

CENTRO UNIVERSITÁRIO PLÍNIO LEITE  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CARLOS EDUARDO HOMOBOÑO PINTO

A PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE DA DIABETES MELLITUS DO  
TIPO 1

Niterói

2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CENTRO UNIVERSITÁRIO PLÍNIO LEITE  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CARLOS EDUARDO HOMOBOÑO PINTO

A PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE DA DIABETES MELLITUS DO  
TIPO 1

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel e Licenciatura em Educação Física. Departamento de Educação Física. Prof. Ms. Orientador: Júlio Guilherme Silva

Niterói  
2007

## AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus, força soberana e imprescindível em minha vida;
- Ao meu orientador e amigo Prof. Ms. Júlio Guilherme Silva que através do seu incrível conhecimento e experiência, acreditou no meu potencial;
- Ao meu professor e amigo Ms. Roberto Saraiva Kahlmeyer-Mertens, com sua invejável sabedoria e dedicação;
- Ao professor Ms. Carlos Humberto Andrade Moraes, pessoa em que me espelho para alcançar o sucesso mediante a todos os seus conhecimentos;
- Ao Professor Ms. Alex Souto Maior, pelo incentivo e confiança, por encorajar e acreditar em meu potencial;
- Aos professores: Ms. Henriette Porciúncula Rocha, Ms. Marcos Vinícius Marques Ferraz, Ms. Arabel Issa, Ms. José Ricardo da Silva Ramos, Dr. Fernando Miguel Palmerim, Ms. Edson Farret, Dra. Simone Chaves, Prof. Walber Santana, Prof. Carlos Augusto Froes, Prof. Wagner Ferreira, Prof. Virgínia Magda, Prof. Cosme do Nascimento, Ms. Glória Maria Leal, Prof. Jorge Felipe Moreira, Ms. Jorge Tadeu Juncken, Ms. Sandra Bellas, Ms. Cristiane de Gusmão, Ms. Christianne Pereira Giesdrecht Chaves, Ms. Glades Barão, Ms. Antônio Carlos da Silva, pela dedicação e amor ao ENSINO;
- À Elizabeth Parente, por toda compreensão, carisma, carinho e, principalmente, dedicação ao trabalho e aos alunos;
- À Marlene Serantes, Wellington Brasil e Bruno Souza, pelo profissionalismo excelente;
- À coordenação da graduação do curso de Educação Física por todo empenho;
- Ao professor e amigo Fábio Barreto, pelos empréstimos quanto ao fornecimento de

materiais para pesquisas;

- Ao meu amigo e Professor Michael Brandt de Moraes, por ensinar tudo o que eu preciso saber no âmbito do fitness;
- Ao meu Amigo Luiz Gustavo Machado Lima, por manter esse vínculo de amizade que tanto prezo;
- Ao meu amigo Renato dos Santos Fonseca, com sua amizade, espontaneidade, fazendo dos momentos mais difíceis, os mais engraçados cenários;
- Ao meu amigo Adriano Reis Egydio, pessoa em quem acredito e que nunca me deixará nos momentos que eventualmente eu possa precisar;
- A minha querida amiga Priscila Soares Thomé da Silva, por dispor do seu tempo para ajudar-me nas correções do meu trabalho;
- A minha grande e querida amiga Glenda Nunes, por dispor do seu precioso tempo para corrigir o meu trabalho;
- À Ludmila Dias, amiga para todos os momentos;
- Minha amiga Suelem Nascimento dos Santos;
- E principalmente a minha família, que sem a qual, não conseguiria essa tão sonhada conquista;

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desta monografia.

## DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia...

... a minha avó Therezinha Leite Homobono, por estar sempre ao meu lado, por se preocupar com o meu bem-estar e me proporcionar mais essa oportunidade para o crescimento do meu intelecto.

... a minha mãe Angela Leite Homobono Pinto, por motivar e me apoiar em todas as minhas decisões, por sempre lutar ao meu lado acreditando no meu sucesso.

... a minha irmã Ana Paula Homobono Pinto, por servir de exemplo de dedicação e compromisso.

... enfim, a essas mulheres que são a base de todas as minhas conquistas.

“Quando se crê em *Deus* não há cotidiano sem milagres.”

**Nikos Kazantzakis**

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACSM	American College of Sports Medicine
AMP	Adenosina Mono-fosfato
ATP	Adenosina Tri-Fosfato
AVC	Acidente Vascular Cerebral
DATASUS	Dados do Sistema Único de Saúde
DCCT	Diabetes Control and Complication Trial
DCV	Doenças cérebro vasculares
EPOC	Excess post-exercise oxygen consumption
DM	Diabetes Mellitus
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
LADA	Latent Autoimmune Diabetes in Adults
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
Mg/dl	Miligramas por decilitro
ND	Nefropatia Diabética
OMS	Organização Mundial de Saúde
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SGLT	Co-transporte de íon de sódio
SUS	Sistema Único de Saúde
UKPDS	United Kingdom Prospective Diabetes Study
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio

## RESUMO

O presente estudo discute a importância do exercício físico no controle glicêmico da diabetes mellitus do tipo I, bem como seus conceitos, efeitos fisiológicos, tratamento e seu impacto epidemiológico. Investigaremos se a prática do exercício físico exerce efeito benéfico no organismo do diabético quando conciliado à dieta e ao uso de medicamentos. Estudos advogam que o planejamento de um programa de exercícios resistidos e aeróbios associado à dieta é mais eficiente do que somente a dieta, para reduzir a dose de reposição de insulina corroborando, assim, para a atenuação das alterações metabólicas do diabético. A prática crônica do treinamento aeróbio parece favorecer a aerobiose, que propicia melhora na oxigenação muscular, beneficiando os sistemas cardiorrespiratório e cardiovascular. Portanto, sondamos se o exercício, além de promover o bem-estar, proporciona fisiologicamente respostas positivas que são fundamentais para o controle da glicemia, reduzindo os riscos de possíveis complicações quando há descompensação glicêmica. Após a revisão bibliográfica, podemos concluir que o exercício físico é uma poderosa arma terapêutica no combate a DM do tipo I. As quedas nas taxas glicêmicas decorrentes da prática dos exercícios físicos é um consenso na literatura. Entretanto, novas investigações devem ser propostas principalmente na combinação do tipo de treinamento e também sobre os aspectos dos níveis de comportamento sistêmico provocados pela diabetes de forma crônica e aguda.

## SUMÁRIO

### INTRODUÇÃO

### CAPÍTULO I

<b>1 DIABETES MELLITUS</b> .....	12
1.1 CONCEITO .....	12
1.2 TIPOS DE DIABETES .....	15
<b>1.2.1 diabetes mellitus do tipo 1</b> .....	15
1.3 TRATAMENTO .....	17
1.4 EPIDEMIOLOGIA E DIABETES MELLITUS .....	19

### CAPÍTULO II

<b>2 EXERCÍCIO FÍSICO E DIABETES MELLITUS</b> .....	24
2.1 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO EXERCÍCIO FÍSICO PARA O DIABÉTICO .....	25
<b>2.1.1 respostas fisiológicas ao treinamento de força</b> .....	29
<b>2.1.2 respostas fisiológicas ao treinamento aeróbio</b> .....	30
2.2. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO .....	31
2.3. PRESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO .....	33

<b>CONCLUSÃO</b> .....	35
------------------------	----

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
--------------------------	----

### ANEXO 1

1. HISTÓRIA DA DIABETES MELLITUS .....	42
--	----

## INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como tema a prática do exercício físico no controle da diabetes mellitus do tipo I, assim, buscamos responder como o exercício pode auxiliar nesse controle. Temos como objetivo analisar como o exercício contribui para a normalização da glicose e, especificamente, delimitar conceitos fisiológicos dessa patologia e, também, como reagem mediante à prática do exercício, enfatizando sua importância para obter uma melhor qualidade de vida. Este estudo apresenta, como hipótese, a promoção efetiva da saúde do diabético combinada com exercício físico e dieta e a obtenção das respostas fisiológicas positivas tanto agudas quanto crônicas, bem como a atenuação das definições metabólicas, cardiovasculares e autonômicas. A DM é uma das patologias que mais preocupa o SUS (*Sistema Único de Saúde*), representando a 5ª causa de morte absoluta no mundo (BRAGA et al, 2007). A diabetes é reconhecida como um sério problema por envolver altos custos financeiros no seu tratamento, assim como os de suas complicações independentemente do seu grau de desenvolvimento devido à complexidade que traz consigo e por ser pivô para o aparecimento de outras doenças como hipertensão, neuropatias, nefropatia, doenças coronarianas e doenças cerebrovasculares (MODENEZE, 2004).

Para Modeneze (2004), no que se refere à melhoria das condições gerais de qualidade de vida de pessoas acometidas pela DM, é possível reconhecer que alterações significativas nos hábitos alimentares, em especial no comportamento referente às ações preventivas, ou seja, no próprio estilo de vida, são capazes de tornar possíveis mudanças concorrentes à nova condição de saúde. Os exercícios físicos são medidas auxiliadoras que não só minimizam os efeitos indesejáveis da DM como também atuam na sua prevenção; além disso, proporcionam uma melhora na qualidade de vida dessas pessoas independente de patologias, devido a seus efeitos fisiológicos, psicológicos, emocionais e sociais. Trabalhos clínicos e experimentais evidenciam os benefícios do treinamento físico em indivíduos com diabetes do tipo I, tais como a melhora da sensibilidade à insulina e do perfil lipídico, redução da reposição de insulina e atenuação das disfunções autonômicas e cardiovasculares.

Apesar da prevalência da diabetes mellitus do tipo I ser muito menor que a da DM do tipo II, deve-se ressaltar que essa afecção é normalmente diagnosticada nas primeiras décadas de vida, obrigando o indivíduo a iniciar a insulino terapia diária e a conviver com esse tratamento e com os sintomas dessa doença por toda a vida. A aderência ao tratamento, com base não só na insulino terapia, mas também nos cuidados alimentares e programas de atividade física, depende da educação desse indivíduo por uma equipe multidisciplinar e

visa ao equilíbrio tanto físico como psicossocial do diabético (DE ANGELIS et al, 2005). A atividade física regular é recomendada para pacientes com DM do tipo I em razão de seus vários efeitos benéficos sobre o controle metabólico e sobre o risco cardiovascular, além de seu papel importante na prevenção das complicações crônicas das doenças. Somados a isso, o baixo custo, a natureza não-farmacológica e os benefícios psicossociais de uma vida menos sedentária e mais integrada ao grupo de convivência aumentam ainda mais o apelo da terapêutica por meio do exercício físico (DE ANGELIS et al, 2005).

