonte desses ácidos graxos são triacilglicerídeos e do tecido adiposo, a lipólise nesses tecidos é regulada por hormônios e ativada pela estimulação beta-adrenérgica (ROMIJN 1993), provocando assim oxidação dos ácidos graxos e melhora na resistência à insulina, isso em forma aguda. Como efeito crônico podemos destacar melhora no perfil lipídico, diminuições nas concentrações de glicose sanguíneas, ajuda no combate a obesidade e hipertensão (PAULI, 2006).

Após a prática de exercícios físicos há melhora na captação de glicose, na circulação nos membros inferiores e, conseqüentemente, melhora no retorno venoso, podendo contribuir para a diminuição de fatores de riscos cardiovasculares. Outro item importante é a redução do colesterol LDL, aumento do HDL, diminuição dos triglicerídeos e também a redução da perda óssea, que contribuem para uma melhora na qualidade de vida do indivíduo com diabetes (DÂMASCO., 2001).

Com relação a indicação de atividade física de pelo menos 30 minutos de 3 a 4 vezes por semana contínuos ou acumulados, de intensidade moderada, nível 12 na escala de Borg, estudos de Ciolac e Guimarães (2004), demonstram que essa quantidade é insuficiente para tratamentos de algumas doenças como obesidade e diabetes.

Alterações no estilo de vida tem se mostrado uma maneira muito eficaz no tratamento de diabetes, isso é comprovado, programa nos Estados Unidos incluindo a redução de 7% da massa corporal e uma carga de exercícios físicos semanais de no mínimo 150 minutos, em um período de 3 anos, podem reduzir em 58 % a incidência do diabetes tipo 2, em indivíduos com predisposição para o desenvolvimento desta síndrome (Pauli e colaboradores 2006).

A melhora na sensibilidade à insulina promovida pelo exercício físico acontece por diversos mecanismos, entre eles podemos citar: aumento na síntese de GLUT4, diminuição na intolerância à glicose, incremento na fosforização de proteínas, aumento na captação de glicose (PAULI e colaboradores., 2006).

QUADRO 6: BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO FÍSICO

	EFEITOS
Frequência cardíaca de repouso	Diminuição
Fluxo e distribuição do sangue	Aumento
Pressão arterial em repouso	Diminuição
Vo2Máx	Aumento
Frequência cardíaca máxima	Aumento
Glicogênio muscular e hepático	Aumento
Massa muscular	Aumento

Adaptado de CANCELLIÈRE (1999)

O organismo possui a capacidade de utilizar duas vias metabólicas para receber energia a partir da glicose, que são as vias de metabolismo anaeróbio e a de metabolismo aeróbio. O metabolismo anaeróbio consiste na realização de uma série de dez reações químicas, estas quais não são dependentes de oxigênio para o seu

funcionamento, são ativadas rapidamente dentro do nosso organismo, a partir da digestão dos alimentos da nossa alimentação. Já a via de metabolismo aeróbio é suscetível a saturação, necessitando de oxigênio em suas reações e sendo desta forma, uma via de fornecimento de energia que ocorre mais lentamente. Porém deve-se considerar que a capacidade de cada forma de transferência de energia varia consideravelmente entre os indivíduos. Essa variabilidade interpessoal serve de base para o conceito das diferenças individuais em termos de capacidade metabólica para o exercício. Além disso, a capacidade de cada pessoa no que se refere à transferência de energia (e para muitas funções fisiológicas) não é apenas um fator geral; pelo contrário, depende essencialmente da modalidade e do exercício durante o qual é treinada e avaliada (McARDLE KATCH e KATCH, 1998).

5.1. EXERCÍCIOS AERÓBIOS

Exercícios aeróbios consistem na realização de uma atividade de baixa a média intensidade, quando o organismo utiliza predominantemente vias metabólicas dependentes de oxigênio para a produção de energia. Auxiliando na melhora da aptidão física, na redução de gordura corporal, na perda de peso e na prevenção ou auxílio na reabilitação cardíaca (BROOKS, 2000).

Diabéticos melhoram significativamente seu condicionamento aeróbio devido a um aumento das enzimas oxidativas, porém estes aumentos são menores do que em pessoas não diabéticas (COLBERG, 2003).

Referente a comparação entre indivíduos diabéticos e não diabéticos saudáveis com a mesma idade sobre condição aeróbia, estudos, demonstram que diabéticos apresentam volumes de VO₂ máximo inferiores, entre os fatores que contribuem para esta redução estão: redução da densidade capilar, maior viscosidade do sangue, menos extração arterial venosa, modificações hiperglicêmicas, e mais a possibilidade do desenvolvimento de complicações neuropáticas (ALBRGHT et al., 2003).

