

FERNANDO SANTOS NERI

**IMPLICAÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO NO CONTROLE
DO DIABETES MELLITUS TIPO 1**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2011

FERNANDO SANTOS NERI

IMPLICAÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO NO CONTROLE DO DIABETES MELLITUS TIPO 1

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Ms. Alexandre Paolucci.

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2011

AGRADECIMENTOS

Ao fim desta graduação, não poderia deixar de agradecer às pessoas especiais que contribuíram e me ajudaram em mais esta conquista:

A Deus, que me deu sabedoria e força durante todo o curso para que eu seguisse em frente.

Meu pai Wilson, que com seu apoio me ajudou a conquistar mais esta vitória.

Minha mãe Aurora, que me ensinou a correr atrás dos meus objetivos de forma perseverante e otimista.

Aos meus tios e tias, em especial à minha Tia Lelé por todo carinho dado nos últimos meses.

Aos meus primos e primas, que me motivaram ao longo do curso e estavam sempre ao meu lado.

Aos meus amigos Breno, Éder, Humberto, Luis Fernando e Roxana, que participaram de cada minuto da minha formação, me ajudando a superar os desafios do curso dia-a-dia.

Aos amigos fora da faculdade por todos os momentos onde pude me apoiar neles. Muito obrigado a todos.

Aos professores que, com tanta sabedoria e senso crítico, me fizeram ampliar a visão sobre o conhecimento científico e suas implicações na Educação Física.

Ao meu orientador Alexandre Paolucci, que me ajudou a crescer profissionalmente.

Enfim, a todos os que de forma direta ou indireta participaram de forma efetiva em minha formação e que foram de suma importância para minha caminhada até mais essa vitória.

RESUMO

Os vários benefícios da prática regular de atividade física cuja demanda energética seja aeróbica (aumento do Vo_{2max} , aumento da densidade capilar, aumento do número de mitocôndrias entre outros) já foram mostrados em diversos experimentos e revisões bibliográficas. No entanto, pouco se sabe sobre os reais efeitos e a implicação de sessões de exercícios aeróbicos no perfil glicêmico de portadores do Diabetes Mellitus Tipo 1. Estudos recentes apontam para uma significativa melhora do quadro de descontrole metabólico por meio de uma translocação do transportador de glicose do tipo 4 (GLUT-4) até a membrana, favorecendo a via de sinalização do hormônio insulina na captação de glicose para dentro da célula. Este e outros mecanismos nos mostram que o exercício físico aeróbico é uma ferramenta importante na manutenção da glicemia entre os valores considerados normais pela Organização Mundial de Saúde, e, portanto, a sua prescrição deve ser considerada e orientada de forma segura para que possa surtir um efeito benéfico ao paciente.

LISTA DE TABELAS

1 - Protocolo de prescrição de exercícios para DM1 com base nos valores glicêmicos avaliados no momento prévio a atividade.....	18
---	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.- Via de sinalização na captação de glicose. A insulina, ao se ligar ao seu receptor de membrana, promove a autofosforilação da subunidade beta em resíduos de tirosina e desencadeia uma cascata de sinalizações que convergem para as vesículas que contêm GLUT-4, promovendo o seu transporte para a membrana celular.....	14
Figura 2 - Frações da Hemoglobina.....	16
Quadro	12