Com base nas informações apresentadas aqui, abordaremos, no primeiro capítulo, o conceito de diabetes mellitus, os seus tipos, a fisiologia da DM do tipo I, o seu tratamento e impacto como fator epidemiológico. No capítulo II, apresentaremos as respostas fisiológicas do exercício físico no treinamento de força e aeróbio, bem como as recomendações para a prática e suas prescrições de exercícios. O desenvolvimento desses capítulos é o que veremos a seguir.

## CAPÍTULO I

### 1. DIABETES MELLITUS

#### 1.1 CONCEITO

A diabetes mellitus é definida como uma doença crônica que compromete o metabolismo dos carboidratos, proteínas e gorduras, caracterizada pela elevação dos níveis de açúcar no sangue (hiperglicemia) e pela excessiva excreção de açúcar na urina (glicosúria). Wilmore e Costill (2003) dizem que a DM é um distúrbio metabólico dos carboidratos devido à elevação do açúcar no sangue e na urina. Guyton e Hall (2002) reiteram que, a diabetes mellitus é uma síndrome do comprometimento do metabolismo devido à ineficiência do pâncreas em produzir insulina e pela sensibilidade reduzida das células à insulina.

A elevada taxa de glicose, comum na DM, pode levar a desidratação das células teciduais, o que pode resultar em aumento relativo da taxa de leucócitos. Com base nos estudos de Guyton e Hall (1997), Oliveira et al (2002) dizem que isso ocorre em parte porque a pressão osmótica aumentada nos líquidos intracelulares causa a transferência da água para fora das células. E além do efeito direto da desidratação celular, a perda de glicose na urina causa diurese. O efeito global é a grande perda de líquido na urina. Isso então aumenta relativamente o número das células sanguíneas, o que poderia induzir uma leucocitose fisiológica (OLIVEIRA et al, 2002).

O quadro 1 abaixo apresenta os valores de glicemia que o SUS (*Sistema Único de Saúde*) considera para o diagnóstico da diabetes mellitus.

Valores em mg/dl	
Hipoglicemia	< 60
Normal	60 - 110
Tolerância diminuída à glicose	110 - 126
Possível diabete melitus	>126

Fonte: Exames do autor do site (Carlos Marangon), feito pelo SUS  
Obs.: mg/dl - miligramas por decilitro

A resistência das células à ação da insulina é uma anormalidade primária e precoce no

surgimento da doença, sendo esta, caracterizada pela diminuição da habilidade da insulina para a utilização da glicose pelo músculo e tecido adiposo, prejudicando a lipólise induzida por este hormônio (SKYLER, *apud* VANCINE et al, 2004). Essa resistência à insulina pode ser resultado de uma condição genética ou adquirida, caso em que ocorre menor utilização da glicose pelos tecidos em resposta ao estímulo, resultando assim numa elevação compensatória de secreção das células pancreáticas, levando a uma produção maior de insulina (hiperinsulinemia). Na maioria dos casos, devido ao acréscimo da produção de insulina pelo pâncreas, essas células beta pancreáticas perdem ou diminuem sua capacidade de produção, levando o indivíduo ao estado hipoinsulínico (MODENEZE, 2004).

A insulina segundo Zecchin et al (2004) é um hormônio polipeptídico anabólico produzido através das células beta pancreáticas, cuja síntese é ativada pelo aumento circulante de glicose e aminoácidos após as refeições na corrente sanguínea. A insulina age em vários tecidos periféricos, incluindo músculos, fígado e tecido adiposo. Os efeitos da ação da insulina procedem em aumento da síntese de proteínas, ácidos graxos e glicogênio, bem como bloqueio da produção hepática de glicose, da lipólise e da proteólise, e, principalmente, a captação de glicose nos tecidos muscular e adiposo.

Os distúrbios do metabolismo da glicose podem causar complicações que envolvem doenças cardiovasculares, incluindo hipertensão arterial sistêmica, doença arterial coronariana e insuficiência cardíaca, e 75% dos pacientes diabéticos morrem por algum evento cardiovascular, dentre elas, a miocardiopatia diabética. Okoshi et al (2006) ressaltam que a miocardiopatia diabética é vista, atualmente, como resultado de complexas relações entre anormalidades metabólicas que acompanham a diabetes, levando à alteração da estrutura e função miocárdica.

Em ambos os tipos de diabetes, tipo I e tipo II, a principal alteração da função das grandes artérias é o aumento da rigidez, enquanto que a principal alteração estrutural é o maior espessamento da camada íntima-média da artéria carótida. Os mecanismos destas alterações estruturais e funcionais arteriais na diabetes incluem a resistência à insulina, o acúmulo de colágeno devido à glicação enzimática inadequada, disfunção endotelial e do sistema nervoso autônomo (BARTOLLOTO, 2007). Crawford e Cotran (2000) nos fornecem um panorama esquemático das alterações morfológicas que são observadas nos diabetes tipo I e II, e ressaltam que, em indivíduos com um bom controle glicêmico, essas complicações podem ser prevenidas ou retardadas conforme a ilustração da figura 1.

## Complicações a longo prazo da diabetes.

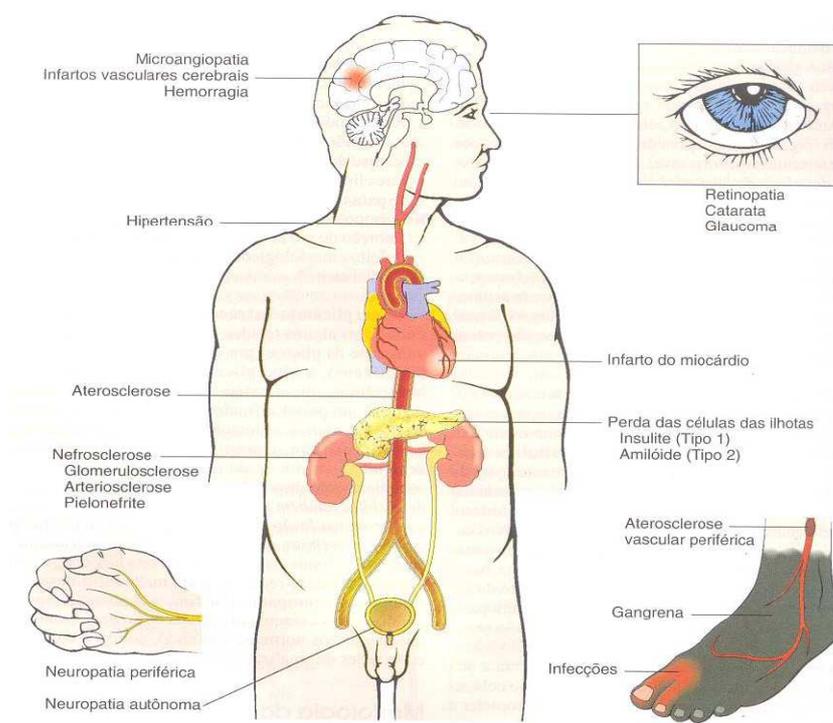


Figura 1: Panorama esquemático das alterações morfológicas da DM do tipo I e tipo II  
Fonte: Crawford e Cotran (2000)

A figura 1 ilustra algumas alterações estruturais da DM em diversos segmentos do corpo quando não controlada, e que contribuem para o surgimento de neuropatias, microangiopatias, aterosclerose, nefropatias, dentre outras.

Ainda para Bartolloto (2007) os pacientes portadores de diabetes mellitus apresentam alterações estruturais e funcionais de grandes vasos que muito provavelmente têm um papel fundamental no desenvolvimento de aterosclerose e suas respectivas complicações cardiovasculares. Detectar precocemente essas alterações, utilizando métodos não-invasivos, permite identificar os pacientes de maior risco que se beneficiarão de um tratamento mais agressivo. Além disso, abre-se uma perspectiva nova de abordagem terapêutica dos pacientes diabéticos, com a adoção de medidas não-farmacológicas ou farmacológicas que interfiram nessas modificações vasculares e conseqüentemente ajudem a diminuir a mortalidade desses pacientes. Entretanto, é preciso ater para qual tipo de DM o paciente é acometido, para que haja uma melhor forma de tratamento para o controle glicêmico deste indivíduo.

## 1.2 TIPOS DE DIABETES

McArdle et al (2002) destacam que a diabetes consiste em subgrupos de distúrbios que apresentam fisiopatologias diferentes, prevalecendo os subgrupos tipo I e tipo II, o qual aparece devido à resistência das células à insulina, e ocorre normalmente em indivíduos de meia-idade, sedentários, com excesso de peso e que apresentam uma história de doença na família.

O enfoque de desenvolvimento do estudo refere-se à fisiopatologia do tipo I, que é caracterizada pela total destruição das células beta pancreáticas produtoras de insulina, acarretando total deficiência em sua produção, e que se manifesta normalmente na infância, mas que, também, pode emergir em qualquer idade.

Entretanto, existem outros tipos de subgrupos que se associam à DM, e que, segundo a SBD (*Sociedade Brasileira de Diabetes 2006*), estão compreendidos em: diabetes gestacional, diabetes secundário ao aumento de função das glândulas endócrinas, diabetes secundário a doenças pancreáticas, diabetes secundário a poliendocrinopatias auto-imunes, diabetes associada à desnutrição, diabetes relacionadas à anormalidade da insulina e diabetes Tipo LADA (*Latent Autoimmune Diabetes in Adults*).

### 1.2.1 Diabetes mellitus do tipo I

A DM do tipo I pode ocorrer em qualquer idade, porém seu diagnóstico é feito geralmente antes dos 20 anos e constitui cerca de 8% a 10% dos casos de DM. De Angelis et al (2001) informam que no Brasil o número de pacientes com DM do tipo I é de 7,4 para cada 100 mil pessoas por ano em cidades do interior do Estado de São Paulo. Já Silveira et al (2001) dizem que no Brasil dois estudos publicados avaliaram a incidência de DM do tipo I. Em Londrina, a taxa encontrada foi de 12,7/100.000, enquanto que em quatro cidades do estado de São Paulo, o acometimento da DM do tipo I, em jovens abaixo de 15 anos, foi de 7,6/100.000. As chances de o indivíduo adquirir DM do tipo I mundial varia muito, com os mais baixos índices no Continente Asiático (0,1/100.000), e as mais altas na Finlândia e Sardenha (36,5/100.000). O gráfico 1, a seguir, demonstra a incidência de pessoas com DM do tipo I em diversos países como Finlândia, EUA, Brasil e Japão.