O Ministério da Saúde recomenda que os exercícios aeróbios devam ser iniciados de forma gradual, nas caminhadas deve ser feito um aquecimento leve e deve-se começar caminhando 5 a 10 minutos em terreno plano, aumentando até alcançar 30 a 60 minutos diários, de 5 a 7 dias por semana. Cada incremento de

atividade física deve ser valorizado como um ganho de saúde, pequenos ganhos são normais e devem ser considerados como um avanço importante na manutenção da saúde, em grandes metas, quando projetadas e não alcançadas podem tornar-se um fator de desistência do programa de exercícios físicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Em estudo realizado por Boudou et al. (2003) foi verificado os benefícios de um programa de oito semanas de treinamento aeróbio em 16 homens de meia idade acometidos de diabetes mellitus tipo 2. Os resultados mostraram uma diminuição de 44% de gordura abdominal, um aumento de 24% da musculatura da coxa e uma melhora de 58% na sensibilidade a insulina. Neste estudo os autores concluíram que um programa intensivo de treinamento aeróbio é eficaz como uma terapia auxiliar no tratamento de pessoas diabéticas.

Os exercícios físicos aeróbios contribuem no auxílio do controle glicêmico, tanto durante quanto após a sua prática e também de uma forma crônica auxiliando na redução de hemoglobina glicada. Com isso, os exercícios físicos podem atuar no tratamento do diabetes mellitus, tanto diretamente, melhorando a sensibilidade à insulina, quanto indiretamente, reduzindo o percentual de gordura corporal. (CAMBRI; SANTOS, 2006).

A realização de exercícios aeróbios são geralmente recomendados para indivíduos com diabetes do tipo 2 (CIOLAC e GUIMARÃES). No entanto, estudos recentes têm demonstrado que o exercício de força também é benéfico no controle glicêmico de diabéticos do tipo 2. Como ocorre a diminuição da massa muscular em idosos, ocorrendo assim uma queda no metabolismo energético, o exercício de força colabora para o aumento da massa muscular, deste modo revertendo esse quadro assim melhorando o controle glicêmico dos indivíduos diabéticos (FRANCISCHI et al., (2001).

O controle glicêmico do diabético não acontece exclusivamente por meio de treinamentos aeróbio, pesquisas realizadas por ERIKSSOM (1999), demonstram que o treinamento resistido feito em intensidade moderada estabelece uma melhora significativa no controle da glicemia, contribui para o aumento da massa muscular sem comprometer o condicionamento aeróbio, segundo o autor quando o tecido muscular aumenta acontece um incremento nos estoques de glicogênio e capilares

musculares, demonstrando uma alta correlação inversa entre o volume de massa muscular e a concentração de glicose no sangue.

5.2. TREINAMENTO DE FORÇA PARA DIABÉTICOS

A prática regular de exercício resistido proporciona uma melhora na força e na resistência muscular, trazendo benefícios diretos nas tarefas do cotidiano, com isso contribuindo para uma vida mais ativa para indivíduos portadores de obesidade e sedentarismo, principais características do diabético tipo 2. Além disso, o exercício resistido aumenta a massa e a potência muscular, auxiliando na preservação de quedas ou problemas articulares. Também oferece um grande benefício para os idosos, com o envelhecimento há uma diminuição da força e massa muscular, afetando o metabolismo energético de maneira indesejável (Ciolac e Guimarães, 2004).

Cerca de 40% da massa corporal é composta pela musculatura esquelética, como o treinamento de força influencia significativamente no aumento desta musculatura, exercendo um papel importante no balanço energético, em torno de 30% do dispêndio de energia é de responsabilidade deste tecido e também pela ação primária da captação, disponibilidade e estoque de glicose (PAULI e colaboradores., 2006).

O treinamento de força favorece uma melhora na utilização de glicose, esses benefícios estão associados ao aumento da massa muscular, promove também um incremento na necessidade calórica diária, contribuindo para uma maior sensibilidade insulínica e redução da glicemia (GORDON., 2009).

Os exercícios resistidos são considerados eficientes e adotados atualmente para promover uma mudança favorável na composição corporal. Tal efeito tem contribuído consideravelmente para o aumento da massa muscular, o aumento da massa óssea calcificada e a redução da gordura corporal (Assumpção e colaboradores, 2008).