LISTA DE SIGLAS

DM1 - Diabetes Mellitus Tipo 1

GLUT-4 - Transportador de Glicose do Tipo 4

OMS - Organização Mundial de Saúde

DMID - Diabetes Mellitus Insulino-Dependente

ACSM - *American College of Sports Medicine*

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	09
2 – OBJETIVO.....	11
3 – JUSTIFICATIVA.....	12
4 - REVISÃO DE LITERATURA.....	13
4.1 Exercício aeróbico e diabetes mellitus tipo 1.....	13
4.1.1 Conceito de Diabetes Mellitus Tipo 1.....	13
4.1.2. Conceito de Capacidade Aeróbica.....	14
4.1.3. Exercício Aeróbico no Tratamento do Diabetes Mellitus Tipo 1.....	14
4.2. Atividade aeróbica e controle glicêmico.....	16
4.2.1 Avaliação do Controle Glicêmico.....	16
4.2.2 Relação entre Atividade Aeróbica e o Controle Glicêmico.....	18
4.3. Exercício físico e resistência à insulina.....	19
5 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, uma série de serviços de atendimento básico à saúde está sendo oferecida à população mundial por meio de equipes multidisciplinares, composta por médicos, profissionais de educação física, nutricionistas, psicólogos, enfermeiros entre outros. Estas equipes lutam diariamente com seus esforços e conhecimentos técnicos científicos para que o portador de diabetes consiga manter o seu controle glicêmico e minimize os demais efeitos colaterais causados devido ao descontrole metabólico da síndrome.

Tamanho dedicação dos serviços assistenciais de saúde ainda não parece ser suficiente para se combater os males causados pela doença. O controle glicêmico requer cuidados especiais diante à dificuldade no tratamento, principalmente em pacientes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1).

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam para um aumento constante do número de diabéticos nos últimos anos e também para os próximos anos. O descontrole já é tratado pela OMS como uma epidemia. Em 1985, o número de indivíduos diagnosticados como diabéticos era de 30 milhões de pessoas, este número poderá chegar a 333 milhões em 2025, caso o quadro de sedentarismo e os maus hábitos não seja modificado pela população.

A manutenção da glicemia em estados normais é alcançada com um balanço nutricional, administração de insulina exógena e a prática de exercícios físicos bem orientados por um profissional de Educação Física. Assim sendo, o exercício físico é peça chave no controle do DM1.

Desde 1945 tem sido feitas relações entre a inatividade física e a resistência à insulina. Nos anos seguintes, surgiram estudos de intervenção que abordaram a associação entre atividade física e sensibilidade à insulina.

A *American Diabetes Association* recomenda a prática de exercícios físicos aeróbicos de intensidade moderada por mais de 150 minutos semanais como fator importante no tratamento de pacientes com DM1. O exercício físico praticado regularmente já se mostrou capaz de melhorar o bem estar destes pacientes, diminuindo o risco de doenças cardiovasculares e reduzindo o percentual de gordura.

Partindo desta importante contribuição do exercício físico ao portador do DM1, surgiu a motivação para este estudo de revisão bibliográfica que irá discutir o DM1 e o exercício físico aeróbico como seu tratamento não medicamentoso.

2 OBJETIVO

Fornecer subsídio teórico para um melhor entendimento da prática de exercícios físicos aeróbicos como um fator importante no tratamento do diabetes mellitus tipo 1.

3 JUSTIFICATIVA

O tratamento do diabetes mellitus tipo 1 por métodos não medicamentosos é uma forma eficaz de combate ao descontrole metabólico. Os estudos que avaliaram estes efeitos positivos são recentes e poucos trabalhos conseguiram reunir estas informações e dar ênfase em relação aos pacientes com DM1. Portanto, a realização desta revisão permitirá reflexões sobre o tema.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Exercício aeróbico e Diabetes Mellitus tipo 1

4.1.1 Conceito de Diabetes Mellitus Tipo 1

Também chamado de Diabetes Mellitus Insulino-Dependente (DMID), o Diabetes Mellitus Tipo 1 é uma doença autoimune que destrói as células beta do pâncreas, produtoras de insulina. Esta destruição é provocada pelo próprio sistema imunológico do indivíduo ao produzir quantidades de anticorpos suficientes para combater as células betas levando a uma escassez de insulina circulante no organismo do diabético.

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) define o diabetes como um grupo de doenças metabólicas que resulta de defeitos na secreção de insulina, em sua ação ou em ambas.

O percentual de diabéticos mellitus tipo 1 chega a ser de 5% a 10% do total da população de portadores da disfunção. Acomete, geralmente, crianças ou jovens adultos com predisposição genética ou que tenham sofrido com uma reação autoimune.

Sintomas como aumento do volume urinário, cansaço, fome excessiva, visão turva, sede excessiva ou sinais clínicos de presença de glicose na urina, hiperglicemia entre outros são fatores que podem ser associados à disfunção metabólica no paciente.