## Diabetes Mellitus Tipo 1 Incidências em alguns países

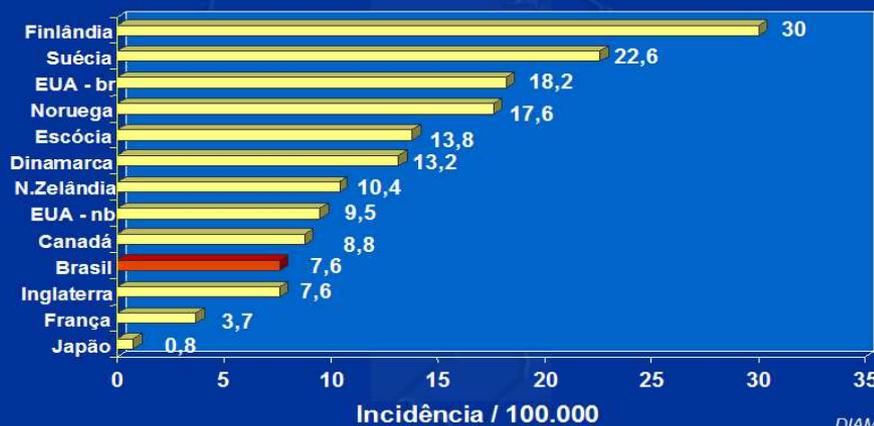


Gráfico 1: Informativo sobre incidência de DM do tipo I em alguns países  
Fonte: Ministério da Saúde (1993)

O gráfico 1 apresenta índices de diabetes mellitus do tipo I em alguns países, colocando a Finlândia em primeiro lugar com 30 mil habitantes acometidos pela DM do tipo I, o Brasil em décimo lugar com 7,6 mil e o Japão em décimo terceiro lugar com 0,8 mil pessoas.

Chacra (2001) diz que neste tipo de DM ocorre uma dependência de insulina para que o indivíduo possa sobreviver, já que as células betas situadas nas Ilhotas de Langerhans são progressivamente destruídas num processo auto-imune. A diabetes do tipo I é associada a maior risco cardiovascular e aumenta de quatro a oito vezes a mortalidade em seus portadores quando comparados a indivíduos não diabéticos de mesma idade (DE ANGELIS et al, 2005). Para Sampaio et al (2007) a DM do tipo I faz relação direta a complicações crônicas micro e macrovasculares, as quais comprometem estruturas de órgãos como rins, olhos, nervos, vasos e coração.

Tem sido evidenciado que pacientes, com diabetes do tipo I, possuem artérias mais rígidas do que indivíduos não-diabéticos da mesma faixa etária, e que este processo de enrijecimento arterial, inicia-se antes que qualquer sinal das complicações microvasculares ou macrovasculares possa ser detectado. Este aumento da rigidez arterial encontrado em pacientes com diabetes tipo I parece ser correlacionado com a duração da doença, independentemente da idade, e tem repercussões sobre o comportamento da pressão arterial

desses pacientes. O risco de doenças cérebovasculares (DCV) em pacientes com DM do tipo I é particularmente elevado na presença de nefropatia diabética (ND). A ND tem sido didaticamente caracterizada em estágios de acordo com os valores de excreção urinária de albumina em microalbuminúria e macroalbuminúria (GROSS et al, 2007).

A DM é a causa mais importante de doença renal terminal em países industrializados. Recentemente, o UKPDS (*United Kingdom Prospective Diabetes Study*) mostrou que há um aumento progressivo da mortalidade de pacientes diabéticos à medida que aumenta o grau de comprometimento renal, podendo chegar a uma taxa de mortalidade de 19% ao ano nos pacientes com insuficiência renal (GROSS et al, 1999). Em alguns países como a Finlândia, a nefropatia diabética em portadores de DM tipo I responde por dois terços dos pacientes com doença renal terminal, e, um terço dos portadores de DM tipo I podem desenvolver microalbuminúria, e cerca de 15% a 20% desenvolvem macroalbuminúria em 20 anos do diagnóstico do DM. Já em relação às complicações visuais, Gross et al (1999) relatam que na retinopatia diabética (uma das causas mais frequentes da cegueira) os capilares da retina apresentam alterações estruturais, que provocam hemorragias que cicatrizam inativando a fotorrecepção da área onde ocorreram, deslocando regiões vizinhas normais da retina. Assim, seguindo o tratamento da DM, é possível prevenir ou retardar essas complicações que alteram as estruturas para o bom funcionamento orgânico.

### 1.3 TRATAMENTO

De acordo com o Protocolo Assistencial do Portador de DM do tipo I e Gestacional, a base do tratamento da diabetes mellitus é a terapia nutricional e o estímulo à atividade física, aliados à perda de peso, quando necessário. O tratamento medicamentoso, é sempre adjuvante aos tratamentos dietético e físico. Se ao paciente é apenas oferecido o tratamento farmacológico, sem as devidas orientações nutricional e de hábitos de vida, tanto o paciente como o profissional de saúde serão frustrados nos esforços de controle glicêmico e prevenção de complicações. O tratamento da DM tem como objetivo a manutenção da normoglicemia frente às variações da ingesta alimentar. De acordo com resultados do DCCT (*Diabetes Control and Complication Trial*) o controle rigoroso dos níveis glicêmicos está associado à diminuição da incidência das complicações tardias (DEMETERCO et al, 2001). Para Guyton e Hall (2002), o tratamento da diabetes mellitus do tipo I consiste na administração diária de

insulina para que seja o mais normal possível o metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas.

Segundo Drinkwater (2005) e Aita (2002), indivíduos com DM do tipo I são tratados com múltiplas injeções de insulina ao longo do dia, cuja maioria dos planos de tratamento de insulina consiste numa divisão mista do medicamento. Isto inclui uma combinação de insulina de curta ação e de ação mais prolongada o que resulta não apenas para o controle glicêmico mas, também, para garantir a vida, em virtude da absoluta deficiência de insulina destes pacientes. O consumo de carboidrato e o consumo total de caloria precisam ser semelhantes em quantidade e em intervalos ao consumo da insulina. Drinkwater (2005) ainda diz que existem vários momentos no dia que são ótimos para praticar exercício físico em relação ao controle da glicose. O quadro 2 fornece informações sobre a ação das várias preparações de insulina bem como seus efeitos.

Quadro 2: ação da insulina

Fonte: DRINKWATER (2005)

<b>Ação da insulina</b>	<b>Início (horas)</b>	<b>Pico (horas)</b>	<b>Duração (horas)</b>
Ação rápida: regular	0,5-1	2-4	6-8
Ação intermediária: lenta ou NPH	1-3	6-12	18-26
Ação longa: ultra-lenta ou humana	4-8	12-18	24-28

O início, pico e duração da ação variam consideravelmente, e podem depender do paciente, local da injeção, vascularidade e temperatura.

Para Drinkwater (2005), se a um indivíduo for recomendado exercitar-se em hora específica, a dose de insulina pode ser reduzida para prevenir o pico do seu efeito durante o exercício. Esta estratégia incluiria em diminuir a insulina de ação prolongada a fim de prevenir a hipoglicemia no momento da atividade. O exercício deve ser recomendado quando os efeitos da insulina são mais baixos e quando a glicose do sangue está aumentando. Quando o exercício não é planejado, um lanche de carboidrato de rápida absorção deve ser consumido para evitar uma possível queda da glicemia. O quadro 3 lista eficazes maneiras para evitar uma hipoglicemia durante o exercício físico.

#### Monitoração da glicose do sangue

- Monitorar a glicose imediatamente antes, durante e após o exercício;

- Consumir carboidrato se a glicose do sangue for < que 100mg/dl;
- Evitar exercícios em horários noturnos avançados;

#### Dieta

- Quando o exercício não for planejado, carboidratos extras devem ser consumidos (ex: 20-30g para cada 30 min de exercício);
- Consumir carboidratos de fácil absorção;
- Após o exercício, um lanche com carboidrato pode ser necessário;

#### Insulina

- Insulina de ação intermediária: diminuir 30-35% no dia do exercício;
- Insulina de ação intermediária e curta: abolir a dose da insulina de ação curta que precede o exercício;
- Múltiplas doses de insulina de ação curta: reduzir a dose antes do exercício em 30-35% e adicionar carboidratos;
- Não exercitar na hora do pico da ação da insulina.

Quadro 3: Orientações gerais para prevenir a hipoglicemia em relação ao exercício.  
Fonte: DRINKWATER (2005). Mulheres no Esporte.

Essas orientações na prevenção de possível hipoglicemia durante o exercício fazem parte do tratamento da DM, visto que a diminuição das taxas de glicose na corrente sanguínea pode levar a sérias complicações ao paciente.

## 1.4 EPIDEMIOLOGIA E DIABETES MELLITUS

A diabetes mellitus é uma das patologias que mais preocupa o *Sistema Nacional de Saúde* devido ao seu efeito em relação às complicações que se enquadram em: doença coronariana, doença cerebrovascular, hipertensão, doença vascular periférica, distúrbios renais, distúrbios oftálmicos e outras complicações que podem causar no indivíduo, comprometendo sua qualidade de vida, podendo levá-lo à morte. Segundo Lerário (1998), o impacto da doença, como problema de saúde pública, decorre não apenas de seu quadro

clínico diretamente relacionado à hiperglicemia, mas, principalmente, das alterações funcionais que ocorrem em diferentes órgãos e sistemas, resultantes do descontrole metabólico crônico.

Morgan et al (2000) relataram que diabéticos têm, em média, uma redução na expectativa de vida de 7 anos para homens e de 7,5 anos para mulheres. Essa expectativa pode variar dependendo das complicações associadas ao DM. Para se ter uma idéia em relação à queda do índice de expectativa de vida, Belfort et al (2001) demonstraram neste estudo que o total de óbitos ocorridos no município do Rio de Janeiro, no ano de 1996, foi de 51.322, excluindo-se os óbitos em menores de 1 ano e as causas externas de mortes. Desse total, 2.253, relacionava a DM como causa básica e absoluta de morte. Na tabela 1 abaixo, tanto o óbito por DM quanto por outras causas, foram classificadas por sexo e grupo etário.

