

**A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO COMBINADO (AERÓBIO E DE FORÇA) NA NECESSIDADE DE INSULINA EXÓGENA EM INDIVÍDUOS DIABÉTICOS TIPO I**Gabriela Novaes Arrantes<sup>1</sup>, Ana Cristina Inácia Santos<sup>1</sup>, Francisco Navarro<sup>1</sup>**RESUMO**

Este estudo tem como objetivo verificar a influência de um programa de atividade física combinada (aeróbio e de força) na necessidade de insulina exógena em indivíduos diabéticos do tipo I. Aplicamos como metodologia um estudo de caso onde foi investigada uma jovem diabética do tipo I de 23 anos, praticante de atividade física e com bom controle metabólico, cujas características são: 50 kg, 1m60cm e índice de massa corporal de 19,9. Ela realizou exames laboratoriais antes e após três semanas de treinamento, além da mensuração da glicemia pré e pós de cada sessão de exercícios. O treinamento de força foi dividido em três grupos de exercícios, todos realizados em 3 séries de 10 repetições máximas com 45 segundos de intervalo, sendo complementado com uma corrida de trinta minutos em esteira rolante a 75% da frequência cardíaca máxima do indivíduo em estudo. Para análise dos dados foram utilizadas as médias das glicemias pré e pós de cada uma das 15 sessões do protocolo, da comparação dos exames laboratoriais e da quantidade de insulina aplicada durante esse período obteve-se uma média da glicemia antes da sessão que estava em 206mg/dl e após o exercício em 83mg/dl. Das 63 aplicações de insulina ultra-rápida que ela deveria ter feito, realizou apenas 17 aplicações e não houve melhora significativa nos exames laboratoriais. Com o presente trabalho confirmou que esse protocolo de treinamento associado a uma dieta equilibrada foi capaz de reduzir em 59,7% a glicemia de maneira aguda, diminuindo a necessidade de insulina exógena em 73%, embora não tenha apresentado melhora significativa nos exames laboratoriais.

**Palavras chaves:** Diabetes mellitus tipo I, Atividade física, Insulina.

1- Programa de Pós-Graduação Lato-Sensu da Universidade Gama Filho – Fisiologia do Exercício: Prescrição do Exercício.

**ABSTRACT**

The influence of a program of physical activity combined (aerobic and resisted) in the necessity of exogenous insulin in diabetic individuals of type I

Objective to verify the influence of a program of physical activity combined (aerobic and resisted) in the necessity of exogenous insulin in diabetic individuals of type I. Diabetic young of type I of 23 years was investigated, practitioner of physical activity and with good metabolic control, whose characteristics are: 50kg, 1m60cm and index of corporal mass of 19.9. It carried through laboratories examinations before and after three weeks of training, beyond measure of the glicemia daily pay and after of each session of exercises. The resisted training was divided in three groups of exercises, all carried through in 3 series of 10 maximum repetitions with 45 seconds of interval, being complemented with a race of thirty minutes in rolling mat 75% of the maximum cardiac frequency of the individual in study. The data the averages of the glycemias had been used daily pay and after of each one of the 15 sessions of the protocol, of the comparison of the laboratory examinations and the amount of insulin applied during this period a average of the glycemia before the session was gotten that was in 206mg/dl and after the exercise in 83mg/dl. Of the 63 applications of extreme-fast insulin that it must have fact, it carried through only 17 applications and did not have significant improvement in the laboratories examinations. With the present work it confirmed that this protocol of training associated with a balanced diet was capable to reduce in 59.7% the glycemia in acute way, diminishing the necessity of exogenous insulin in 73%, has even so not presented significant improvement in the laboratory examinations.

**Key Words:** Diabetes mellitus type I, Physical activity, Insulin.

Endereço para correspondência:  
gnarantes@bol.com.br  
anasantos27@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus nada mais é do que a falta total ou parcial da insulina no organismo gerada por fatores genéticos, associados à obesidade, gestação, ou ainda doenças e inflamações que provocam distúrbios no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios, levando estes indivíduos a apresentarem elevada concentração de glicose no sangue (causando polidipsia, polifagia, poliúria, etc.).

Esta doença já acomete segundo a sociedade brasileira de diabetes dez milhões de pessoas no Brasil, sendo que 15% são diabéticos mellitus tipo I afirma Vitorri (2003). A tendência é que este número cresça, uma vez que a cada dia a população torna-se adepta de uma péssima qualidade de vida associada a fatores de risco tais como: tabagismo, dieta inadequada, sedentarismo, entre outros.

Estes indivíduos devem, na medida do possível, conseguir manter sua glicemia dentro do normal (ou pelo menos próximo a isso), ou seja, entre 80mg/dl e 110mg/dl para evitar as complicações agudas e crônicas.

Atualmente, é cientificamente comprovado que o exercício físico promove inúmeros benefícios aos seus adeptos, sejam eles diabéticos ou não. Portanto, a adesão a um programa de exercício físico (de 3 a 4 vezes por semana, durante aproximadamente 45 minutos, com uma intensidade moderada) deveria ser obrigatória a todos os indivíduos, principalmente aos diabéticos. Esses, para viverem de maneira saudável, dependem de fatores importantíssimos, sendo um deles o exercício físico que somado a insulinoaterapia e dieta adequada formam o tripé básico do tratamento desta doença.