O QUADRO abaixo mostra a relação entre os valores plasmáticos de glicose e o possível diagnóstico a ser dado ao paciente:

Glicose plasmática (mg/dL)	Diagnóstico
99 e abaixo	Normal
100 a 125	Pré - diabético
126 e acima	Diabético

Fonte: *American Diabetes Association*, 2006

O hormônio insulina é essencial no controle glicêmico para que as funções vitais da vida do ser humano sejam preservadas. Portanto, faz-se necessário a administração de insulina exógena nos indivíduos portadores do diabetes tipo 1 além do equilíbrio alimentar e prática de exercícios físicos regulares.

4.1.2. Conceito de Capacidade Aeróbica

A Capacidade Aeróbica também tratada como Consumo Máximo de Oxigênio, Captação Máxima de Oxigênio, Potência Aeróbica Máxima ou VO_{2max} é, segundo o *American College of Sports Medicine*, aceita como uma medida de normativa para aptidão cardiorrespiratória e está relacionada à capacidade do indivíduo realizar um exercício dinâmico de intensidade moderada a alta com grandes grupos musculares por longos períodos de tempo.

A Capacidade Aeróbica é o produto do débito cardíaco máximo (litros de sangue ejetados por minuto) e da diferença arteriovenosa de oxigênio (mL de O_2 por litro de sangue). Uma variação significativa no VO_{2max} (L/min) da população e dos níveis de aptidão nela encontrados resulta principalmente de diferenças no débito cardíaco máximo. Assim, o VO_{2max} está relacionado diretamente com a capacidade funcional do coração. (*American College of Sports Medicine*).

Uma Capacidade Aeróbica boa está relacionada a níveis elevados de aptidão cardiorrespiratória e assim diminuindo riscos de mortes prematuras devido a doenças cardiovasculares. A melhora da Capacidade Aeróbica traz inúmeros benefícios à saúde do indivíduo (SESSO *et al.*, 2000).

4.1.3. Exercício Aeróbico no Tratamento do Diabetes Mellitus Tipo 1

O grande papel do exercício físico no tratamento do DM1 está na melhora do transporte de glicose para dentro das células e assim contribuir de forma objetiva no controle glicêmico mantendo-o a níveis adequados, evitando um quadro de hipoglicemia. Pouco se sabe ainda sobre qual seria a carga de treinamento ideal a ser prescrita a um diabético com o intuito de provocar essa melhora de maneira crônica.

Além disso, grandes variações nos níveis glicêmicos de um indivíduo diabético tipo1 devem ser evitadas caso não haja um total controle da sua glicemia e que não o predisponha a uma possível situação de hipoglicemia. A avaliação e o controle glicêmico passam a ser fundamentais no processo de tratamento por meio da atividade física.

O consenso da literatura científica aponta para um melhora no transporte de glicose para dentro da célula muscular devido a sua contração durante o exercício. Este processo ocorre mediante a translocação dos transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT 4) até a membrana. Com esta facilitação de entrada de glicose para dentro da célula, a concentração sanguínea diminuirá, reduzindo os valores glicêmicos do indivíduo (FIG.1).