IDADE	ÓBITOS POR DM					
	SEXO				TOTAL	
	Masculino		Feminino		n°	%
	n°	%	n°	%		
01-09	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
10-19	0	0,0%	4	0,2%	4	0,2%
20-29	13	0,6%	8	0,4%	21	0,9%
30-39	26	1,2%	21	0,9%	47	2,1%
40-49	83	3,7%	62	2,8%	145	6,4%
50-59	146	6,5%	160	7,1%	306	13,6%
60-69	266	11,8%	345	15,3%	611	27,1%
70-79	237	10,5%	410	18,2%	647	28,7%
>80	144	6,4%	328	14,6%	472	20,9%
TOTAL	915	40,6%	1338	59,4%	2253	100,0%

IDADE	ÓBITOS POR DEMAIS CAUSAS					
	SEXO				TOTAL	
	Masculino		Feminino		n°	%
	n°	%	n°	%		
01-09	1469	2,9%	1064	2,1%	2533	4,9%
10-19	960	1,9%	247	0,5%	1207	2,4%
20-29	2078	4,0%	519	1,0%	2597	5,1%
30-39	2450	4,8%	948	1,8%	3398	6,6%
40-49	3095	6,0%	1576	3,1%	4671	9,1%
50-59	3724	7,3%	2309	4,5%	6033	11,8%
60-69	5644	11,0%	4109	8,0%	9753	19,0%
70-79	5286	10,3%	5389	10,5%	10675	20,8%
>80	3671	7,2%	6784	13,2%	10455	20,4%
TOTAL	28377	55,3%	22945	44,7%	51322	100,0%

\* Excluindo-se as causas externas de mortalidade.

Tabela 1: Classificação de óbitos tanto por DM quanto por outras causas.

Fonte: Mortalidade por Diabetes Mellitus e Outras Causas no Município do Rio de Janeiro Diferenças por Sexo e Idade. 2001.

A tabela 1 compara, em valores percentuais e numéricos, os óbitos por DM e por outras causas, e mostra que seu percentual é bem significativo quando se trata de controle epidemiológico.

No gráfico 1 a população geral apresentou um maior percentual de óbitos no sexo masculino em relação ao sexo feminino para todas as idades, exceto após a faixa etária entre 70-79 anos, quando prevaleceram os óbitos no sexo feminino. No entanto, observando os óbitos por DM, esta inversão entre os sexos ocorreu mais precocemente, isto é, houve um percentual maior de óbitos no sexo feminino já a partir dos 50-59 anos, conforme o gráfico 2 a seguir:

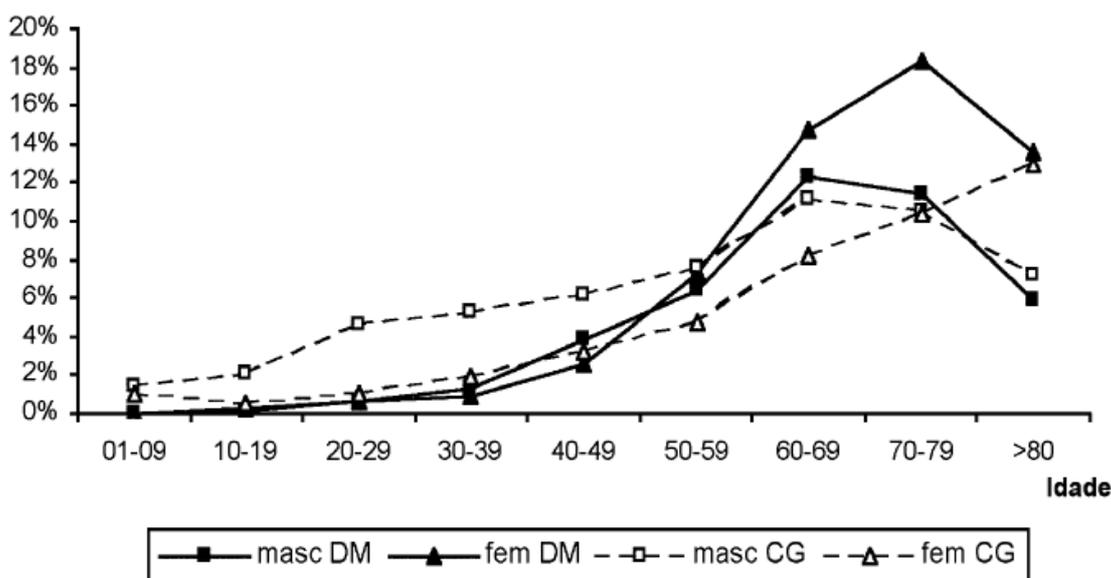


Gráfico 2: Percentual de óbitos no sexo masculino em relação ao sexo feminino.

Fonte: Mortalidade por Diabetes Mellitus e Outras Causas no Município do Rio de Janeiro – Diferenças por Sexo e Idade. 2001.

O gráfico 1 faz uma comparação por grupo etário e sexo entre os óbitos por DM e por causas gerais como causa básica de óbitos no município do Rio de Janeiro, nos anos de 1994, 1995, 1996 (média percentual).

Praticamente em todos os países, a diabetes é reconhecida como um sério problema de saúde, independentemente de grau de desenvolvimento sócio-econômico da população, e envolve altos custos financeiros em seu tratamento bem como de suas complicações (MODENEZE, 2004). Segundo estimativas da OMS (*Organização Mundial de Saúde*), o número de portadores de DM em todo o mundo era de 177 milhões em 2000, com expectativa de alcançar 350 milhões de pessoas em 2025, representando a 5º causa de morte no mundo

(BRAGA et al, 2007). No Brasil, são cerca de seis milhões de portadores e deve alcançar 10 milhões de pessoas em 2010, como mostra o gráfico 3 que segue sobre as complicações da DM:

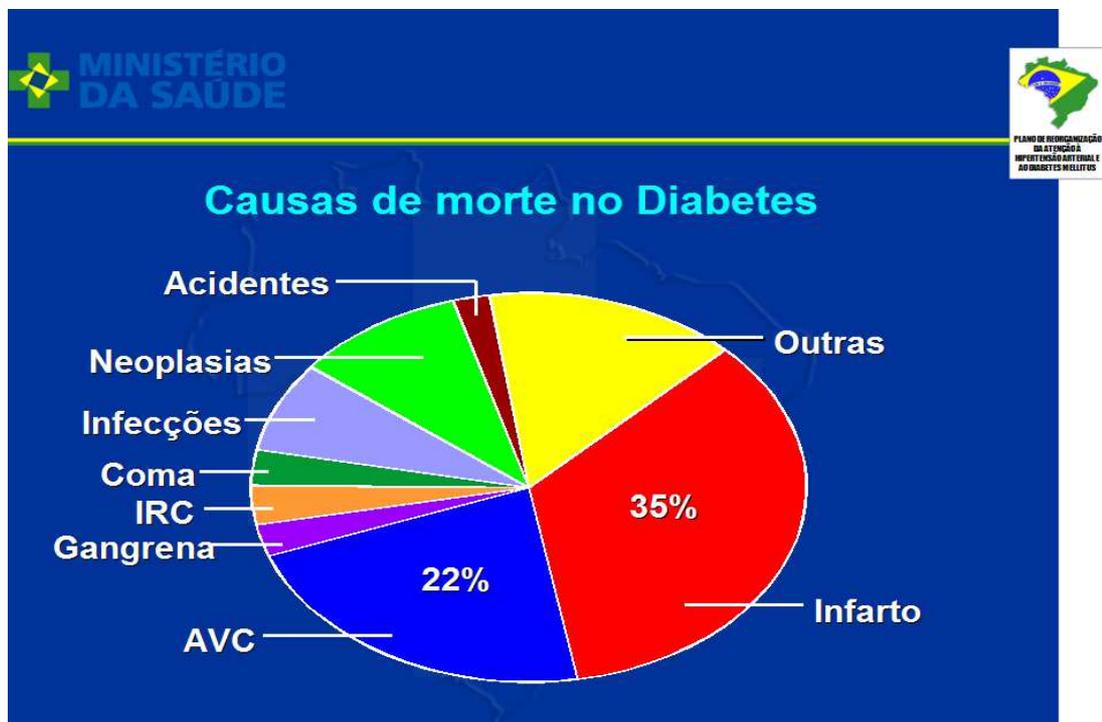


Gráfico 3: Causas de morte na DM.  
Fonte: Ministério da Saúde

O gráfico 3 esboça as complicações da DM no indivíduo quando não controlada, representando uma das maiores causas de morte.

A prevalência de DM no Brasil, segundo a SBD (*Sociedade Brasileira de Diabetes*), baseada no DATASUS, atinge 7,6% da população entre 30 e 69 anos e desse total, 50% desconheciam o diagnóstico. Para Belfort et al (2001), somando os indivíduos que desconhecem o diagnóstico com aqueles conhecedores da enfermidade, mas que mesmo assim não fazem qualquer tratamento ou, ainda, o fazem, mas sem conseguirem nível adequado de controle glicêmico, teremos mais da metade da população brasileira com DM em risco de desenvolvimento das complicações vasculares, renais, cardíacas, oftalmológicas, neurológicas e infecciosas. Com o passar do tempo, estas complicações irão acarretar grande impacto econômico-social, por fomentarem a demanda por mais consultas, exames, internações e cirurgias com incapacitação laborativa provisória ou permanente, projetando o DM como um problema de saúde pública.

Isso gera um ônus muito grande no que diz respeito à economia. Pois mundialmente, os custos diretos para o atendimento ao diabético, variam de 2,5% a 15% dos gastos nacionais

em saúde, dependendo da prevalência local de diabetes e da complexidade do tratamento disponível. Além disso, pode acarretar outros gastos que estão associados à dor, à ansiedade, à inconveniência, à queda de qualidade da vida que afetam os doentes e suas famílias e, até mesmo, por se enquadrar na carga adicional à sociedade, em decorrência da perda de produtividade no trabalho, aposentadoria precoce e mortalidade prematura.

## CAPÍTULO II

### 2 EXERCÍCIO FÍSICO E DIABETES MELLITUS

Atualmente, o exercício físico regular, juntamente com a insulinoterapia e o planejamento alimentar, tem sido considerado como uma das três principais abordagens no tratamento da DM do tipo I. O tratamento tem como objetivo aproximar as condições metabólicas do indivíduo com DM desse subgrupo, de um estado fisiológico normal, conseqüentemente prevenindo ou retardando as complicações crônicas da DM.

Para Lima (2007), o exercício físico é de vital importância para os diabéticos, pois aumenta a sensibilidade à ação da insulina. Esse aumento ocorre durante e após a atividade física, perdurando por até 48 horas. Na DM do tipo I, que se inicia mais freqüentemente em crianças e adolescentes, e que necessita de aplicações diárias de insulina, o exercício físico auxilia no melhor controle da pressão arterial, no perfil lipídico, com redução do colesterol total e triglicérides, além da melhora da capacidade física geral. Influencia também no aspecto emocional pelo fato dos exercícios proporcionarem sensação de bem-estar. Como a administração de insulina é ajustada de acordo com as necessidades de cada pessoa, a orientação médica é importante para que seja administrada a dose ideal de insulina de acordo com a dieta e o exercício praticado. A glicemia pode ser acompanhada antes e após o exercício físico, pois há riscos de ocorrer uma hipoglicemia. Assim, o exercício físico pode auxiliar no tratamento da diabetes do tipo I, podendo reduzir as necessidades diárias de insulina, entre outros benefícios. É importante que se tenha a consciência de que a prática esportiva é fundamental, seja na prevenção ou no auxílio ao tratamento de diversas doenças e que o exercício garante ao praticante, além dos benefícios comprovados em exames diversos, uma sensação de bem-estar (LIMA, 2007).