### Definição do Diabetes Mellitus tipo I

Segundo Netto, Greenspan, Nunes e Martins citados por Simões e colaboradores (1997), essa doença caracteriza-se por falta total ou parcial de insulina que resultará em uma série de distúrbios no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras acarretando segundo Forjaz e colaboradores (1999), em uma elevação da concentração plasmática de glicose.

Medrano e colaboradores (2002), acrescentam: é uma deficiência causada pela

utilização irregular de insulina que não permite a entrada de açúcar na célula, ou ainda como afirma Melo e colaboradores (2003), pela incapacidade da mesma em exercer seus efeitos.

Honda (2001), considera portador de Diabetes Mellitus o indivíduo que apresenta uma das seguintes condições:

- Dois exames laboratoriais da glicemia de jejum com resultado igual ou superior a 126mg/dl em indivíduos assintomáticos;
- Um exame laboratorial da glicemia de jejum com resultado igual ou superior a 126mg/dl em indivíduos assintomáticos;
- Um exame laboratorial da glicemia de jejum (ao acaso) com resultado superior ou igual a 200mg/dl apresentar após 2 horas no teste oral de tolerância a glicose (TOGT) glicemia igual ou superior a 200mg/dl.

O diagnóstico do Diabetes Mellitus tipo I é na maioria das vezes estabelecido quando o paciente apresenta um dos seguintes sintomas clássicos: poliúria, polidipsia e perda de peso inexplicada acompanhada por aumento da concentração de glicose (Melo e colaboradores, 2003).

### Divisão

De acordo com Greenspan (2000), e ACMS citados por Gouvêa (1999) o diabetes é dividido em quatro categorias dependendo de sua etiologia: tipo I (insulino dependente), tipo II (não insulino dependente), gestacional e outros tipos específicos.

O diabetes mellitus tipo I atinge os indivíduos jovens destruindo as células das ilhotas de Langherans (responsáveis pela produção de insulina) por patogenia auto-imune (Simões e colaboradores, 2002) e (Melo e colaboradores 2003), deixando esses indivíduos dependentes de insulina exógena (Forjaz e colaboradores, 1999). O fato que leva o desencadeamento desta doença tem segundo Vitores (2003). uma base genética, porém também existe a possibilidade de ser desenvolvida em decorrência de uma virose, ou inflamação. Esse tipo de diabetes representa apenas 10% a 15% da população diabética e sua maior incidência é entre os 5 e os 15 anos de idade. Christau e colaboradores (1997), ainda acrescentam que o ponto auge na incidência desta doença é encontrado entre os 12 e 14 anos de idade, sendo mais cedo nas meninas do que nos meninos e mais

freqüente nas classes sociais menos favorecidas. Santana (2006), revela que para cada 100 adolescentes um possui Diabetes Mellitus tipo I.

Morales e colaboradores (2001), ainda sobre o desencadeamento da doença acrescentam que uma combinação de marcadores imunológicos, metabólicos e genéticos pode ser utilizada com acuraria como preditora da doença em portadores de maior risco e na população geral.

Ele também afirma que são sugeridos múltiplos candidatos ambientais e auto-antígenos como sendo os possíveis desencadeantes do processo auto-imune que acarreta a doença.

### **Prevalência**

Estima-se que esta doença acomete segundo Gouvêa (1997) 7,6% da população brasileira, 10% desta porcentagem representa os diabéticos que dependem de insulina exógena para sobreviver, enquanto que 90% representam os diabéticos do tipo II ou não insulinos dependentes (Vitores, 2003).

Segundo Honda (2001) o Brasil é o oitavo país com a maior população diabética, onde a ocorrência maior é nas regiões sudeste e sul e menor na centro-oeste.

Para Morales e colaboradores (2001) o fato da incidência de diabetes Mellitus tipo I continuar aumentando em todo mundo, possibilitou o início de estudos em nível mundiais destinados a prevenção da doença.

## **RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

### **Indivíduos saudáveis**

A atividade física, segundo Prada e colaboradores (1997), praticada regularmente leva às adaptações morfológicas e fisiológicas importantes para a manutenção do organismo em condições normais. Além disso, aumenta o número e tamanho das mitocôndrias (Oliveira e colaboradores 2002).

No indivíduo saudável, durante o exercício físico leve a moderado, a glicemia não se altera, porque a redução das concentrações plasmáticas de insulina e o aumento da liberação dos hormônios contra-reguladores fazem com que a produção hepática de glicose se eleve de modo a compensar o aumento da captação de glicose

pelo músculo estimulada pela maior sensibilidade à insulina e pelo aumento da captação de glicose não insulino dependente. Por outro lado, durante o exercício intenso, o aumento da captação de glicose é sobrepujado pela maior produção hepática de glicose, estimulado pelo maior aumento da noradrenalina plasmática resultando na elevação da glicemia (Forjaz e colaboradores, 1999).

Segundo Wannmacher e Dias citados por Nunes (1997), no exercício físico prolongado as células musculares utilizam, principalmente os ácidos graxos livres como substrato. Isso só acontece devido ao aumento da liberação dos ácidos graxos livres pelo tecido adiposo sendo mediado pelas alterações hormonais (queda de insulina e aumento da adrenalina circulante).