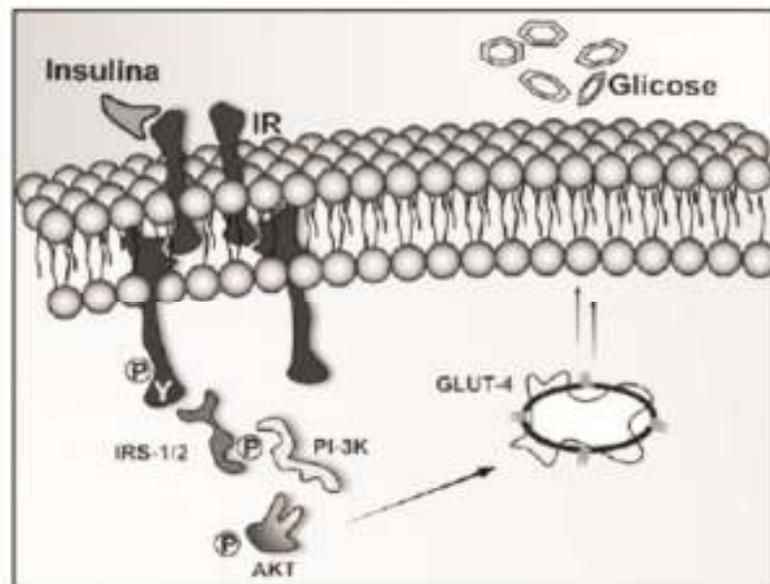


FIGURA 1. Via de sinalização na captação de glicose. A insulina, ao se ligar ao seu receptor de membrana, promove a autofosforilação da subunidade beta em resíduos de tirosina e desencadeia uma cascata de sinalizações que convergem para as vesículas que contêm GLUT-4, promovendo o seu transporte para a membrana celular (PAULI, 2009).

A atividade aeróbica possui grande tendência em diminuir os valores de glicose sanguínea tanto durante (dentro de 20 – 60 minutos após uma série) quanto depois do exercício (RIDDELL *et al.*, 2006). Seus benefícios vão além do tempo previsto de execução da atividade proposta, se estendendo por algumas horas depois do término da sessão, mostrando o seu alto grau de contribuição no controle e no tratamento da disfunção.

O efeito crônico do exercício aeróbico irá reduzir os valores de hemoglobina glicosilada, promovendo um controle glicêmico nos pacientes diabéticos (MOSHER *et al.*, 1998). Adaptações como: aumento das fibras musculares sensíveis à insulina, aumento da densidade capilar, aumento da translocação do GLUT4 para membrana, aumento da atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e o aumento na atividade da glicogênio-sintase são fatores contribuintes a estes efeitos crônicos (JASSEN; GOODYEAR, 2005).

Os resultados ainda são contraditórios em relação aos benefícios da atividade física no controle metabólico dos pacientes com DM1. Mosher *et al.* (1998) mostraram efeitos positivos na hemoglobina glicada (A1c) de 11 pacientes com DM1 após um período de 12 semanas de exercício aeróbico associado a um exercício de força. Herbst *et al.* (2006) mostraram que a prática de uma atividade física regular está relacionada a níveis mais baixos de A1c sem o aumento do risco de hipoglicemia. Estes resultados benéficos corroboram com os resultados de Campaigne *et al.* (1984) realizado em adolescentes com DM1 após 12 semanas de atividades recreativas.

Em discordância, Laaksonen *et al.* (2000) não encontraram reduções nos valores de de A1c após 12 semanas de um treinamento em 20 pacientes com DM1 quando comparado ao grupo controle. Rowland (1981) e Zinman (1984) observaram após 12 semanas de exercício aeróbico, bicicleta e esteira, uma melhora no consumo máximo de oxigênio (VO₂ max) sem uma melhora associada ao controle glicêmico.

Estes resultados mostram que diferentes protocolos e amostras podem influenciar diretamente no resultado esperado quanto ao controle glicêmico dos pacientes e podendo até não surtir o efeito positivo esperado.

4.2. Atividade aeróbica e controle glicêmico

4.2.1 Avaliação do Controle Glicêmico

Para se constatar uma melhora no quadro do paciente é necessário que se

faça a sua avaliação e partir desta a escolha de uma variável de controle do diabetes. O valor de glicose plasmática tem sido a forma mais utilizada durante os últimos anos. Outros métodos surgiram e se mostraram eficazes na avaliação e controle destes pacientes.

Atualmente, tem sido cada vez mais comum a utilização da Hemoglobina glicada também conhecida como HbA1C, ou simplesmente A1C, como um parâmetro de diagnóstico e avaliação da glicemia do paciente diabético.

O termo “hemoglobina glicada” refere-se a um conjunto de substâncias formadas a partir de reações entre a hemoglobina A (HbA) e alguns açúcares. O processo de “glicação” de proteínas envolve uma ligação não enzimática e permanente com açúcares redutores como a glicose, ao contrário do processo de “glicosilação”, que envolve uma ligação enzimática e instável (FORSMAN, 1996).