O exercício físico, de forma geral, caracteriza-se por atividade que eleva significativamente a necessidade de energética do organismo, exigindo, portanto, alterações agudas expressivas tanto no metabolismo celular como no controle neuro-endócrino. O exercício físico provoca aumento específico na demanda energética, o que exige ajuste metabólico e endócrino precisos. A diabetes mellitus é uma patologia na qual ocorrem alterações endócrinas importantes, que modificam os níveis insulinêmicos e, portanto, podem alterar as respostas ao exercício físico (FORJAZ et al, 1998).

Para alcançar estes objetivos, Furtado et al (2007) dizem que é recomendada a prática

do exercício físico com pelo menos 150 minutos de atividade aeróbia de intensidade moderada (50–70% da frequência cardíaca máxima), distribuídos ao longo da semana, ou, pelo menos, 90 minutos de exercício intenso por semana.

Na ausência de contra-indicações, deve ser encorajada a prática de exercício de resistência, 3 vezes por semana, nos principais grupos musculares. Para alcançarem estes benefícios, os portadores de DM tipo I necessitam de ajustes nas doses de insulina, tendo em vista a melhora na sensibilidade a este hormônio obtida pela prática regular de exercícios.

## 2.1 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO EXERCÍCIO FÍSICO PARA O DIABÉTICO

De Angelis et al (2005) dizem que, durante o exercício, o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) em todo o corpo aumenta em até 20 vezes, e esse aumento pode ser ainda maior nos músculos em atividade. Com o objetivo de atender a demanda aumentada de energia da atividade física, o músculo esquelético utiliza seus depósitos de glicogênio e triglicerídeos para re-síntese de ATP.

Apesar do grande aporte de glicose à musculatura em atividade, a glicose sangüínea é mantida em níveis normais, pois ocorre redução da insulinemia e elevação de hormônios contra-reguladores, como glucagon, cortisol, catecolaminas e hormônio do crescimento. Durante o exercício, o transporte de glicose na célula muscular aumenta, bem como a sensibilidade da célula à ação da insulina (DE ANGELIS et al, 2005).

Tanto indivíduos com DM tipo I, como indivíduos não diabéticos, apresentam melhor sensibilidade à insulina induzida pelo exercício. Estes efeitos são induzidos pelo treinamento físico em decorrência de 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 de fosfolípido do sarcolema, aumento na atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e aumento na atividade da glicogênio-sintetase (DE ANGELIS et al, 2005, 2006).

Silva (2005) relata que a glicose não pode se difundir através dos poros da membrana, visto que o seu peso molecular é de 180u, e o máximo de partículas permeáveis é de cerca de 100u. Existem dois tipos de transporte de glicose através da membrana celular, que é o transporte facilitado mediado por transportadores de membrana específica (*GLUTs*) e co-transporte com íon de sódio (*SGLT*). Nesse tipo de transporte, a glicose é transportada para dentro da maioria das células contra um grande gradiente de concentração. O mecanismo de

co-transporte está presente na parte apical da célula intestinal e do túbulo proximal renal. Tem a função de captar a glicose da dieta para levar à corrente sanguínea e prevenir a perda urinária da glicose, respectivamente. Este transporte é independente da influência da insulina, processo que é mediado por um transportador, no qual o movimento da glicose é acoplado ao gradiente de concentração do sódio, que é transportado para o interior da célula ao mesmo tempo.

Em todas as células, a glicose é transportada através de transportadores, de uma área de maior concentração para uma de menor, por difusão facilitada (exceção feita à célula intestinal e túbulo renal) que é possível devido às propriedades especiais de ligação da proteína transportadora de glicose (*GLUT*) da membrana. A velocidade de transporte da glicose, bem como de alguns outros monossacarídeos, é acentuadamente aumentada pela insulina. Quando o pâncreas secreta grande quantidade de insulina, a velocidade de transporte é aumentada em 10 a 20 vezes em relação à velocidade observada na ausência da secreção de insulina.

Maughan et al (2000) dizem que o GLUT4 é uma proteína transportadora específica que está envolvida na passagem de glicose através da membrana celular. Os GLUT4 são os transportadores insulina-dependente, mais abundantes nas membranas celulares do músculo esquelético, cardíaco e tecido adiposo. No fígado, a insulina inibe a glicogenólise e a gliconeogênese e estimula a síntese de glicogênio na musculatura esquelética, estimula a captação de glicose e síntese de glicogênio no tecido adiposo, estimula a captação de glicose e redução da liberação de ácidos graxos e síntese de triglicérides. Também estimula a entrada de aminoácidos nas células para promover a síntese protéica. O transportador possui a menor cinética da família dos GLUT, mas grande afinidade. Sem estimulação, a densidade do GLUT4 na membrana é extremamente baixa, estando presente em vesículas citoplasmáticas, a quantidade de vesículas é variável pela atividade do tecido. Após a estimulação pela insulina, esses transportadores são translocados para a membrana e o transporte de glicose é aumentado (SILVA, 2005).

De Angelis et al (2005) ressaltam que o transporte de glicose no músculo esquelético durante o exercício ocorre primariamente por difusão facilitada, usando proteínas transportadoras (*GLUTs*) cujos principais mediadores de ativação são a insulina e o exercício, ou seja, é possível haver translocação de GLUT4 para a membrana muscular durante o exercício, mesmo na ausência de insulina. Em contrapartida, os mecanismos moleculares envolvidos na translocação do GLUT4, em decorrência do exercício, independentes da ação

da insulina, não estão bem estabelecidos. Evidências indicam que o cálcio liberado pelo retículo sarcoplasmático é um mediador desse processo de translocação, iniciando ou facilitando a ativação de moléculas sinalizadoras intracelulares ou cascatas de sinalização que levam aos efeitos imediatos e prolongados do exercício sobre o transporte de glicose no músculo.

Iborra (2006) afirma que a melhor utilização periférica de glicose, induzida pelo exercício físico, resulta na indução da expressão e translocação de transportadores de glicose “GLUT4”, devido ao estímulo de diversas proteínas quinases, em especial a proteína dependente de AMP cíclico (*AMPK*), que é sensível a depleção de ATP (*adenosina trifosfato*) na fibra muscular e quinases ativadas por cálcio. Há também a ação da bradicinina, do óxido nítrico, que são postulados como possíveis mediadores de sinalização ao GLUT 4.

Dessa forma, a possibilidade de indivíduos diabéticos do tipo I transportarem glicose para a musculatura durante o exercício, independentemente da ação da insulina, poderia contribuir para maior utilização desse substrato como fonte energética, favorecendo a redução da hiperglicemia e a melhora do controle glicêmico. Corroborando essa hipótese, estudos em animais diabéticos demonstraram, que durante o exercício físico, a captação de glicose independente da insulina nesses animais aumenta de forma semelhante àquela descrita em ratos saudáveis. Além disso, esse aumento do transporte de glicose e a melhora da sensibilidade à insulina podem permanecer por períodos prolongados após a sessão de exercício dinâmico, o que poderia ser benéfico no controle glicêmico de pacientes com diabetes mellitus (DE ANGELIS et al, 2005).

O treinamento físico em indivíduos com DM tipo I melhora a sensibilidade à insulina. De Angelis et al (2006), baseados nos estudos de Mosher et al (1998), evidenciaram redução dos níveis de hemoglobina glicada em adolescentes com DM tipo I submetidos a treinamento físico aeróbio. O exercício físico determina melhora na ação insulínica, especialmente no músculo esquelético. O exercício físico regular melhora o controle glicêmico, reduz fatores de risco cardiovasculares, contribui para perda de peso e pode prevenir a diabetes em indivíduos de alto risco. O controle glicêmico é o principal fator que interfere sobre a concentração lipídica dos pacientes com DM. Pacientes com DM tipo I descompensados têm níveis mais altos de triglicérides quando comparados a não diabéticos. Khawali et al (2003) verificaram melhora no perfil lipídico independentemente da melhora do controle glicêmico em adolescentes com DM tipo I que aderiram a um programa de exercícios e controle alimentar.

Outros estudos também demonstraram melhora no perfil lipídico após treinamento

físico (poucos dias a três meses) em indivíduos com DM tipo I, incluindo redução dos níveis de colesterol total, LDL-colesterol, triglicérides e aumento no HDL-colesterol. A redução da resistência à insulina induzida pelo treinamento físico dinâmico, segundo De Angelis et al (2006), pode promover outros efeitos benéficos, incluindo melhora cardiovascular e no perfil lipídico, os quais potencialmente poderiam reduzir a morbidade e a mortalidade nessa população.

Em relação à função renal, o aumento da excreção urinária de albumina é marcador precoce de nefropatia diabética. O exercício aumenta agudamente a excreção urinária de albumina, por elevar a pressão capilar glomerular, e conseqüentemente a filtração de albumina pela membrana basal. Esta resposta fisiológica no aumento da albuminúria em resposta ao exercício físico, levantou a hipótese de que uma resposta albuminúrica exagerada a este estímulo poderia servir como marcador prognóstico mais precoce de nefropatia diabética incipiente (DE ANGELIS et al, 2006).

De Angelis et al (2006) observaram que o treinamento físico normaliza a hipotensão e a bradicardia observadas em ratos com DM do tipo I. A normalização dos níveis pressóricos parece estar relacionada a um aumento do débito cardíaco, produto do aumento da frequência cardíaca basal e da melhora da contratilidade miocárdica. A reversão da bradicardia da DM experimental em animais treinados foi positivamente correlacionada com o aumento da frequência cardíaca intrínseca. A redução nos fluxos sanguíneos renais, cardíaco e muscular, decorrentes da DM do tipo I, também é atenuada após o condicionamento físico.

A avaliação da sensibilidade dos barorreceptores é uma excelente medida de função autonômica. Os barorreceptores estão localizados principalmente na crossa da aorta e no seio carotídeo, constituindo-se na forma mais importante de controle da pressão arterial em curto prazo, ou seja, momento a momento. Além do controle reflexo da atividade autonômica, os barorreceptores também exercem controle tônico sobre a atividade simpática e parassimpática. Assim, o comprometimento da função dos barorreceptores poderia atuar como elemento permissivo ao estabelecimento de alterações primárias de outros mecanismos de controle da função cardiovascular, por não modular a atividade simpática e parassimpática adequadamente.

