



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**“Hipoglicemia associada ao exercício em doentes com diabetes:
Uma revisão sistemática”**

Fabio Antonio Bernhard

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências do Desporto
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Victor Machado Reis

Covilhã, Setembro de 2012

Agradecimentos

Ao final desta, que espero seja somente mais uma etapa desta jornada sem fim em busca de cada vez mais conhecimento, gostaria de demonstrar aqui os meus mais sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador, Professor Doutor Victor Machado Reis, pela orientação e pelo conhecimento transmitido ao longo deste trabalho.

Ao meu Amigo “Mestre” Romeu Mendes, pela infinda paciência, pelas dicas e pelo imenso conhecimento que me transferiu enquanto juntos percorríamos esta caminhada.

A minha esposa, Eunice Bernardo Duarte, que sempre esteve ao meu lado nas infintas noites de frio de Unhais da Serra, me apoiando e provando que os nossos sonhos são possíveis, e para isso basta acreditar.

A minha adorável mãe, Sra. Norma Hermle Bernhard, que sempre me motivou a perseguir objetivos, mesmo que para isso ela ficasse no portão a chorar.

A todos que de alguma forma me ajudaram a fazer com que este trabalho pudesse ser realizado.

Não poderia nunca deixar de agradecer a Deus, que esta sempre do meu lado, segurando minha mão nos momentos difíceis. Obrigado Senhor!!!!

“Hipoglicemia associada ao exercício em doentes com diabetes: Uma revisão sistemática”

“Exercise-related hypoglycemia in patients with diabetes: A systematic review”

Fabio Antonio Bernhard

Dep. de Ciências do Desporto da Univ. da Beira Interior - UBI

fbernhard@hotmail.com

Victor Machado Reis.

Dep. de Ciências do Desp., Exercício e

Saúde da Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro

Resumo

Nos últimos anos, muito se tem falado através de estudos e pesquisas publicadas a respeito de diabetes e hipoglicemia, sendo relacionadas com atividade física. Este trabalho tem por objetivo definir o que é hipoglicemia, seus sintomas e ajudar no seu controlo e tratamento durante a prática de atividades físicas, possibilitando aos portadores de diabetes mais segurança na prática de exercícios. Foi realizada uma pesquisa na base de dados Pubmed e também foram pesquisadas algumas organizações internacionais. A hipoglicemia é causada pela falta de glicose na corrente sanguínea, os sintomas da hipoglicemia são: Sintomas neuroglicopênicos, que são causados pela concentração reduzida de glicose no sistema nervoso central: sensações estranhas, irritabilidade, confusão mental, dificuldade de raciocínio, dificuldade da fala, visão turva, ataxia, parestesias, dor de cabeça, convulsão e coma. E os sintomas Neuro autonômicos: falta de estabilidade, tremor, ansiedade, nervosismo, palpitações, sudorese, pele pegajosa, boca seca, fome, palidez, dilatação da pupila. Durante a prática de atividades físicas pelo portador de diabetes é importante que haja um controle permanente da glicemia, sugere-se que o controle seja feito pelo menos três vezes durante a prática, indicando que seja observado no início, no meio e no final do treino através do teste de glicemia capilar. Na incidência de hipoglicemia durante a atividade física, sugere-se que seja consumido 15g de hidratos de carbono e no caso de não haver melhora, repetir o procedimento 15 minutos depois. A ingestão de suplementos de hidratos de carbono antes da prática de atividades físicas também é uma sugestão para o controle mas embora seja muito utilizada, é de difícil controle, pois, pelo fato de não ser possível saber exatamente o consumo calórico que será despendido durante o treino este método pode levar o indivíduo a ter uma hiperglicemia. De acordo com os artigos analisados a intensidade ideal

da atividade física deve ser moderada, sendo realizada de acordo com a capacidade de cada portador de diabetes mellitus. E os exercícios aeróbicos em conjunto com os resistidos são os que possibilitam um melhor controle glicêmico.