Existem vários tipos de HbA1 cromatograficamente distintos, tais como HbA1a1, HbA1a2, HbA1b e HbA1c. Desses todos, a fração HbA1c, ou apenas A1C, é a que se refere à hemoglobina glicada propriamente dita, conforme FIG. 2, cujo terminal valina da cadeia beta está ligado à glicose por meio de uma ligação estável e irreversível.

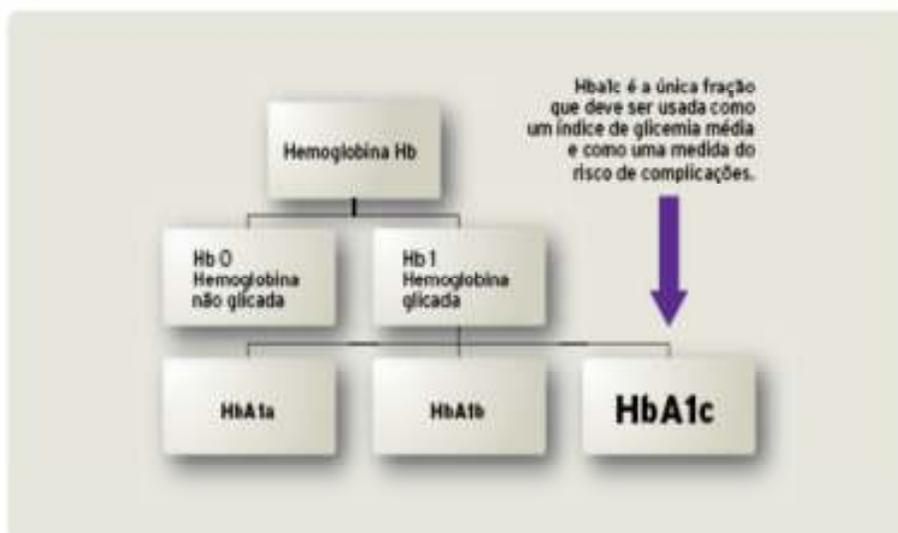


FIGURA 2. Frações da Hemoglobina.

Fonte: Apostila: Atualização sobre hemoglobina glicada (A1C) para avaliação do controle glicêmico e para o diagnóstico do diabetes: Aspectos clínicos e laboratoriais. Posicionamento Oficial 2009.

Atualmente, a manutenção do nível de A1C abaixo de 7% é considerada como uma das principais metas no controle do diabetes. Os dois estudos supramencionados indicaram que as complicações crônicas começam a se desenvolver quando os níveis de A1C estão situados permanentemente acima de 7% 4,5. Algumas sociedades médicas adotam, inclusive, metas terapêuticas mais rígidas de 6,5% para os valores de A1C.

4.2.2 Relação entre Atividade Aeróbica e o Controle Glicêmico

Estudos apontam para uma melhora do controle glicêmico de diabéticos quando o paciente se exercita, além de promover uma melhora geral do indivíduo, elevando o seu estado de bem estar (FORSMAN, 1996).

O exercício aeróbico auxilia no controle metabólico em geral, melhora o controle glicêmico, reduz os fatores de risco cardiovascular, contribui para o controle ponderal e melhora o bem estar geral (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2010).

No estudo de Austin *et al* (1993), foi encontrado uma correlação inversa entre a hemoglobina glicada (A1C) e a capacidade aeróbica (Vo_{2max}), além de uma correlação entre o estado de aptidão física e os níveis de lipídios em adolescentes com DM1.

Boulé *et al.* (2003) propuseram que altos níveis de exercícios físicos estão associados com uma melhora no controle da glicemia (A1C) e com aptidão física.

Michaliszyn *et al.* (2009) também observou uma relação positiva entre o alto nível de aptidão física e o controle glicêmico, além dos valores de colesterol em adolescentes com DM1.

Landt *et al.* (1985) considera o exercício físico válido no tratamento do diabetes mellitus tipo 1 desde que uma dieta balanceada e a administração de insulina exógena esteja acompanhando o processo do controle metabólico.

Antes de se prescrever o exercício aeróbico para um indivíduo portador do DM1, é importante se avaliar a glicemia antes do exercício e assim evitar um possível quadro de hipoglicemia.