Depois do exercício, segundo Forjaz e colaboradores (1999), o aumento da sensibilidade à insulina faz com que a ingestão de glicose produza menor efeito hiperinsulinêmico e potencialize a síntese de glicogênio muscular.

### **Indivíduos diabéticos tipo I**

Segundo Vívolo e colaboradores (1996), a regulação de glicose durante o exercício é bastante complicada nesses indivíduos devido a vários fatores.

Um dos fatores é que as concentrações plasmáticas de insulina não respondem ao exercício de modo normal, causando um desequilíbrio entre a utilização periférica de glicose e a produção hepática de glicose. As concentrações plasmáticas de insulina não diminuem durante o exercício podendo até mesmo aumentar devido a maior absorção de insulina no local da injeção. Com a velocidade de absorção aumentada durante o exercício não esta associada com aumento do fluxo sanguíneo cutâneo, e sim devido à estimulação mecânica do local da injeção o diabético deve realizar a aplicação em uma parte do corpo que não ira se exercitar diretamente como, por exemplo, na parede abdominal e dar um intervalo de no mínimo uma hora entre a aplicação e o início da atividade. Sawicki citado por Macedo (2003), ainda acrescenta que a aplicação deve ser feita em um tecido superior ao músculo que se pretende exercitar, além disso, nunca deve exercitar-se no pico da ação da insulina.

Essas altas concentrações de insulina podem aumentar a captação periférica de glicose e estimular a oxidação da glicose pelos músculos em exercício. Porém, o principal efeito é a inibição da glicogenólise e gliconeogênese. Como a velocidade da produção de glicose hepática não pode acompanhar a velocidade da utilização periférica da glicose, a concentração dessa diminui, podendo em exercício prolongado acarretar em hipoglicemia.

Em contra partida o exercício também pode ser responsável por um aumento da concentração de glicose (hiperglicemia) durante o exercício de curta duração e grande intensidade.

Essa resposta provocada pelo exercício intenso esta associada a uma acentuada estimulação da produção de glicose hepática onde a mesma excede a velocidade da captação de glicose no músculo devido à ativação do sistema nervoso simpático, com uma elevação aguda nos hormônios contra reguladores da glicose e com a supressão da secreção de insulina. Essa diminuição da concentração de insulina gera aumento no índice de glucagon e adrenalina plasmática.

Porém, quando o exercício é suspenso, em indivíduos normais, a insulina plasmática aumenta de duas a três vezes aumentando a captação muscular de glicose pós-exercício retornando a glicemia a concentrações normais.

Como essas respostas não ocorrem nos indivíduos diabéticos, a hiperglicemia pode ser mantida por um maior período acarretando sérias complicações que podem ser evitadas através da administração de insulina de ação rápida após o exercício.

### **Funções da insulina**

Segundo Farrell (2004), a insulina é um importante hormônio e possui inúmeras funções: estimula a absorção de glicose na maioria das células do corpo, inibição de liberação de glicose pelo fígado, inibição de liberação de ácidos graxos livres armazenados, facilitação da síntese protéica nas células do corpo e estímulo da síntese de glicose muscular após o exercício.

### **Objetivo do tratamento do Diabetes Mellitus tipo I**

Para Honda (2001), o principal objetivo do tratamento do Diabetes Mellitus é restabelecer as condições de equilíbrio fisiológico, ajustar o metabolismo e promover mudanças no estilo de vida do paciente a fim de minimizar os riscos de possíveis complicações agudas e crônicas. Marcon e colaboradores (2003), apontam como parte do objetivo a redução da dependência à insulina, Chacra e colaboradores (2003), e o DCCT citado por Jellmayer e colaboradores (2005), ainda acrescentam que esses indivíduos devem manter o nível de hemoglobina glicosilada abaixo de 7% para evitar tais complicações.

### **Benefícios gerados pelo exercício**

Vários estudos vêm relatando os benefícios que a prática de atividade física traz não só para os diabéticos como para toda a população.

Honda (2001), afirma que o exercício físico regular é indicado para o controle de todos os tipos de diabetes, independentemente da idade, gerando benefícios tanto de natureza fisiológica quanto de ordem psicológica e social, uma vez que suas complicações afetam a vida da pessoa como um todo.

Mercuri e colaboradores (2001), colocam que a prática regular de atividade física pode produzir importantes benefícios a curto, médio e longo prazo: melhora do perfil lipídico (diminui a concentração de triglicerídeos, aumenta de HDL e diminui de LDL – reduzindo o risco de arterosclerose) (Mosher e colaboradores 1998) independentemente do controle glicêmico, desse modo Bjorkman citado por Khawal e colaboradores (2003), afirmam que se pode atribuir ao exercício benefícios hemodinâmicos e metabólicos decorrentes da melhora da resistência à insulina. Além disso, contribui para diminuição da pressão arterial, aumenta o gasto energético (favorece a perda de peso, diminui a massa total de gordura e preserva e aumenta a massa muscular), melhora o funcionamento do sistema cardiovascular, aumenta a força e a elasticidade muscular e promove uma sensação de bem estar além de melhorar a qualidade de vida.