Outro benefício adquirido com a prática de atividade física e o aumento da taxa metabólica de repouso, este aumento produz uma maior estimulação da síntese

proteica, incremento significativo na oxidação de substratos e maior concentração de catecolaminas, dependendo da intensidade e duração o exercício físico utilizado esse aumento na taxa metabólica de repouso pode durar de 3 horas até 72 horas (CIOLAC E GUIMARÃES., 2004).

Após um treinamento físico, o metabolismo basal é aumentado por período significativo, este incremento acontece em função de uma maior atividade enzima lipase hormônio sensível e o aumento da densidade mitocondrial com isso a oxidação de lipídios é aumentada, por consequência disso o emagrecimento é favorecido (PAULI e colaboradores., 2006).

Uma das principais adaptações que o exercício físico resistido promove é observada no tecido muscular, com o trabalho de força a musculatura esquelética sofre um aumento de sua área de secção transversa, que denominada como hipertrofia. Com isso, outros efeitos na musculatura são registrados como aumento nos estoques de glicogênio, aumento do número e tamanho das miofibrilas, maior capacidade da via oxidativa, assim refletindo em incrementos na densidade mitocondrial e na atividade máxima de enzimas do processo mitocondrial de respiração celular, aumento da vascularização e capitalização (RAMOS, 2000).

Para diversificar os trabalhos de força com diabéticos, podemos utilizar o treinamento em forma de circuito, esta atividade deve ter a finalidade a melhora de capacidades físicas como a força, potência, resistência e agilidade. O treino em forma de circuito propõe atividades dinâmicas, constantes e sem intervalo para que a resistência do corpo em geral seja trabalhada, deve ser feito de forma planejada e passando por várias estações. A atividade deve conter diversas estações, estipular a intensidade de acordo com cada caso a frequência cardíaca deve oscilar 120 e 150 batimentos por minuto (COSSENZA, 1999).

A contribuição do exercício físico em geral estimula o processo de emagrecimento, promovendo um aumento no gasto calórico diário, estimulando assim o metabolismo das gorduras, cujo nível de atividade tende à redução durante dietas hipocalóricas (cortar calorias da alimentação). No caso dos exercícios resistidos, além de promoverem a melhora na estimulação do metabolismo das gorduras, promovem ainda o aumento da taxa metabólica basal (gasto calórico em repouso após o exercício), pois proporcionam o aumento da massa muscular, que

por sua vez aumentará o consumo de glicose contribuindo desta forma para um melhor controle glicêmico (Andrade e colaboradores, 2005).

O treinamento de força não deve ser só focado na utilização de alteres ou anilhas, podemos executar um terno resistido utilizando o peso corporal do praticante, bem como faixas elásticas, assim podemos oferecer um trabalho de força um parque, por exemplo, com não estaremos nos limitando em oferecer só o ambiente de academia para o portador de diabetes realizar o treino (American Diabetes Association, 1995)

5.3. CUIDADOS NA PRESCRIÇÃO DE TREINOS PARA DIABÉTICOS

Na prescrição de exercícios físicos para diabético é importante conhecer todo histórico do paciente, se o mesmo apresentar neuropatia periférica alguns cuidados devem ser respeitados, como em indivíduos com essa síndrome a sensibilidade muscular é reduzida (CAMPOS, 2000), movimentos repetitivos utilizando podem levar à formação de úlceras e lesões. A avaliação da Neuropatia periférica pode ser realizada através da avaliação dos reflexos profundos, sensibilidade vibratória e propriocepção (ZINMAM et al., 2003). Por razões descritas anteriormente atividade que proporcionam muito impacto na região dos pés é contraindicada, ainda mais em casos de pessoas obesas onde o peso do impacto nos pés é maior em decorrência do excesso de peso.

Durante a prática de atividades físicas existe a possibilidade de ocorrer lesões, todavia o treinamento de força possibilita ao seu praticante uma margem de segurança muito significativa, com o uso correto das técnicas corretas da biomecânica do exercício e utilizando equipamentos e roupas adequadas a possibilidade de ocorrer uma lesão durante o treino é muito pequena (FLECK; KRAEMER, 2006), sua pratica é amplamente indicada no tratamento de diversos tipos de patologia como: cardiopatias diabetes e reumatismo (BALSAMO; SIMÃO, 2005; SANTARÉM, 1999).