O Laboratório do Movimento da Universidade Federal de Minas Gerais propôs

um protocolo de prescrição de exercícios para DM1 com base nos valores glicêmicos avaliados no momento prévio a atividade. Assim sendo, a prescrição da carga de treinamento se tornará mais segura aos pacientes, reduzindo efetivamente os níveis de glicose sanguínea ou aumentando-os, no caso de um exercício anaeróbico. Este protocolo bem utilizado reduz as chances de hiperglicemia e hipoglicemia durante e após a atividade proposta (TAB. 1).

TABELA 1

Protocolo de prescrição de exercícios para DM1 com base nos valores glicêmicos avaliados no momento prévio a atividade.

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Glicemia inferior a 135 mg/dL	Glicemia entre 135 e 170 mg/dL	Glicemia acima de 170 mg/dL	Glicemia superior a 250 mg/dL com cetonemia acima de 0.5 mg/dL
ANAERÓBICO (musculação)	AERÓBICO + ANAERÓBICO (musculação)	AERÓBICO	NÃO realizar atividade física * Encaminhar para o Amb. São Vicente

(Laboratório do Movimento - UFMG / versão 2010)

Desta forma, foi apresentado que o exercício aeróbico passa a ser recomendado a partir de níveis de glicemia entre 135mg/dL – 170mg/dL juntamente com um exercício anaeróbico e acima de 170mg/dL isoladamente.

4.3. Exercício físico e resistência à insulina

Estudos mostram que em atletas a sensibilidade à insulina parece estar aumentada e os níveis de insulina diminuídos em comparação com indivíduos sedentários (RICHTER *et al.*, 1992; NUUTILA *et al.*, 1994). A diminuição da tolerância à glicose gerada pelo processo natural de envelhecimento se mostra reduzida em atletas profissionais másteres (SEALS *et al.*, 1984; ROGERS *et al.*, 1990).

Por outro lado, um volume baixo de atividade física semanal está relacionado a uma menor sensibilidade à insulina e alguns dias sem atividade física estão

associados ao aumento da resistência à insulina. (RENNIE *et al.*, 2003; LAKKA *et al.*, 2003; LIPMAN *et al.*, 1970).

Foi mostrado que uma única sessão aguda de exercício físico aumenta a disposição de glicose que irá ser mediada pela insulina em indivíduos diabéticos tipo 1 (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

Para que haja uma melhora representativa da resistência à insulina, é necessário que a prática de exercícios físico seja constante, pois esta se mostra efetiva dentro de 12 a 48 horas após à atividade, mas retorna aos níveis de pré-atividade dentro de três a cinco dias (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004).

Cancellière (1999) afirma que com uma comprovada ação dos transportadores de glicose, a atividade física aumenta a sensibilidade à insulina, tornando-a mais eficiente e que este efeito irá perdurar num prazo de dois a três dias.

5 CONCLUSÃO

Diante dos estudos que testaram a eficácia de sessões de exercícios físicos predominantemente aeróbicos, podemos afirmar que há uma melhora do quadro geral de pacientes diabéticos.

A atividade física aeróbica favorece a entrada de glicose para dentro da célula por meio de transportadores do tipo 4 (GLUT-4). Com isso, a glicemia se mantém controlada num determinado tempo.

O tipo de exercício e a carga de treinamento proposta interferem na resposta de hemoglobina glicada. Resultados apontam para uma diminuição do valor de A1c ou na sua manutenção.

Para a segurança do paciente, é recomendado uma avaliação de sua glicemia pré-exercício podendo ou não ser prescrito uma atividade aeróbica com base nos valores mostrados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of medical care in diabetes. **Diabetes Care**. v. 29, p. S4-S42, 2006.

_____. Standards of medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**. v. 32, 2010.

AUSTIN, A.; *et al.* The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein(a) levels in adolescents with IDDM. **Diabetes Care**. v. 16, n. 2, p. 421-425, feb.1993.

BOULÉ, N. G.; *et al.* Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardio-respiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. **Diabetologia**. n. 46, p. 1071-1081, 2003.