Gordon citado por Honda (2001), acrescenta ainda em relação aos benefícios: melhora no controle da glicemia (onde a

amplitude do declínio está relacionada com o valor da glicemia antes do exercício e que quanto maior o valor dessa glicemia maior será o declínio esperado), Andrade e colaboradores (2005, afirma que os exercícios de força aumentam o consumo da glicose pela musculatura melhorando a sensibilidade à insulina, além da diminuição das doses de insulina (Vitores 2003).

Segundo Vitores (2003), o exercício pode melhorar o controle desta doença porque diminui a concentração de glicose no sangue (no início o músculo utiliza glicogênio para manter o seu trabalho e quando esse estoque acaba ele utiliza a glicose sanguínea) provocando uma redução da dose de insulina exógena, pois o mesmo facilita a captação periférica da glicose e o metabolismo do glicogênio, proteínas, etc. (Oliveira e colaboradores 2002).

Devido a esses benefícios Herman (1995) afirma que estes indivíduos devem se encorajar a praticar exercícios físicos regulares de acordo com suas capacidades, limitações físicas e interesse pessoal.

Além disso, segundo Ramires e colaboradores (1993), os exercícios prolongados até a exaustão reduzem a concentração de glicose em indivíduos diabéticos que não administraram insulina nas últimas 12 horas, deixando claro que o exercício pode fazer parte do tratamento.

Macedo (2003), acredita que todos esses benefícios são evidentes devido ao aumento na sensibilidade a insulina e ao aumento no número de transportadores GLUT-4.

### **Precauções e recomendações**

Mercuri e colaboradores (2001), colocaram que a atividade física deve ser prescrita de maneira individualizada para evitar riscos e otimizar os benefícios.

Carvalho citado por Martins (2000) ressalta que esta prescrição só deve ocorrer se o paciente realizar um exame médico prévio para avaliar as condições da doença, cardiovasculares e oftalmológicas. Uma vez liberada a prática de atividade física, algumas recomendações devem ser seguidas:

- Iniciar sempre com cargas moderadas aumentando-as de maneira progressiva;
- Realizar auto-monitoração da glicemia para auxiliar o ajuste das doses de insulina;

- Não se exercitar no pico de ação da insulina (Berger e Vranic, 1997);

- Quando possível exercitar-se trinta minutos após as refeições importantes;

- Ficar atento aos sinais de hipoglicemia.

Costa e Netto (1992) citados por Martins (1998) ainda acrescentam:

- Procurar praticar exercícios regulares e contínuos no mínimo quatro vezes por semana;

- Evitar ser atleta de "fim de semana";

- Utilizar meias e sapatos confortáveis;

- Tomar cuidado com a desidratação;

- Sempre ter um cartão identificando a doença;

- Começar e terminar a sessão com exercícios de alongamento;

- Levar açúcar para a atividade para curar uma possível hipoglicemia;

- Selecionar uma atividade agradável para o aluno para evitar desistências;

- Adiar a prática do exercício em caso de hiperglicemia (acima de 300mg/dl);

- Ingerir carboidrato extra a caso a glicemia esteja baixa (de 15g a 30g para cada trinta minutos de atividade moderada (Rogatto, 2003));

- Reduzir a dose de insulina de acordo com a duração e intensidade do exercício.

Pollock e Wilmore citados por Honda (2001), recomendam que os diabéticos mellitus tipo I não se exercitem quando a concentração de glicose no sangue for inferior a 60 mg/dl ou superior a 300 mg/dl. Além disso, Hanson e Painter (1986), sugerem: monitorar a glicemia antes, durante e após; ajustar a dose de insulina e aumentar a ingestão de carboidrato; fornecer informações sobre os sintomas de hipoglicemia e hiperglicemia e realizar exercício na companhia de outra pessoa.

### **Complicações**

As complicações do Diabetes Mellitus estão associadas à progressão da doença e de acordo com Brink (2001), qualquer melhora sustentada no controle glicêmico está associado com a redução das mesmas. Segundo Martins (2000), são improváveis antes de completar um ano do diagnóstico, não sendo evidentes antes dos 21 anos de idade. As complicações agudas podem ocorrer a qualquer momento no diabético e, normalmente são controláveis e temporárias.

Segundo Dills (2001), o controle rigoroso da glicemia reduz a incidência das

complicações microvasculares do Diabetes, incluindo a retinopatia, a neuropatia e a nefropatia. No entanto, esse controle glicêmico é freqüentemente muito difícil.

A evolução para as complicações, segundo Berchtold e colaboradores (1997), pode acontecer com níveis não muito elevados de glicemia (170 mg/dl a 220 mg/dl) onde os sintomas clássicos da doença (polifagia, poliúria, emagrecimento, polidipsia, etc.) não são percebidos provocando uma perigosa evolução silenciosa.

As complicações podem ser agudas ocorrendo em questão de horas, como são os casos da hipoglicemia e da hiperglicemia.

Já as complicações crônicas, podem segundo Gouvêa (1999), ser divididas entre microvasculares e macrovasculares.