A prática de exercícios físicos só é recomendada quando os níveis circulantes de glicose no sangue estiverem mantidos sob o controle mediante o uso de insulina e de dieta adequada. Caso isso não ocorra, há risco de levar o indivíduo diabético a um estado de hipoglicemia (GUEDES, 1995; COCADE e MARINS, 2005). Outro fator que deve ser levado em conta, quando da prática do exercício físico, é a informação sobre os efeitos provocados pelos medicamentos utilizados pelo indivíduo. Os pacientes que ingerem simultaneamente insulina e betabloqueadores podem mascarar os sintomas de hipoglicemia e de elevação da frequência cardíaca (NOVAES e VIANNA, 2003). Não fazer uso de insulina no local onde o grupamento muscular vai ser solicitado no treinamento do dia e também ficar atento ao horário de seu pico.

No uso da natação, como forma de tratamento para o diabetes mellitus, é de extrema importância que o enfermo sempre esteja acompanhado de um profissional, pois durante o treino o paciente pode entrar em hipoglicemia. O profissional que estiver acompanhado o treino, deve possuir algum alimento com fácil absorção de glicose.

QUADRO 7: CUIDADOS NA PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE PROTETORA	
Exercícios contra- indicados	Exercícios recomendados
Esteira	Natação
Caminhadas prolongadas	Exercícios na posição sentada
Corridas	Exercícios com membro superiores

Exercícios com steppers	Hidroginástica
-------------------------	----------------

Adaptado da AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.

5.4. INTENSIDADE DO EXERCÍCIO FÍSICO

Referente a comparação entre indivíduos diabéticos e não diabéticos saudáveis com a mesma idade sobre condição aeróbia, estudos, demonstram que diabéticos apresentam volumes de VO₂ máximo inferiores, entre os fatores que contribuem para esta redução estão: redução da densidade capilar, maior viscosidade do sangue, menos extração artério venosa, modificações hiperglicêmicas, e mais a possibilidade do desenvolvimento de complicações neuropáticas (ALBRGHT et al., 2003).

No tratamento do diabetes mellitus é muito importante a perda de peso, o treinamento de físico confere aos seus praticantes diversos fatores que contribuem para a diminuição de massa corporal. De uma forma aguda está bem estabelecido que, após uma sessão de treino os valores de consumo de oxigênio não retornam aos valores de repouso imediatamente. Essa demanda após o período de treino é denominada EPOC (excess postexercise consumption), com isso acontece um maior gasto energético durante o repouso (MEIRELLES; GOMES, 2004), acarretando em um aumento no gasto calórico diário. De uma forma crônica o exercício físico apresenta a preservação e ou aumento da massa corporal magra que é fator importante, levando em conta que o tecido muscular esquelético é considerado como o principal ponto de adaptações metabólicas promovidas pela prática do exercício que irão regular e direcionar o metabolismo das fontes energéticas, particularmente dos carboidratos e gorduras (lipídios). Essa regulação de outros tecidos e outros órgãos sobre o metabolismo lipídico pode causar diversas alterações fisiológicas importantes na perda de peso (CARNEVALI., 2009). No fígado ocorre uma diminuição na liberação de glicose hepática, em decorrência da sensibilidade aumentada à insulina; no pâncreas verificasse diminuição hiperinsulinêmica; no tecido muscular verificasse um aumento na área de secção transversa e por fim incrementos no fluxo sanguíneo (IROGOVEM, ANGELIS,

SCHAAA, FIORINO E MICLILINI., 2003), concentrações e a translocação de GLUT4 também favorecidas com a realização de treinamentos físicos frequentes (TABATA, SUZUKI, YOKOZEKI, AKIMA e FUNATO., 1999).

A realização frequente de exercícios físicos apresenta potentes estímulos fisiológicos para a efetivação da lipólise. Durante uma sessão de treino, com a aproximadamente 50% do VO₂max, verifica-se um aumento do fluxo sanguíneo no tecido adiposo (MAUGHAN, GLEESON e GRENHAF 2009). Na execução de um treino com maior intensidade de consumo de oxigênio (acima de 60% do VO₂max), a taxa de oxidação dos lipídios não é suficiente para manter a produção de ATP condizente com o esforço muscular, com isso o ATP derivado da oxidação dos carboidratos e da glicólise anaeróbia são fundamentais para suprir as necessidades energéticas (CARNEVALI., 2009)

O exercício físico realizado regularmente pode ser considerado uma terapia importante para sustentar a homeostase glicêmica, já que mudanças favoráveis na tolerância à glicose e na sensibilidade à insulina geralmente se deterioram no prazo de 72h após a última sessão de exercício (ALBRIGHT et al., 2000)

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

Entre os benefícios que a prática regular de exercício físico envolve, está a melhora do perfil psicológico, como o aumento da capacidade de tolerar as cargas impostas pelo treino realizado está ligado significativamente ao controle da ansiedade. O treinamento regular oferece a indivíduo com diabetes melhora na sua autoestima, no humor e no controle psicológico, conseqüentemente contribuindo para uma melhor qualidade de vida (MACARDLE et al., 1996).