Baseados num estudo de La Rovere et al (2002), De Angelis et al (2006) informaram que indivíduos pós-infarto, submetidos a um mês de treinamento físico dinâmico ou de força, melhoravam a sensibilidade dos barorreceptores após este período, e apresentavam uma mortalidade ao longo de 10 anos muito menor que indivíduos não treinados.

### 2.1.1 Respostas fisiológicas ao treinamento de força

O treinamento de força consiste em um método de treinamento que envolve a ação voluntária do músculo esquelético contra alguma forma externa de resistência, que pode ser provida pelo corpo, pesos livres ou máquinas. Este vem sendo bastante estudado por pesquisadores e apontado como um excelente treinamento no aprimoramento da qualidade de vida de seus praticantes, podendo contribuir para melhora nas mais diversas patologias. Os exercícios de força podem produzir mudanças na composição corporal, no desempenho motor, na força muscular e na estética corporal, sendo um componente atual importante nos programas de treinamento para a saúde pública (GUILHERME & JÚNIOR, 2006).

Para De Angelis et al (2006), os dados obtidos em trabalhos com animais e humanos comprovam que indivíduos com DM tipo I, treinados com exercícios aeróbios e dinâmicos, apresentam atenuação de alterações metabólicas, cardiovasculares e autonômicas após um programa de condicionamento. No entanto, os efeitos do uso de exercícios resistidos ou de força na DM tipo I permanecem pouco esclarecidos. Para Guilherme & Júnior (2006), os exercícios de força, quando usados corretamente, utilizando equipamentos bem planejados e em boas condições, utilizando roupas adequadas e sendo assessorado por um profissional da área, podem ser praticados por diversos grupos especiais como: cardiopatas, hipertensos, diabéticos e reumáticos. Esse tipo de treinamento contribui em diversos fatores tais como: a manutenção da taxa metabólica de repouso, aumento e manutenção da massa muscular e aumento no consumo de energia pós-esforço (*EPOC, excess post-exercise oxygen consumption*).

Entretanto, os estudos iniciais em relação aos benefícios do treinamento físico resistido em indivíduos com DM apresentaram resultados positivos. De Angelis et al (2006), com base nas pesquisas de Farrel et al (1999), demonstraram que oito semanas de treinamento físico resistido em ratos com DM, induziram redução da glicemia associada ao ganho de massa muscular. Brankston et al (2004) verificaram que um programa de exercícios resistidos associado à dieta foi mais eficiente do que simplesmente a dieta para reduzir a dose de reposição de insulina em mulheres com sobrepeso e diabetes gestacional. Além disso, deve-se ressaltar que não existem dados na literatura com relação aos benefícios metabólicos, cardiovasculares e autonômicos, dos exercícios resistidos na promoção da saúde em pacientes com DM do tipo I (DE ANGELIS et al, 2006).

Para Guilherme e Júnior (2006), a prática do circuito de força para pessoas que

apresentam complicações como os cardiopatas, hipertensos e diabéticos (muitos obesos apresentam estas patologias) parece ser um treinamento seguro e eficiente, desde que os indivíduos estejam devidamente medicados e liberados pelos médicos a praticarem atividade física. Uma das maiores críticas quanto ao treinamento da musculação em certos grupos, é quanto as respostas pressóricas da atividade no organismo dos praticantes. Porém, durante o treinamento em circuito, não ocorrem os mecanismos responsáveis pela elevação da pressão arterial ocorrida durante alguns métodos de musculação, principalmente por não manter altas intensidades (próximas de 100%), quando ocorre oclusão de vasos sanguíneos (CARLETTI, 1998).

### **2.1.2 Respostas fisiológicas ao treinamento aeróbio**

O treinamento aeróbio ou contínuo se baseia nos exercícios tipicamente aeróbios, também chamados de exercícios cíclicos, cuja duração é prolongada com intensidade baixa, moderada ou alta (50 a 85% do  $VO_2$  máx.) em ritmo cadenciado, provocando uma melhoria no transporte de oxigênio até o nível celular, desenvolvendo a resistência aeróbia (Wilmore, Costill, 1988). Este treinamento geralmente é aplicado abaixo do limiar anaeróbio evitando-se a produção excessiva de ácido láctico. Propicia um relativo conforto em sua realização pela instalação do estado-estável (*steady-state*), tornando-se particularmente adequado para iniciantes em atividades físicas ou para os que almejam reduzir gordura corpórea por meio de considerável gasto energético (SANTOS et al, 2002).

De fato, o exercício físico constitui importante estímulo à captação de glicose, por mecanismos que dependem e independem da insulina. A prática crônica do exercício físico induz diversas adaptações bioquímicas, principalmente no sistema muscular. O treinamento aeróbio provoca alterações que favorecem a aerobiose, aumentando tanto o número quanto o tamanho das mitocôndrias. Além disso, o exercício físico crônico também resulta em adaptações orgânicas de acordo com as exigências e o tipo de atividade (COLBERG et al, 2000). Sabe-se que o exercício físico aeróbio para pacientes com DM é efetivo para melhora da homeostase da glicose e aumenta os valores de  $VO_{2máx}$ , que normalmente estão reduzidos nesse público quando comparado a indivíduos saudáveis de mesma idade (DAMIANO, 2007).

Mantendo-se a frequência cardíaca a aproximadamente 70% da máxima, o exercício aeróbio pode ser considerado suficientemente intenso para estimular efeitos salutares positivos em indivíduos aptos, entretanto, não deve ser extenuante, pois quando muito

prolongado o treinamento pode resultar na síndrome de supertreinamento ou fadiga, afastando o praticante do treinamento por tempo considerado (SANTOS et al, 2002).

Para Damiano (2007), os exercícios moderados, realizados frequentemente, resultam numa diminuição da glicemia que pode perdurar por hora ou dias, isso porque há um aumento da sensibilidade dos receptores do músculo à insulina. Essa melhora no controle glicêmico, por períodos prolongados, ocorre devido aos efeitos cumulativos decorrentes do exercício. Além do controle glicêmico, os efeitos cumulativos agem também no aumento da concentração de HDL, que foi observado em função da frequência e intensidade do exercício aeróbio. Tal evento advém do estímulo à lipoproteína lipase, considerando que a geração de partículas de HDL é um processo inerente ao metabolismo das lipoproteínas ricas em triglicérides (IBORRA, 2006). Com isso, o papel do exercício físico sobre a elevação da concentração plasmática de HDL parece estar condicionado a diversos fatores, tais como: melhora na resistência à insulina, redução do peso corporal e trigliceridemia. Tais fatores são responsáveis pela grande variabilidade da resposta do HDL colesterol, frente ao exercício. Isso porque o exercício físico exerce importantes ações sobre o perfil lipídico a favor de um estado antiaterogênico. (IBORRA, 2006).

Assim, os benefícios a longo prazo no treinamento aeróbio, segundo o Protocolo Assistência do Portador de DM do tipo I e Gestacional, informa que a atividade física realizada em sessões de 30 a 40 minutos, 3 a 4 vezes por semana, em intensidade moderada (50 a 80% do  $VO_{2max}$ ) inclui o metabolismo dos carboidratos e a sensibilidade à insulina, e redução em 10-20% da hemoglobina glicada.

## 2.2 RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO

Para De Angelis et al (2005), todos os portadores de diabetes mellitus do tipo I devem ser submetidos à história e ao exame físico. Um teste ergométrico é recomendado para todos aqueles diabéticos com mais de 35 anos ou com mais de 25 anos e com DM do tipo I há mais de quinze anos. Pacientes com presença de outro fator de risco para doença arterial coronariana, complicação microvascular, nefropatia, doença vascular periférica e neuropatia tanto periférica como autonômica devem ser cuidadosamente avaliados, conforme recomendações da “American Diabetes Association”.

A hiperglicemia (> 250 mg/dl com cetose ou > 300 mg/dl mesmo sem cetose) ou as glicemias reduzidas (< 100 mg/dl) prévias à atividade física devem ser corrigidas, por

representarem fatores de risco para o desenvolvimento de cetose e hipoglicemia imediatamente depois ou muitas horas após o exercício físico. O exercício físico deve ser realizado pelo menos uma hora após a reposição de insulina, para evitar sua rápida absorção ou o seu pico máximo de ação que induziria à hipoglicemia. Em exercícios prolongados de intensidade leve a moderada recomenda-se a ingestão de carboidratos durante (10 g a 15 g a cada 30 minutos) (DE ANGELIS et al, 2005).

Rabasa-Lhoret et al (2001) avaliaram a apropriada redução da dose de insulina pré-refeição (25% a 100%) para exercícios realizados em diferentes intensidades (25%, 50% e 75%  $VO_{2máximo}$ ) e durações (30 minutos e 60 minutos) no período pós-prandial em pacientes diabéticos portadores de diabetes mellitus do tipo I, sugerindo parâmetros de redução da reposição insulínica a fim de evitar hipoglicemia durante o exercício nesses indivíduos.

Modeneze (2004) diz que para o diabético aproveitar o máximo benefício do exercício físico, deve-se seguir alguns cuidados como:

- a) Dentre as atividades aconselhadas, escolha a qual você mais se identifica, para que possa incorporá-la ao seu estilo de vida;
- b) Levantamentos de peso podem complementar de maneira agradável um programa de exercícios físicos;
- c) Prevenir lesões pelo aquecimento antes do exercício físico com 5 a 10 minutos de atividade moderada e alongamentos, e volta à calma com 5 a 10 minutos de exercícios físicos leves e relaxantes;
- d) Verificar a taxa glicêmica antes e após o trabalho e a cada 20 ou 30 minutos de exercícios físicos. Se sua taxa de açúcar for menor que 100 mg/dl tome um lanche contendo de 15 a 30 gramas de carboidratos antes do exercício físico, mas se sua taxa estiver excessiva, ou seja, acima de 250 mg/dl (para tipo II) e acima de 200 mg/dl (para tipo I), adie o exercício físico até ocorrer a queda dessa taxa;
- e) Reconhecer os sinais de hipoglicemia (tontura, sudorese, tremedeira, visão dupla) e tomar um lanche quando isso ocorrer;
- f) Ajustar a dosagem de insulina, se necessário (normalmente o exercício físico proporciona essa condição);
- g) Após exercício físico, intenso ou prolongado, pode haver necessidade de carboidratos extras, durante as próximas 24 horas, a fim de reabastecer as reservas musculares e hepáticas, para prevenir a hipoglicemia tardia;

- h) Utilizar calçados confortáveis e meias apropriadas que não retenham umidade, para prevenir bolhas, manter os pés secos e minimizar ou prevenir traumas, principalmente se existe neuropatia periférica;
- i) Utilizar uma identificação (bracelete) que possa ser vista facilmente, para que as pessoas possam proceder de maneira segura caso ocorra algum problema;

É importante a avaliação clínica e física para prevenir possíveis complicações micro e macrovasculares que podem ser exacerbadas pelo exercício físico mal direcionado. O exame deve proteger a saúde cardiovascular, doenças arteriais periféricas, retinopatias, nefropatias, e neuropatias (MODENEZE, 2004).