As microvasculares são: retinopatia (complicação mais grave do diabetes associada à perda de visão), nefropatia (acomete o glomérulo renal provocando anormalidades morfológicas e funcionais causando insuficiência renal) e neuropatia (complicação mais comum).

As macrovasculares estão relacionadas às doenças coronárias ateroscleróticas. O diabetes aumenta o risco de doenças cardíacas de forma aguda (infarto) e crônica além da ocorrência de doenças vasculares nas extremidades inferiores como claudicação intermitente, gangrena diabética, entre outras.

Segundo Brink (2001), tais complicações podem ocorrer em qualquer período. A duração da doença, o controle glicêmico, a idade e o estágio puberal são fatores críticos que contribuem para o desenvolvimento desses problemas.

Medrano e colaboradores (2002), afirmam que no caso do diabético mellitus tipo I essas complicações podem ser evitados ou retardados através da administração correta de insulina somada à dieta e a prática de atividade física. Segundo Melo e colaboradores (2003), e Jellmayer e colaboradores (2005), esses são os três fatores básicos que formam o tripé do tratamento. Para elas, a dieta não pode ser restrita demais, pois essas são de difícil aderência.

### **Auto-controle**

Como já foi descrito o Diabetes Mellitus é uma doença crônica que exige cuidados especiais e um autocontrole rigoroso e competente por parte do paciente auxiliado por uma equipe multidisciplinar. Isso é bastante complicado, pois segundo Jellmayer e colaboradores (2005), o controle glicêmico depende de inúmeros fatores, tais como: natureza do distúrbio endocrinológico, status nutricional do paciente, dieta praticada, meio familiar, meio profissional e meio social.

Schiffrin (2001), afirma que para atingir a estabilidade metabólica e psicológica o diabético necessita de uma equipe multidisciplinar para proporcionar apoio social e psicológico além de desenvolver as habilidades técnicas.

O auto-controle inadequado é muito freqüente podendo acarretar nas complicações micro e macrovasculares associadas à doença.

O mais importante para alcançar um auto-controle satisfatório é a intelectualização, ou seja, o conhecimento de tudo que for possível em relação à doença e seu tratamento. Outro fator de suma importância é o apoio da família (principalmente em crianças e adolescentes), pois estudos estão comprovando que os pacientes com famílias menos expressivas e com menor coesão tendem a apresentar problemas maiores com o controle metabólico.

Embora a glicemia plasmática diminua severamente com o exercício, aumenta a ingestão calórica no dia do exercício, o que afeta o controle glicêmico a longo prazo.

Orientações e recomendações mais precisas no tempo do exercício e na ingestão de nutrientes parece estar associada ao auto-monitoramento da glicemia sanguínea que resulta na conquista dos efeitos metabólicos provocados pelo exercício.

Morales e colaboradores (2001), apontam que os diabéticos mellitus tipo I devem testar sua glicemia diversas vezes ao dia para garantir um bom controle metabólico.

Desta maneira, configura-se como problema de investigação deste estudo, o seguinte: de que maneira um programa de atividade física combinado, ou seja, contendo exercícios aeróbios e de força, influenciam na necessidade de insulina exógena em indivíduos diabéticos do tipo I.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa caracterizou-se por ser um estudo de caso, onde o objetivo foi selecionar um objeto de pesquisa restrito no intuito de aprofundar-lhe os aspectos característicos.

Sujeito: diabética tipo I de 23 anos, diagnosticada há 4 anos que utiliza diariamente 16 Unidades (U) da insulina Lantus em jejum e de 2 a 5U da insulina ultra-rápida Novorapid Aspart antes das refeições

principais, cujas características são: 51 kg, 1m61cm e IMC igual a 19,9; praticante de atividade física e com bom controle metabólico.

Protocolo de treinamento: foram realizadas 15 sessões de atividade física combinada (exercício aeróbio e de força) de segunda a sexta-feira durante três semanas.

1- Aeróbio: 30 minutos de corrida em esteira rolante a 9,0km/h (75% da frequência cardíaca máxima).

2- Força: foi dividido em três treinos da seguinte maneira:

#### TREINO A: segunda e quinta-feira

MÚSCULO	MOVIMENTO ARTICULAR	EXERCÍCIO	SÉRIE	REP
Peitoral	Flexão horizontal de ombro	Supino reto halter	3	10
Peitoral	Flexão horizontal de ombro	Supino inclinado halter	3	10
Peitoral	Adução de ombro	Crucifixo reto	3	10
Deltóide anterior	Abdução de ombro	Desenvolvimento	3	10
Deltóide anterior	Flexão de ombro	Elevação frontal	3	10
Tríceps	Extensão de cotovelo	Pulley	3	10
Tríceps	Extensão de cotovelo	Banco	3	10
Abdômen	Flexão de coluna	Reto	3	30

#### TREINO B: terça e sexta-feira

MÚSCULO	MOVIMENTO ARTICULAR	EXERCÍCIO	SÉRIE	REP
Grande dorsal	Adução de ombro	Pulley costas	3	10
Grande dorsal	Extensão de ombro	Remada baixa	3	10
Grande dorsal	Extensão de ombro	Remada unilateral	3	10
Deltóide posterior	Abdução de ombro	Crucifixo inverso	3	10
Bíceps	Flexão de cotovelo	Rosca direta	3	10
Bíceps	Flexão de cotovelo	Rosca inclinada	3	10
Paravertebrais	Extensão de coluna	No aparelho	3	10