Com a realização de exercícios físicos regulares o acometido por diabetes mellitus pode reduzir os riscos de sofrer um acidente vascular cerebral e um infarto do miocárdio, devido à redução da aderência das plaquetas, diminuição da possibilidade de desenvolver coágulos e ainda potencializando a fibrinólise (COLBER, 2003). De acordo com Cancelléri (1999), quando o diabético introduz

exercícios no seu dia-a-dia, é importante observar seu engajamento da prática, se ele está tendo um acompanhamento médico e nutricional, bem como realizar uma avaliação física. O treinamento irá contemplar adaptações crônicas do sistema metabólico, neuroendócrino e vascular.

Outra forma de trabalhar exercícios de força com diabéticos é na forma de circuito, esta atividade deve ter a finalidade a melhora de capacidades físicas como a força, potência, resistência e agilidade. O treino em forma de circuito propõe atividades dinâmicas, constantes e sem intervalo para que a resistência do corpo em geral seja trabalhada, deve ser feito de forma planejada e passando por várias estações. A atividade deve conter diversas estações, estipular a intensidade de acordo com cada caso a frequência cardíaca deve oscilar 120 e 150 batimentos por minuto (COSSENZA, 1999).

Elaborar um programa de exercícios físicos mesclando atividades aeróbia com treinamento de força pode contribuir de forma significativa na terapia de pessoas com diabetes (ALBBRIGHT, 2003). Estudos de POWRES e HOWLEY, 2000) descrevem que no treinamento aeróbio o paciente deve ter entre 70 – 85% da sua frequência cardíaca máxima, esta atividade deve ter duração 20 – 60 minutos com a afluência de dias da semana por semana (POWERS & HOWLEY, 2000). Outra ferramenta que pode ser utilizada para mensurar a intensidade do exercício é a escala de percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg), no treinamento de força é recomendada a prescrição de uma atividade de baixa intensidade (POWERS & HOWLEY, 2000).

QUADRO 8: FORMAS INDICADAS DE TREINAMENTO FÍSICO

Referencias	Frequência semanal	Intensidade	Duração	Número de exercícios

Canadian Diabetes Association/2003	Mínimo de 3 dias não consecutivos	Moderado ou Intenso	Pelo menos 150 min por semana	8 exercícios envolvendo grandes grupos musculares
ACSM/2000	Mínimo de 3 dias não consecutivos	40-70% Vo2máx	10-15 min (contínuo) aumento gradual para 30 minutos	Mínimo de 8-10 exercícios envolvendo grandes grupos musculares
American Diabetes Association, 2002	3 a 5 dias	55-79% F.C	20-60 min (contínuo ou intervalado)	Exercício de alta intensidade para jovens, baixa intensidade para idosos

Adaptado de DORNAS (2011)

Colber (2003), relata que a intensidade do exercício físico está diretamente à redução de glicose circulante, de uma maneira geral treinos mais intensos, são responsáveis pelos maiores índices de redução glicêmica. Além da melhora do perfil glicêmico, o exercício físico regular promove a maior captação de ácidos graxos pelos músculos trabalhados, causando melhoras na sensibilidade à insulina, uma vez que a resistência insulínica é também originada pela hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia e ainda baixos níveis de HDL-colesterol.

Num treino em circuito em que apenas estejam incluídos exercícios com pesos sem presença de trabalho cardiovascular (aeróbio), em média o ritmo cardíaco anda a volta dos 80% do batimento cardíaco máximo, mas o consumo de oxigênio (VO2Max) é de 40% do seu máximo, o que significa que se encontra numa zona mínima de melhoramento cardiovascular.

QUADRO 9: CLASSIFICAÇÃO DE INTENSIDADE

DO EXERCÍCIO FÍSICO (60 min)			
Intensidade	VO2 max(%)	Frequência cardíaca máxima(%)*	Indicie de percepção de esforço (escala de borg)
Muito leve	<20	<35	<10
Leve	20 – 39	35 – 54	10- 11
Moderada	40 – 59	55 - 69	12- 13
Pesada	60 – 84	70 - 89	14 – 16
Muito pesada	>85	>90	17 – 19
Máxima	100	100	20

Adaptado de Haskell e Pollock.