### 2.3 PRESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO

Para De Angelis et al (2005), todos os níveis de atividade física, incluindo atividades de lazer, esportes recreacionais e competitivos (de alto desempenho), podem ser realizados por sujeitos com diabetes mellitus do tipo I sem complicações e com bom controle glicêmico.

Para Modeneze (2004), sessões repetidas de uma atividade intensa, como um treinamento de força intervalado ou em circuito, podem resultar numa significativa depleção de glicogênio, o que aumenta significativamente a sensibilidade à insulina pós-atividade, devido ao posterior armazenamento de glicogênio nas células musculares e hepáticas. Exercícios físicos de alongamento, bem como exercícios físicos de força, como levantamento de pesos também são indicados, porém, o essencial é que o paciente sinta prazer na atividade para que o mesmo possa incorporá-la em seu estilo de vida.

É recomendado o exercício que se possa fazer um bom controle da intensidade, ser facilmente mantido e requerer pouca habilidade. Para esses indivíduos, é importante determinar um tipo de exercício que efetivamente possa maximizar o gasto energético, já que a obesidade e a DM estão frequentemente associados (ACSM, 2000), (VANCINE et al, 2004). A monitoração da intensidade do exercício físico requer o uso da frequência cardíaca ou escalas de percepção subjetiva de esforço. A progressão do exercício físico em pacientes com DM depende de uma série de fatores que incluem: a idade, a capacidade funcional, a condição clínica e médica, as preferências pessoais e os objetivos. Mudanças na progressão do exercício físico devem ser direcionadas sobre a frequência cardíaca e duração do exercício mais do que na intensidade (VANCINE et al, 2004).

O ACSM (*American College of Sports Medicine*) diz que a rotina de exercícios para os diabéticos deve fazer parte de três grupos de exercícios: exercícios aeróbios, exercícios resistidos e exercícios de flexibilidade. Exercícios aeróbios devem ser realizados três a cinco vezes por semana por 20 a 60 minutos a 40%-85% do  $VO_{2\text{máximo}}$  ou a 55%-90% da frequência cardíaca máxima. Colberg e Swain (2000) recomendam que os exercícios resistidos devem incluir pelo menos 8 a 10 exercícios diferentes, usando grandes grupos musculares com a frequência de duas a três vezes por semana. Recomenda-se que também seja levado em consideração o cansaço físico subjetivo durante os exercícios aeróbios e resistidos, devendo este permanecer entre ligeiramente cansativo e extenuante.

Os exercícios de flexibilidade devem ser incorporados à rotina de exercícios com uma frequência de duas a três vezes por semana para minimizar o prejuízo na flexibilidade decorrente da glicosilação de várias estruturas articulares. Além disso, exercícios de alongamento (5 a 10 minutos) devem ser realizados em todos os dias das sessões de treinamento, no aquecimento ou no pós-sessão. Por fim, aquecimento e relaxamento são recomendados independentemente do tipo de atividade realizada, consistindo de 5 a 10 minutos de atividades aeróbias de baixa intensidade (DE ANGELIS et al, 2005).

## CONCLUSÃO

Existem inúmeras referências em nossa literatura sobre a importância do exercício físico no controle glicêmico de diabéticos do tipo II, justamente pelo fato da maioria desses portadores estarem classificados neste tipo de DM. Porém, poucas referências são encontradas no que diz respeito à importância dessa atividade como agente facilitador no controle da DM do tipo I. Praticar atividade física é tão importante quanto a administração diária de insulina, assim como seguir uma dieta balanceada. O exercício físico contribui não só na melhora no que diz respeito ao perfil fisiológico, mas também como uma alternativa a mais para se obter qualidade de vida. Grande parte dos portadores de DM do tipo I desconhecem a real eficácia do exercício físico, independentemente do tipo de atividade, devido à falta de acesso às informações sobre as suas vantagens ou até mesmo por não acreditarem que o exercício possa contribuir efetivamente de forma significativa para a saúde do diabético.

Hoje sabemos que a diabetes mellitus se tornou um grande problema de saúde pública e que alcança, cada vez mais, proporções epidêmicas. Sabemos também que as medidas de intervenção e prevenção ao diabetes, como mudança no estilo de vida e programa de controle da glicemia, devem ser adaptados à realidade da população quanto seu grau de desenvolvimento sócio-econômico. Assim, a promoção educacional de palestras sobre qualidade de vida, exercícios físicos e DM, acrescentando às práticas regulares de exercícios físicos (aeróbio, de resistência muscular, relaxamento e alongamento), atividades recreacionais, verificação de glicemia capilar e pressão arterial são estratégias para se iniciar um grupo ativo em busca do controle glicêmico na DM. É notório que a intervenção dada pelo profissional de educação física a este grupo reflete melhor no que diz respeito à melhora no hábito de vida. O professor de educação física dentro do seu ambiente de trabalho dá condições ao diabético de perceber que a DM não é fator limitante para sua vida, e sim, que ele é capaz de realizar quaisquer ações. Desta forma, as prescrições de exercícios físicos, implantadas pelo professor de educação física, fazem com que o diabético interaja e se torne assíduo com o seu grupo, através da troca de idéias e esclarecendo dúvidas que são tão comuns hoje em dia no que diz respeito a exercício físico e DM.

Novas abordagens poderão fornecer informações inovadoras a respeito do controle da glicemia. Esperamos que este estudo e o conhecimento de novos trabalhos possam encorajar profissionais da saúde como nós, professores de educação física, e também pacientes na busca de intervenções que melhorem não só o controle metabólico, mas sua qualidade de vida.

Consideramos que é chegada a hora de oferecer aos leitores principais informações que tratam da diabetes, que mostrem uma gama de conhecimentos que possam nos atualizar em relação a todos os avanços no que dizem respeito ao controle da glicemia, além de permitir a difusão do que vem sendo feito de novo em pesquisa nessa área no país e no mundo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, Carlos Alberto Mayora. **Clonagem e Caracterização de Genes Regulados por Glicose em Ilhotas Pancreáticas Humanas**. 2002. TESE (Doutorado em BIOQUÍMICA) – Universidade de São Paulo, 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

BARTOLLOTO, Luiz Aparecido. **Alterações das Propriedades Funcionais e Estruturais de Grandes Artérias no Diabetes Mellitus** – revisão - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia. São Paulo, 2007.

BELFORT, Renata; OLIVEIRA, José Egídio Paulo. **Mortalidade por Diabetes Mellitus e Outras Causas no Município do Rio de Janeiro –Diferenças por Sexo e Idade** – artigo original - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia ; vol 45 nº 5. Rio de Janeiro, RJ outubro 2001.

BOUZAA, E. Tizón; ROBLES, M. N.; GARCÍA, Fernández, C. **Atención de enfermería en la prevención y cuidados del pie diabético** - aComplejo Hospitalario Arquitecto Marcide-Profesor Novoa Santos. Chile, 2004.

BRAGA, Juarez R; SANTOS, Ítalo S. O; FLATO, Uri P. et al. **Impacto do Diabetes Mellitus na Mortalidade em Síndromes Coronarianas Agudas** – revisão - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia. São Paulo, 2007.

BRANKSTON, G.N.; MITCHELL, B.F., RYAN, E.A, OKUN, N.B. **Resistance exercise decreases the need for insulin in overweight women with gestational diabetes mellitus**. Am J Obstet Gynecol, 2004;190:188-93.

CADERNO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Diabetes Mellitus** – Ministério da Saúde. Vol 16. Distrito Federal – Brasília, 2006.

CARLETTI, L. **Comportamento da pressão arterial de universitários submetidos a um programa de treinamento em circuito com pesos**. DISSERTAÇÃO (Mestrado)

Universidade Federal do Espírito Santo, 1998.

CHACRA, A. R. **Aumento da incidência de diabetes mellitus tipo I em crianças menores de 5 anos de idade.** Revista da Associação Médica Brasileira. vol. 47, nº 01, 2001.

COLBERG, SR; SWAIN, DP. **Exercise and diabetes control.** Phys Sports Méd. 2000, 28(4):1-18.

CRAWFORD, J.; COTRAN, R.S. **Pâncreas Exócrino.** In: Cotran RS, Kumar V, Collins T. **Patologia Estrutural e Funcional.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

DAMIANO, Luiz Eduardo Genovez. **Estudo Experimental dos Efeitos de Exercícios Padronizados, Aeróbios e Anaeróbios em Portadores de Diabetes Tipo II, Mediante Avaliações Antropométricas, da Glicemia e Termográficas.** 2007. DISSERTAÇÃO (Pós Graduação em BIOENGENHARIA) Escola de Engenharia São Carlos/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2007.

DE ANGELIS, Kátia; PUREZA, Demilto Y; LUCINAR, J. F. Flores; et al. **Efeitos Fisiológicos do Treinamento Físico em Pacientes Portadores de Diabetes Tipo 1** – revisão - Arq Bras Endocrinol Metab vol 50, nº 6, São Paulo, Dezembro, 2006.

DE ANGELIS. Kátia; DA PUREZA. Demilton, et al **Exercício Físico e Diabetes Mellitus do Tipo 1** – Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. 2005; 6 Supl A: 7-20.

DEMETERCO, Carla; LEVINE, Fred. **Terapia Gênica para o Diabetes** – revisão- - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia; vol 45, nº 1. São Paulo, Outubro, 2001.

DRINKWATER, Bárbara L. **Mulheres no Esporte.** ed. Guanabara Koogan, 2005.

FARRELL, P.A; FEDELE, M.J.; HERNANDEZ, J.; FLUCKEY, J.D.; MILLER, J.L.; 3rd, Lang CH, et al. **Hypertrophy of skeletal muscle in diabetic rats in response to chronic resistance exercise** .J Appl Physiol 1999; 87 : 1075 – 82.

FONSECA, Renato S; HOMOBONO, Carlos E; MAIOR, Alex S. **Verificação do efeito hipotensivo na realização de exercícios resisitidos e aeróbios.** Congresso Carioca de Educação Física - Federação Internacional de Educação Física – 1º FIEP 2006 RESUMO CIENTÍFICO (Congresso em Educação Física) – Barra da Tijuca, RJ. 2006.