#### TREINO C: quarta-feira

MÚSCULO	MOVIMENTO ARTICULAR	EXERCÍCIO	SÉRIE	REP
Quadríceps	Extensão de quadril e joelho	Leg 45°	3	10
Quadríceps	Extensão de joelho	Cadeira extensora	3	10
Isquiotibiais	Flexão de joelho	Mesa flexora	3	10
Isquiotibiais	Flexão de joelho	Cadeira flexora	3	10
Adutores	Adução de quadril	Cadeira adutora	3	10
Abdutores	Abdução de quadril	Cadeira abdução	3	10
Gastrocnêmios	Flexão Plantar	Panturrilha sentada	3	10

Para todos os exercícios foram realizadas 3 séries de 10 repetições máximas com 45 segundos de intervalo.

Antes e após cada sessão era aferida a glicemia através de um glicosímetro da marca *Accu-check Active*.

Além do treinamento que teve duração de três semanas, ela manteve a dieta descrita abaixo que foi seguida com precisão durante o

mesmo período de treino. A alimentação contou com a participação de todos os grupos alimentares nas refeições principais em suas devidas proporções calculadas por uma nutricionista.

### REPERTÓRIO ALIMENTAR DE UM DIA:

**Café da manhã:** 2 fatias de pão integral (16 gramas de carboidrato), 1 fatia de queijo branco e uma xícara de café com leite (5 gramas de carboidrato).

**Colação:** 1 fruta (16 gramas de carboidrato) e um iogurte (8 gramas de carboidrato)

**Almoço:** 2 colheres de arroz integral (15 gramas de carboidrato), 100g de frango grelhado, salada, verdura e gelatina diet (6 gramas de carboidrato)

**Lanche:** 1 iogurte tipo Corpus (10 gramas de carboidrato)

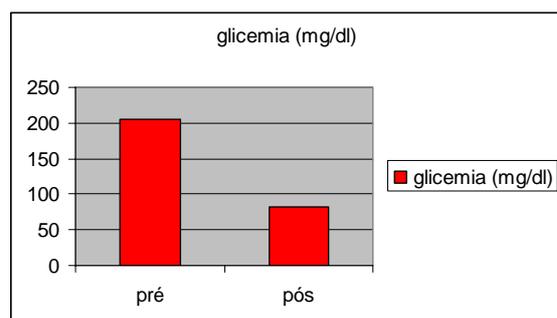
**Jantar:** 1 fatia de pão integral (8 gramas de carboidrato), 100g de frango grelhado, salada e meia fruta (8 gramas de carboidrato)

**Ceia:** 200ml de leite desnatado (10 gramas de carboidrato) e uma colher de achocolatado diet (6 gramas de carboidrato)

### Análise Estatística

Para análise dos dados foram utilizadas as médias das glicemias pré e pós de cada uma das 15 sessões do protocolo, da comparação dos exames laboratoriais e da quantidade de insulina aplicada durante esse período e também a variação percentual.

### RESULTADOS



**Gráfico 1:** Média das 15 mensurações de glicemia capilar pré e pós sessão de treinamento.

Esse gráfico evidencia a diminuição da glicemia pós-exercício quando comparada à pré-exercício na ordem 140,3%.

**TABELA 1:** Relação entre número de refeições principais (café da manhã, almoço e jantar), número de aplicações de insulina ultra-rápida previstas e realizadas.

NÚMERO DE REFEIÇÕES PRINCIPAIS	NÚMERO DE APLICAÇÕES PREVISTAS	NÚMERO DE APLICAÇÕES REALIZADAS
63	63	17
REFEIÇÕES	APLICAÇÕES	APLICAÇÕES

Ocorreu uma redução de 73% na necessidade de aplicação da insulina ultra-rápida.

**Tabela 2:** Valores dos resultados de exames laboratoriais realizados antes e após o protocolo de treinamento.

EXAMES	PRÉ (15/05/06)	PÓS (05/06/06)
Hemoglobina glicosilada	6,6%	6,5%
Frutosamina	280	278

A tabela deixa claro que não houve melhora significativa nos resultados.

### DISCUSSÃO

O gráfico 1 evidencia uma enorme redução de 140,3% das glicemias de forma aguda, aferidas antes e após as sessões de treinamento. Isso ocorre, pois durante o exercício físico a entrada de glicose no músculo esquelético aumenta (Martins e colaboradores 1998).

Sobre esse declínio glicêmico Andrade e colaboradores (2005), apontam que, como foi observado na tabela, quanto maior for a glicemia pré-exercício maior é o declínio encontrado. Nadeau e Peronnet citado por Gouvêa (1999), acrescentam que essa redução só ocorre se houver uma quantidade suficiente de insulina circulante para que ocorra o aumento da captação de glicose pelo músculo, pois segundo Rogatto (2003), a concentração deste hormônio influencia diretamente a mobilização dos substratos que os músculos necessitam para manter seu trabalho. Além disso, Farrel (2004), aponta que pouca insulina no início da atividade física pode provocar uma hiperglicemia, pois esse fato é somado à liberação de outros hormônios como glucagon e adrenalina cuja característica principal é a elevação da glicemia.