* Frequência cardíaca máxima (FC máx) = 220

A intensidade e duração da atividade física aeróbia deverá respeitar o grau de condicionamento físico do paciente, levando em conta também a intenção do programa desenvolvido, quanto aos exercícios de força podemos planejar o treino estipulando a carga, o número de repetições e o intervalo de tempo entre as repetições assim dosando o volume do treino de acordo com estágio físico do indivíduo (CAMPOS, 2000).

A intensidade e duração da atividade física aeróbia deverão respeitar o grau de condicionamento físico do paciente, levando em conta também a intenção do programa desenvolvido, quanto aos exercícios de força podemos planejar o treino

estipulando a carga, o número de repetições e o intervalo de tempo entre as repetições assim dosando o volume do treino de acordo com estágio físico do indivíduo (CAMPOS, 2000).

Nos exercícios anaeróbios a fadiga muscular decorrente das sessões de um treinamento surge com maior rapidez, para isso seria interessante que os exercícios fossem realizados a partir do método intervalado, intercalando períodos de descanso com períodos de atividade. Os exercícios anaeróbios de velocidade não podem ser suaves, pois exige uma sobrecarga considerável para o organismo, sendo assim a atividade é classificada como moderada ou exaustiva, variando de acordo com a intensidade.

6. EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR NO COMBATE AO DIABETES

Para Matsudo e Matsudo (2007), um dos fatores responsáveis pela maior prevalência da obesidade e suas consequências como a ocorrência de diabetes mellitus tipo 2, é sem dúvida o sedentarismo. Nessa questão os professores de Educação Física exercem um papel de suma importância, em muitos casos a escola é o único local onde crianças e adolescentes possuem a oportunidade de realizar atividades físicas. Desenvolver estratégias para combater o sedentarismo, contribuem de maneira satisfatória para a promoção de saúde de seus alunos (TEIXEIRA.,2010).

Como disciplina escolar, a Educação Física não deve abandonar sua preocupação em subsidiar e encorajar os alunos a adotarem estilos de vida ativa. Por conseguinte, justifica-se a importância do papel da educação física escolar na prevenção e controle da obesidade em crianças e adolescentes por que é a disciplina que proporciona a prática regular de atividades físicas, além de incentivar a adoção de outros hábitos de vida saudáveis.

Para prescrever exercício físico para criança é importante entender um princípio fundamental essa pratica deve estar relaciona diretamente com o prazer e o bem-estar do praticante. Imaginar que uma criança vai executar um treino correndo uma hora por dia três dias por semana não condiz com a realidade (VILLARES., 2003).

Estudo realizados por VILLARES , RIBEIRO E SILVA , (2003) apontam que a prática de exercícios físicos realizada 3 vezes por semana, 1 hora por dia é o suficiente para provocar a perda de peso em crianças. Após cinco meses de trabalho físico em conjunto com um controle alimentar, as crianças obesas perderam em média 9 kg, representando uma perda aproximadamente de 10% da massa corporal destas crianças no início deste programa. Outro dado importante que esse estudo constatou foi o aumento de 20% da capacidade respiratória nos indivíduos participantes. Em um outro estudo efetuado no Estados Unidos por POLLOK et al, (2012) onde crianças obesas foram submetidas a um trabalho físico de 20 minutos diários, 5 vezes por semana, com a duração de 13 semanas, os seguintes dados foram encontrados: perda massa corporal, diminuição de gordura visceral, incrementos significativos no VO₂max e ainda nas crianças diabéticas tipo 2 houve uma redução nos índices de resistência à insulina.

Como visto nos trabalhos descritos acima, os exercícios físicos contribuem significativamente na perda de peso de crianças obesas. Os estudos demonstram que treinos semanais entre 1 hora e 40 minutos a 3 horas, são o suficiente para melhorar todas as capacidades físicas das crianças, ora, as aulas de educação física escolar compreendem em 2 períodos de 45 minutos por semana, entendo que se professor de educação física desenvolver aulas, com o intuito de trabalhar essas capacidades física, e ainda criar o gosto pelo exercício físico em seu alunos, oferecendo fundamentação teórica e prática para que os educandos incorporem esses conhecimentos, índices parecidos com os descritos anteriormente podem ser alcançados.

7. CONCLUSÃO

O Diabete Mellitus é uma doença metabólica que abrange uma série de complicações associadas, por diversos fatores está crescendo em índices alarmantes, tanto no Brasil como em diversos países. A prática de exercícios físicos possui um papel importante no tratamento desta síndrome, porém não deve ser a única forma de intervenção.

As preocupações com essa doença devem começar desde cedo, afinal as crianças antes um grupo que quase não era afetado por esse distúrbio, agora representam uma taxa significativa dos acometidos por essa doença.