CAMPAIGNE, B. N.; *et al.* Effects of a physical activity program on metabolic control and cardiovascular fitness in children with insulin-dependent diabetes mellitus. **Diabetes Care**. v. 7, p. 57-62, 1984.

CANCELLIERI, Claudio. **Diabetes & atividade física**. Jundiaí: Fontoura, 1999. 87p.

CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Rev. Bras. Med. Esporte**. v. 10, n. 4, jul-ago, 2004.

FORSMAN, R. W. Why is the laboratory an afterthought for managed care organizations? **Clin Chem**. v. 42, p. 813-816, 1996.

GRUPO INTERDISCIPLINAR DE PADRONIZAÇÃO DA HEMOGLOBINA GLICADA – A1C. **Atualização sobre hemoglobina glicada (A1C) para avaliação do controle glicêmico e para diagnóstico do diabetes: aspectos clínicos e laboratoriais**. Posicionamento Oficial. 3. ed. São Paulo, 2009.

HERBST, A.; *et al.* Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. **Arch. Pediatr. Adolesc. Med**. v. 160, p. 573-577, 2006.

JASSEN, N.; GOODYEAR, L. J. Contraction signaling to glucose transport in skeletal muscle. **Jour. Appl. Physiol**. v. 99, p. 330-337, 2005.

LAAKSONEN, D. E.; *et al.* Aerobic exercise and the lipid profile in type-1 diabetic men: a randomized controlled trial. **Med sci sports exerc**. v. 32, p. 1541-1548, 2000.

LAKKA, T. A.; *et al.* Sedentary life style, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. **Med. Sci. Sports. Exerc**. v. 35, p. 1279-1286, 2003.

LANDT, K. W.; *et al.* Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. **Diabetes Care**. v. 8, n. 5, p. 461-465, sep-oct, 1985.

LIPMAN, R. L.; *et al.* Impairment of peripheral glucose utilization in normal subjects by prolonged bed rest. **Jour. Lab. Clin. Med.** v. 76, p. 221-230, 1970.

MICHALISZYN, S. F.; *et al.* Physical fitness, dietary intake, and metabolic control in adolescents with type 1 diabetes. **Pediatric Diabetes.** v. 10, n. 6, p. 389-394, sep. 2009.

MOSHER, P. E.; *et al.* Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. **Arch. Phys. Med. Rehabil.** v. 79, p. 652-657, 1998.

NUUTILA, P.; *et al.* Different alterations in the insulin-stimulated glucose uptake in the athlete's heart and skeletal muscle. **Jour. Clin Invest.** v. 93, p. 2267-2274, 1994.

PAULI, J. R. *et al.* Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 53, n. 4, June 2009.

RENNIE, K. L.; *et al.* Association of metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. **Int. Jour. Epidemiol.** v. 32, p. 600-606, 2003.

RIDDELL, M.; PERKINS, B. Type 1 diabetes and vigorous exercise: Applications of exercise physiology to patient management. **Can. J. Diab.** v. 30, p. 63-71, 2006.

RICHTER, E. A.; *et al.* Metabolic responses to exercise. Effects of endurance training and implications for diabetes. **Diabetes Care.** v. 15, p. 1767-1776, 1992.

ROGERS, M. A.; *et al.* Effect of 10 days of physical inactivity on glucose tolerance in master athletes. **Jour. Appl. Physiol.** v. 68, p. 1833-1837, 1990.

ROWLAND, T.; Physical fitness in children: implications for the prevention of coronary artery disease. **Curr. Prob. Pediatr.** v. 11, p. 1-5, 1981.

SEALS, D. R.; *et al.* Glucose tolerance in young and older athletes and sedentary men. **Jour. Appl. Physiol.** v. 56, p. 1521-1525, 1984.

SESSO, H. D.; PAFFENBARGER, R. S. JR.; LEE, I. M. Physical activity and coronary heart disease in men: The Havard Alumni Health Study. **Circulation.** n. 102, p. 975-80, 2000.

ZINMAN, B.; ZUNIGA-GUAJARDO, S.; KELLY, D. comparison of the acute and long-term effects of exercise on glucose control in type-1 diabetes. **Diabetes Care.** v. 7, p. 515-519, 1984.