O efeito depressor da glicemia por parte do exercício físico agudo deixa o controle glicêmico a longo prazo mais eficiente

devido aos efeitos cumulativos das sessões (Honda 2001).

Além dessa resposta aguda, a tabela 1 também nos revela uma diminuição da dependência de insulina exógena de ação ultra-rápida de 73%, o que segundo Marcon e colaboradores (2003), é o esperado, pois o exercício estimula e regulariza a produção desse hormônio pelo pâncreas.

Essa redução da insulina de ação ultra-rápida deve ser tratada com enorme cuidado para que os riscos de hipoglicemia sejam evitados durante e após a sessão de exercício (Dullius e colaboradores 2004).

Segundo Schiffrin e Parkin citado por Farrel (2004), alguns fatores devem ser levados em conta: fase do treinamento, horário do exercício em relação à última refeição, intensidade e duração e até que ponto aquela atividade é habitual ou incomum ao praticante. Para Prada e colaboradores (1997), esses cuidados devem ser tomados, pois ocorre grande aumento do fluxo sanguíneo nos músculos e da produção de calor, os quais aumentam a absorção da insulina injetada.

Santana e colaboradores (2006), alerta que essa redução deve ser em torno de 30%-50% do habitual e que o tempo entre a aplicação e o início do exercício deve ser de, no mínimo, uma hora.

Também se faz necessários ajustes nas doses subseqüentes dessa insulina uma vez que, segundo Gouvêa (1999), após a atividade física em razão da necessidade de recompor os estoques de glicogênio, que induz aumento prolongado na captação de glicose, a tolerância à glicose continua aumentada. Mercuri e colaboradores (2001), ainda acrescenta: o efeito hipoglicemiante do exercício pode se prolongar por horas e até dias após o término da sessão. Se a atividade física for muito intensa recomenda-se o controle da glicemia durante a noite porque pode ser necessário diminuir a dose da insulina noturna para evitar quadros hipoglicêmicos durante a madrugada (Dills 2001), o que ocorreu durante o estudo.

Outro dado importante encontrado no trabalho é que mesmo com essa redução da necessidade de insulina exógena, o indivíduo manteve suas concentrações de hemoglobina glicosilada e frutossamina (dois importantes exames laboratoriais realizados frequentemente em pacientes diabéticos para analisar o controle glicêmico dos últimos 3

meses e 3 semanas respectivamente). Para Kelley e colaboradores citado por Deloroso e colaboradores (2005), não é o esperado, pois em seus estudos encontraram que deve haver redução na ordem de 0,5% a 1% nesses exames o que não ocorreu nesse estudo. Isso pode estar relacionado a dois fatores: 1) Redução da aplicação de insulina e 2) Pouco tempo de intervalo para a reavaliação, uma vez que o recomendado é de três em três meses.

Cambri (2005), afirma que essa manutenção dos níveis são ótimas e que devem estar relacionadas aos efeitos provocados pelos exercícios de força, já que os mesmos são responsáveis pelo aumento da massa magra, aumentando a quantidade de tecidos captadores de glicose mesmo durante o repouso o que é essencial para manter o controle metabólico.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho confirmou que esse protocolo de treinamento associado a uma dieta equilibrada e controlada foi capaz de reduzir em 140,3% a glicemia de maneira aguda. Diminuiu a necessidade de insulina exógena em 73% e com toda esta mudança não ocorreram alterações na hemoglobina, frutossamina e em outros parâmetros fisiológicos importantes para o controle da glicemia do indivíduo com diabetes tipo I.

## REFERÊNCIAS

- 1- Andrade, R.; Latino, O.; Meyer, F. Efeito da hidratação com carboidratos na Resposta Glicêmica de diabéticos tipo I. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 11. nº 1. p. 61-64. 2005.
- 2- Brink, S.J. Complicações do DM tipo I na infância e adolescência. Currents Diabets Reports Brasil. v. 1.p.54 – 63. 2001.
- 3- Chacra, A.R.; Fraige, F.F.; Oliveira, J.E.; Guimarães, V.; Andriolo, A.; Martins, A.R.; Mendes, M.E.; Melo, M.; Sumita, N.M.; Pimazoni, A. A importância da hemoglobina aplicada para avaliação do controle glicêmico em pacientes diabéticos: aspectos laboratoriais. Diabetes Clínica. nº 4. p. 291-300. 2003.