No diabetes mellitus tipos 2, a prática regular de exercícios físicos consegue alcançar os melhores resultados. É importante que o treinamento físico seja elaborado levando em conta as características físicas de cada indivíduo tratado.

Utilizado como uma das formas de tratamento para o diabetes mellitus, o exercício físico deve ser composto por treinamentos aeróbios em conjunto com trabalho resistido, desenvolvendo um trabalho criativo, empregando os diversos tipos de treino com o de circuito por exemplo. A formulação do treinamento deve levar em conta qual o tipo de atividade que o paciente se sente melhor, afinal o bom funcionamento desta intervenção depende muito da assiduidade do indivíduo com diabetes.

Os melhores resultados obtidos no tratamento do diabetes mellitus, acontece quando o trabalho envolve diversos fatores, dieta alimentar, treinamento físico e acompanhamento médico, para isso ocorrer, reunir os conhecimentos dos profissionais das áreas citadas anteriormente é essencial.

O presente estudo demonstrou a importância da educação física escolar pode ter no combate a obesidade infantil e suas complicações.

O exercício físico é um importa aliado no tratamento do diabetes mellitus, no entanto mais estudos se mostram necessários, afim que se possa esclarecer todos os mecanismos envolvidos nessa ação terapêutica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSM – AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: appropriate intervention strategies for weight loss and prevention regains for adults. *Medicine & science in Sport & Exercise*, v. 31, n. 11 (suppl), p. S502 – S510, 1999.
- AIRES, M. M. *Fisiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- ARAÚJO, C. G. *Manual do ACMS para teste de esforço e prescrição de exercício*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
- BARROS, M.V.G. e CATUZZO, M.T. *Atualização em Atividade Física*. Recife, 2009.
- BERNE, R, M. & LEVY, M, N. *Fisiologia*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Projeto Promoção da Saúde. *As cartas da Promoção da Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde; 2002.
- BRAY, G.A. (1985), "Complication of obesity". *Annals of Internal Medicine*, 103: 1052-1062.
- BULLOCK, J.; BOYLE, J.; WANG, M, B. *Fisiologia (NMS – national medical series para estudos independentes)*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.
- CAMBRI, L. T. et al. Perfil lipídico, dislipidemias e exercícios físicos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho humano*. 2006; 8(3):100-106.
- CAMPOS, M. A. *Musculação: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças e obesos*. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- CANCELLIÉRI, C. *Diabetes & atividades físicas*. 1ª ed. Jundiaí: Fontoura, 1999.
- CARNEVALI JUNIOR, L.C.; LIMA, W.P. Lipídios, expressão gênica e exercício. In: LIMA, W.P. (Org). *Lipídios e Exercício, aspectos fisiológicos e do treinamento*. São Paulo: Phorte, 2009, p. 47- 66.
- CARPENTER, C. S. *Treinamento cardiorrespiratório*. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.
- COCADE, P.G., MARINS, J.C.B., BRASIL, T.A., MARINS, N.M.O. Ingestão pré-exercício de um café da manhã: Efeito na glicemia sanguínea durante um exercício de baixa intensidade. *Fitness & Performance Journal*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 5, p.261-273, setembro/outubro 2005.
- COLBERG, S. *Atividade física e diabete*. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2003.
- CONSTANZO, L. S. *Fisiologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999

. COSTILL, David. Fisiologia do Esporte, 2 ed. Manole, 2001.

DÂMASO, A. Nutrição e exercício na prevenção de doenças. 1ª ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2001.

DORNAS, W. C.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J. Exercício físico e diabetes mellitus tipo 2. Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 95-107, jan./abr. 2011.

ERIKSSON, J.; TAIMELA, S.; ERIKSSON, K; PARVIAINEM, S.; PELTONEN, J.; KUJALA, U. Resistance training in the treatment of non insulin dependent diabetes mellitus. Int. J. Sports Med, Helsinki, v. 18, n. 4, p. 242-246, novembro, 1997.

FLECK, S, J. & KRAEMER, W, J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª ed. Porto Alegret: Artmed, 1999.

FRANCISCHI, R, P., PEREIRA, L.O; LANCHETA JR, A, H. Exercício, comportamento alimentar e obesidade: revisão dos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros metabólicos. Revista paulista de Educação Física, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 117-140, 2001

HARRINGTON, C. et al. A cost analysis of diabetic lower-extremity ulcer. Diab. Care, v.23, n.9, p. 1 333-8 , 2000

Gamba MA. Amputações por diabetes mellitus uma prática prevenível? Acta Paul Enferm. 1998;11(3):92-100.