FORJAZ, Claudia Lúcia de Moraes; TINUCCI, Taís; OLIVEIRA, Denise. **Exercício Físico e Diabetes**. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. vol 8, nº 5 Set/Out, 1998.

FURTADO, Mariana Vargas; POLANCZYK, Carisi Anne. **Prevenção Cardiovascular em Pacientes com Diabetes: Revisão Baseada em Evidências** – revisão - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia 2007, 51/2.

GROSS, J. L; NEHME, M. **Deteção e tratamento das complicações crônicas do diabetes mellitus**: Consenso da Sociedade Brasileira de Diabetes e Conselho Brasileiro de Oftalmologia, Ver. da Assoc. Méd. Bras, vol 14, n 3, p. 1-11 1999.

GUILHERME, Prof. João Paulo Limongi França; JÚNIOR, Dr. Tácito Pessoa de Souza. **Treinamento de Força em Circuito na Perda e no Controle do Peso Corporal**. 2006. Faculdade de Educação Física de Santos – Revista Conexões vol. 4, n. 2, 2006.

GUYTON, Arthur C; HALL, John. **Tratado de Fisiologia Médica Guyton**. 10º edição, ed Guanabara Koogan S/A, Rio de Janeiro, 2002.

IBORRA, Rodrigo Tallada. **Treinamento físico aeróbio aumenta a capacidade antioxidante das HDL e reduz o estresse oxidativo plasmático no diabetes melito tipo 2**. 2006 DISSERTAÇÃO (Mestrado em CIÊNCIAS) – Universidade de São Paulo, SP 2006.

KHAWALI, Cristina. ANDRIOLO, Adagmar. FERREIRA, Sandra Roberta G. – **Benefícios da Atividade Física no Perfil Lipídico de Pacientes com Diabetes Tipo I** Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabologia vol 47, nº 1, São Paulo, Fevereiro, 2003.

La Rovere MT, Bersano C, Gnemmi M, Specchia G, Schwartz PJ. **Exercise-induced increase in baroreflex sensitivity predicts improved prognosis after myocardial infarction**. Circulation, 2002;106:945-9.

LEHMANN, R, Kaplan V, Bingisser R, Bloch KE, Spinass GA. **Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM**. Diabetes Care. 1997, 20(10):1603-11.

LERÁRIO, Antônio Carlos. **Diabetes Melito: Aspectos epidemiológicos**. 1998. Revista da Sociedade Cardiologia do Estado de São Paulo, vol 8, nº 5 Set/Out, 1998.

LIMA, Miguel. **Atividade Física no Combate ao Diabetes** – 2007. fonte : endereço eletrônico:[http://www.educacaofisica.com.br/noticias\\_mostrar.asp?id=3082](http://www.educacaofisica.com.br/noticias_mostrar.asp?id=3082) ou Portal da Educação Física - acesso em 18/10/2007 às 12:30 p.m.

MAUGHAN, Ron; GLEESON, Michael; GREENHAFF, Paul L. **Bioquímica do Exercício e Treinamento**, ed Manole, 2000.

McARDLE, William D; KATCH, Frank I; KATCH, Victor L. **Fundamentos de Fisiologia do Exercício**. ed. Guanabara Koogan, 2002.

MODENEZE, Denis Marcelo. Qualidade de vida e diabetes: limitações físicas e culturais de um grupo específico. 2004. DISSERTAÇÃO (Mestrado em EDUCAÇÃO FÍSICA) – FEF – UNICAMP, 2004.

MORGAN, C.L.; CURRIE, C.J.; PETERS J.R. **Relationship Between Diabetes and Mortality**. Diabetes Care, vol.23, nº 08, 2000.

OKOSHI, Katashi; GUIMARÃES, Julliano F. Campos et al. **Miocardiopatia Diabética** – revisão - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia. Botucatu, 2007; 51/2.

OLIVEIRA, Camila A. M; ROGATTO, Gustavo Puggina; LUCIANO, Eliete. **Efeitos do treinamento físico de alta intensidade sobre os leucócitos de ratos diabéticos** – artigo original – Universidade Estadual Paulista – Unesp, SP. 2002.

OLIVEIRA, Rogério F. **História da Diabetes Mellitus: Primeiros Relatos**. Fonte: site: [www.diabetes.org.br](http://www.diabetes.org.br), biblioteca do IED acessado dia 22/10/2007 às 17:35h; link: <http://www.diabetes.org.br/aprendendo/historia/historiaprimeiros.php>.

Protocolo Assistencial do Portador de Diabetes Mellitus do tipo I e Diabetes Gestacional - Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. 2005.

RABASA-LHORET, R; BOURQUE, J; DUCROS, F; CHIASSON, JL. **Guidelines for Premeal Insulin Dose Reduction for Postprandial Exercise of Different Intensities and Durations in Type 1 Diabetic Subjects Treated Intensively With a Basal-Bolus Insulin Regimen (Ultralente-Lispro)**. Diabetes Care. 2001; 24 (4):625-30.

SAMPAIO, Emerson; ALMEIDA, Henriqueta G. G; DELFINO, Vinícius D. A. **Nefropatia e Retinopatia em Diabéticos do Tipo 1 de um Programa de Atendimento Multidisciplinar Universitário** – artigo original - Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia. 51/3 Londrina, 2007.

SANTOS, Michael; NOVAES, Patrick; FRANÇA, Eduardo et al. **Os Efeitos do Treinamento Intervalado e do Treinamento Contínuo na Redução da Composição em Mulheres Adultas**. 2002. artigo original – (Pós-Graduação em FISILOGIA E AVALIAÇÃO MORFOFUNCIONAL) - Universidade Gama Filho. Brasília-DF, 2002.

SILVA, Cássio Éccker. **Transportadores de Glicose: Tecidos dependentes e independentes de insulina**. SEMINÁRIO (Pós-graduação em BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – 2005.

SILVEIRA, Vera Maria Freitas; MENEZES, Ana Maria Baptista et al. **Uma Amostra de Pacientes com Diabetes Tipo I no Sul do Brasil** – artigo original -- Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia ; vol 45 n° 5. Rio Grande do Sul. Outubro, 2001.

TIPOS DE DIABETES MELLITUS <http://www.diabetes.org.br/diabetes/tipos/outrostipos.php>  
Copyright © 2006 Sociedade Brasileira de Diabetes; acessado em: 28/03/2007 17:00h.

VANCINE, Rodrigo Luiz; LIRA, Cláudio André Barbosa. **Aspectos Gerais da Diabetes Mellitus e Exercício** – Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício – Universidade Federal de São Paulo, 2004.

WILMORE, Jack H. COSTILL, David L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. ed. Manole 2° ed. Barueri, 2003.

ZECCHIN, Henrique Gottardello; CARVALHEIRA, José. B. C; SAAD, Mário J. A. **Mecanismos Moleculares da Resistência a Insulina na Síndrome Metabólica** – Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. São Paulo, 2004; vol 14, n° 4, Julho/Agosto.

## ANEXO 1 – HISTÓRIA DA DIABETES MELLITUS

Tendo em vista as diversas informações sobre a diabetes mellitus, fica a dúvida sobre a origem dessa doença e quando surgiu os primeiros relatos da DM. Pensando nisso, este anexo tem por objetivo transpor a história da DM desde o início, para fins de informação quanto sua etiologia.

Oliveira (2007) descreve a história da diabetes mellitus onde os primeiros relatos datam da era egípcia. Há relatos entre os hebreus com suspeita da diabetes gestacional. Desde a circuncisão de Abraão, aos 99 anos, muitas práticas endócrinas foram descritas. Somente cerca de 2000 mil anos depois, por volta de 70 d.C, um médico chamado Areteu da Capadócia, na Grécia, conseguiu descrever a diabetes. Areteu observou que aquele silencioso problema desenvolvia quatro complicações: muita fome (polifagia), muita sede (polidipsia), muita urina (poliúria) e fraqueza (poliastenia). Ele observou também que, quase sempre, as pessoas com esses sintomas entravam em coma antes da morte. Era algo “grave e misterioso”. Afinal, mesmo com a fartura de alimentos que entravam pela boca, a falta de energia corporal permanecia.

Desde Areteu, num período de 1600 anos, a medicina não evoluiu no estudo sobre a diabetes. Só em 1670 é que o médico inglês Thomas Willis descobriu, provando a urina de indivíduos que apresentavam os mesmos sintomas, que ela era "muitíssimo doce". Em 1815 o Dr. M. Chevreul demonstrou que o açúcar dos diabéticos era glicose. Por esta razão, os médicos passaram a provar a urina das pessoas sob suspeita de diabetes. Desde essa altura a doença passou a chamar-se "diabetes açúcarada" ou "Diabetes Mellitus". A palavra "Mellitus" é latina e quer dizer "mel ou adocicado" (OLIVEIRA, 2007)

Posteriormente, em 1889, dois cientistas alemães, Von Mering e Minkowski, descobriram que o pâncreas produz uma substância, ou hormônio, capaz de controlar o açúcar no sangue e evitar os sintomas da diabetes. No entanto, ainda não se tinha o conceito de hormônio ou secreção interna. Em 1849, Arnold Adolph Berthold no período de (1803-1861), fisiologista em Goettingen, por meio de experiências realizadas em galos, demonstrou a existência de vazamento de “alguma substância interna”. Mas foi Claude Bernard, em 1949, que usou pela primeira vez o termo “secreção interna”. A denominação endocrinologia entrou em uso no século XX, derivada de endon (interno) e krino (separar), ambos do grego clássico. O termo hormônio foi utilizado pela primeira vez pelo Prof. Ernest H. Starling. Desde então já havia relatos de que o mau funcionamento do pâncreas seria o responsável pela diabetes (OLIVEIRA, 2007).

Para saber mais informações sobre a história da DM, consulte nossa referência bibliográfica sobre a História da Diabetes Mellitus: Primeiros Relatos, de Rogério F. Oliveira em [www.diabetes.org.br](http://www.diabetes.org.br) .

```
<a rel="license"
href="http://creativecommons.org/licenses/by-
nd/3.0/br/"></a><br /><span
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
property="dc:title">A Prática do Exercício Físico no
Controle da Diabetes Mellitus do Tipo I</span> de
<span xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#"
property="cc:attributionName">Carlos Eduardo
Homobono</span> é licenciado sob uma <a rel="license"
href="http://creativecommons.org/licenses/by-
nd/3.0/br/">Licença Creative Commons Atribuição-No
Derivative Works 3.0 Brasil</a>.
```

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)