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

- 4- Cambri, L.T.; Santos, D.L. Efeito agudo de um programa de exercício resistido com pesos na glicemia capilar de diabéticos tipo II. *Diabetes Clínica*. v. 2. p.125-129. 2005.
- 5- Deloroso, F.T.; Modenze, D.M.; Vilarta, R.; Deloroso, M.G.B. A repercussão dos exercícios aeróbios nos níveis de Hemoglobina Glicosilada em um grupo de diabéticos. *Diabetes Clínica*. 2005; vol 9 nº 398 - 404.
- 6- Dills, D.G. Novos aspectos da terapêutica com insulina nos Diabetes tipo I e tipo II. *Currents Diabetes Reports Latino Americana*. nº 2: p. 125 – 132. 2001.
- 7- Dullius, J.; Borges, E.D. Educação em diabetes por meio de um programa orientado de atividade física. *Diabetes Clínica*. v. 05. p. 355-364. 2004.
- 8- Farrel, P.A. Diabetes, exercício físico e esporte de competição. *Gatorade Sport Science Institute*. v. 116. nº 3. p. 1-6.2004.
- 9- Forjaz, C.L.; Tinucci, T.; Alonso, D.O.; Negrão, C.E. Exercício físico e diabetes. *Revista da Sociedade de cardiologia do Estado de São Paulo*. nº 8. p. 981-990.1998.
- 10- Gouvêa, M.A. Associação exercícios físicos e doenças crônico-degenerativas: aspectos preventivos e terapêuticos. *Revista mineira de Educação Física*. v.7. p. 14-32. 1999.
- 11- Honda, S.S. Tratamento e prevenção de complicações do Diabetes Mellitus: um estudo de revisão sobre a importância do exercício físico. *Revista Baiana de Educação Física*. v. 2. p.29 – 38. 2001.
- 12- Jellmayer, J.F.; Malerbi, F.E. Adesão a um programa de atividade física em adultos portadores de diabetes. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. v 3. p.1-4. 2005.
- 13- Khawali, C.; Andriolo, A.; Ferreira, S.R. Benefícios da atividade física no perfil lipídico de pacientes com diabetes mellitus tipo I. *arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. V. 5. p.1-7. 2005.
- 14- Macedo, C. Benefícios do exercício no manejo de pacientes diabéticos. *Diabetes Clínica*. v. 05. p. 367-372. 2003.
- 15- Marcon, D.; Rosa, C.T.; Oliveira, D.R.; Kraemer, E.C.; Ramos, M.; Giani, M.S.; Tortelli, N.P.; Chechin, S.M. A conscientização da prática de atividade física para crianças diabéticas através da dramatização do metabolismo da glicose. *Diabetes Clínica*. v. 4. p. 276-280. 2003.
- 16- Martins, D.M.; Duarte, M.F. Efeito do exercício físico sobre o comportamento da glicemia em indivíduos diabéticos. *Revista Brasileira de Atividade física e saúde*. v. 3. p. 32-44.1998.
- 17- Medrano, C.R.; Aguillar, C.I. Características somatotípicas e de composição corporal em crianças diabéticas do município de Comagüey. *Revista Digital – Buenos Aires*. v. 8. p.1- 07. 2002.
- 18- Melo, K.; Gianella, M.L.; Souza, J.J. Diabetes Mellitus. *Revista Brasileira de medicina*. v. 60. nº 7 p. 505-515. 2003.
- 19- Mercuri, N.; Arrechea, V. Atividade Física e diabetes mellitus. *Diabetes Clínica*. v. 4. p. 347-349. 2001.
- 20- Morales, A.E.; She, J.X.; Schatz, D.A. Previsão e Prevenção do Diabetes tipo I. *Currents Diabetes Reports Brasil*. v. 1. p. 38 – 46. 2001.
- 21- Nunes, V.G. Prescrição de exercícios físicos para pessoas com diabetes mellitus. *Revista Brasileira de Atividade física e saúde*. v. 2. p. 76-86. 1997.
- 22- Oliveira, C.A.; Roggato, G.P.; Luciano, E. Efeitos do treinamento físico de alta intensidade sobre os leucócitos de ratos diabéticos. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*. v. 8. p. 219-224. 2002.
- 23- Prada, F.J.; Carneiro, E.M.; Azevedo, J.R.; Luciano, E. Respostas endócrino-metabólicas em ratos diabéticos. *Revista Brasileira de Atividade física e saúde*. v. 2. p. 22-29. 1997.
- 24- Rogatto, G.P. Hidrato de carbono: aspectos básicos e aplicados ao exercício

## Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpex.com.br](http://www.rbpex.com.br)

---

físico. Revista Digital – Buenos Aires. v. 8. p. 1-13. 2003.

25- Santana, E.A.; Harpaz, T.T.; Silva, A.S. Fatores motivacionais que levam a prática e não prática de atividade física em adolescentes e adultos jovens antes e depois do diagnóstico do diabetes mellitus tipo I. Revista Digital Buenos Aires. 2006; 11: p. 1-9. 2006.

26- Schiffrin, A. Tópicos Psicosociais do Diabetes Pediátrico. Currents Diabetes Reports Brasil. v. 1. p. 38 – 46. 2001.

27- Simões, J.A.; Mendonça, K.S.; Silva, R.R. Treinamento anaeróbio em indivíduos diabéticos. Revista Vida e Saúde. v.1. p. 1-5. 2002.

28- Vitores, V.P. La educación diabética e lá practica deportiva. Revista Digital – Buenos Aires. v. 8. p. 1-10. 2003.

29- Vívolo, M.A.; Ferreira, S.R.; Hidal, J.T. Exercício físico e diabete mellitus. Revista da Sociedade de cardiologia do Estado de São Paulo. v. 6. p. 102-110. 1996.

Recebido para publicação em 15/01/2009

Aceito em 30/03/2009