GROSS, J. L., SILVEIRO, S. P., CAMARGO, J. L., REICHEL, A. J & AZEVEDO, M. J. Diabetes melito: diagnósticos, classificação e avaliação do controle glicêmico – Arq Bras Metab. Vol 46, nº 1, Pg. 16-25, 2002.

GUEDES, D. *Exercício físico na promoção da Saúde*. Ed. Midiograf, Londrina, 1995.

GUEDES, D. P. *Controle do Peso Corporal: composição corporal, atividade física e nutrição*. Londrina: Midiograf, 1998.

GUYTON, A. C. Tratado de fisiologia médica. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

GUYNTON, Arthur C.; HALL, John E. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

Kitabchi AE, Tempresa M, Knowler WC, Kahn SE, Fowler SE, Haffner SM, et al. The Diabetes Prevention Program Research Group. Role of insulin secretion and sensitivity in the evolution of type 2 diabetes in the diabetes prevention program: effects of lifestyle intervention and metformin. Diabetes. 2005;54:2404-14.

. Klein R, Moss SE, Klein BEK. Is gross proteinuria a risk factor for the incidence of proliferative diabetic retinopathy? Ophthalmology 1993;100:1140-6.

LAMONTE, M. J.; BLAIR, S. N.; CHURCH, T. S. Physical activity and diabetes prevention. *Journal of Applied Physiology*, n. 99, p. 1205-1213, 2005.

LEVIN, N.E. Foot lesions in patients with diabetes mellitus. *End. Metab. Clinics North America*, v.25, n. 2, pA47-62 , 1 996.

Irogoyen MC, Angelis K, Schaan BD, Fiorino F, Michlini LC. Exercício físico no diabetes melito associado à hipertensão arterial sistêmica. *Rev Bras Hipertens* 2003; 10(2): 109-16.

NOVAES, J. S.; VIANNA, J. M. *Personal training e condicionamento físico em academia*. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

Malgrange D. Physiopathology of the diabetic foot. *Rev Med Interne*. 2008;29:S231-7.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R. (2007), "Atividade física e obesidade: prevenção e tratamento". São Paulo: Atheneu.

McARDLE, W. D., KATCH, F. I. & KATCH V. L. *Fisiologia do exercício—energia, nutrição e desempenho humano*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

OLIVEIRA, A.M.R. e CASAL, H.M.V. Auto-estima do diabético e atividade física.

Pace ME, Vigo KO. A enfermagem no cuidado preventivo das complicações em pés das pessoas com diabetes. *Boletim Médico do Centro BD de Educação em Diabetes*. 2004;31(9):3.

Patti ME, Kahn CR. The insulin receptor $\frac{3}{4}$ a critical link in glucose homeostasis and insulin action. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 1998;9:89-109.

PEDROSA, H.C. et al. O desafio do projeto salvando o pé diabético. *Terap. em Diab.*, ano 4, n.19, p.1-10-, 1 998.

POLLOCK, M. L. e WILMORE, J. H. *Exercícios na Saúde e na Doença*. Rio de Janeiro: Ed. Medsi, 1993.

POWERS, S, K. & HOWLEY, E, T. *Fisiologia do exercício*. 3ª ed. São Paulo: Manole, 2000..

RAM SEY, S.D. et al. Incidence, outcomes, and cost of foot ulcers in patients with diabetes. *Diab. Care*, v.22, n.3, p.382-7, 1 999.

REIBER, G.E. Epidemiologia das úlceras e amputações do pé diabético. In: Bowker JO, Pfeifer MA, Levin e O'Neal o pé diabético. 6 ed. Rio de Janeiro: Di-Livros Editora, 2001. cap. 2, p. 13-33.

SCHAUF, C, L., MOFFETT, D, F., MOFFETT, S, B. Fisiologia humana. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diagnóstico e classificação do diabetes mellitus e tratamento do diabetes mellitus tipo 2. Consenso Brasileiro Sobre Diabetes. 2000.

Tabata I, Suzuki Y, Yokozeki T, Akima H, Funato F. Resistance training affects GLUT content in skeletal muscle of humans after 19 days of head-down bed rest. *J Appl Physiol* 1999; 86(3): 909-14.

Zinman B, Zunica-Guajardo S, Kelly D. Comparison of the acute and long term effects of exercise on glucose control in type I diabetes. *Diabetes Care* 1985

ZAGURY, Michael F. Fisiologia Humana, 2 ed São Paulo, Andrei, 1986.