Palavra-chave

Hipoglicemia, diabetes, exercícios

Abstract

In recent years, much has been said through studies and published research about diabetes and hypoglycemia, being related to physical activity. This work aims to define what is hypoglycemia, its symptoms and help in its control and treatment during physical activity, enabling people with diabetes more security exercise. We performed a search in the Pubmed database were also searched and some international organizations. Hypoglycemia is caused by lack of glucose in the bloodstream, symptoms of hypoglycemia are: neuroglycopenic symptoms, which are caused by the reduced concentration of glucose in the central nervous system: strange sensations, irritability, confusion, impaired judgment, impaired speech, blurred vision, ataxia, paresthesia, headache, convulsion and coma. And Neuro autonomic symptoms: lack of stability, tremor, anxiety, nervousness, palpitations, sweating, clammy skin, dry mouth, hunger, pallor, pupil dilation. During physical activity by patients with diabetes is important that there is ongoing monitoring of blood glucose, it is suggested that the control is done at least three times during practice, indicating that it is observed at the beginning, middle and end of practice by testing blood glucose. In incidence of hypoglycemia during exercise suggests that it be consumed 15g of carbohydrates and in case there is no improvement, repeat the procedure after 15 minutes. The intake of carbohydrate supplements before physical activity is also a suggestion for control but although it is widely used, it is difficult to control, because the fact that you can not know exactly the calorie intake that will be spent during the practice this method may lead the individual to have an hyperglycemia. According to the articles analyzed the optimal intensity of physical activity should be moderate. being performed according to the capacity of each person with diabetes mellitus. And aerobic exercise in conjunction with the resistance are enabling a better glycemic control.

Keywords

Hypoglycemia, diabetes, exercise

Índice

Capítulo 1

Introdução	11
Metodologia	13
Resultados	15
Discussão	18

Capítulo 2

Diabetes e atividade física	20
Defesas contra hipoglicemia: mecanismos de controle	22
Variação do nível de glicemia	25
O metabolismo da glicose durante o exercício	26
Hipoglicemia durante a prática de atividades físicas	27
Suplementação com hidratos de carbono	30

Capítulo 3

Implicações práticas	31
Conclusão	32
Bibliografia	33

Capítulo 1

Introdução

Estimativas recentes indicam que no ano de 2000 haviam 171 milhões de pessoas no mundo com diabetes e este número é projetado para chegar aos 366 milhões até 2030, é uma doença essencialmente definida pelo nível da hiperglicemia que dá origem a um risco de dano microvascular como retinopatia, nefropatia e neuropatia (World Health Organization, 2006). É associada com uma expectativa de vida reduzida, morbidade significativa, complicações microvasculares, aumento do risco de complicações macrovasculares como doença isquêmica cardíaca, doença vascular periférica e acidente vascular cerebral e diminuição da qualidade de vida (American Diabetes association, 2012). Em Portugal sabemos que o número de diabéticos ronda um milhão e duzentas mil pessoas, isto é, 12,4% da população Portuguesa (Boavida, et al., 2011). O consumo de medicamentos para o controle da diabetes aumentou cerca de 338% no período de 2000 a 2010, ficando em torno de 11,5 milhões de euros, cerca de 6,3% dos custos totais dos ambulatorios (Boavida, et al., 2011). O diabetes é uma das principais causas, senão principal, de doença cardiovascular, além das graves complicações micro vasculares que provoca, podendo conduzir à cegueira e à insuficiência renal crônica (Inzucchi, et al., 2012). O aumento epidémico desta doença e as suas sérias consequências permitem-nos compreender por que razão, em todo o mundo, políticos responsáveis, tanto na área da saúde como em outras áreas sensíveis como economia, educação e assuntos sociais, vem debruçando-se sobre o problema com preocupação cada vez maior (World Health Organization, 2006).

O portador de diabetes tem no exercício físico uma das formas mais eficazes de prevenção e controle do diabetes, a atividade física tem sido apontada em diversos países como principal medida não farmacológica, assumindo aspecto benéfico e protetor (Inzucchi, et al., 2012) .

Um dos maiores medos para os portadores de diabetes na prática de atividades físicas é a hipoglicemia, é especialmente presente nos portadores que fazem uso de insulina ou outro tipo de medicamentos (Inzucchi, et al., 2012). A hipoglicemia é uma das barreiras mais difíceis para o portador de diabetes, principalmente no início dos tratamento, quando ainda não se tem um pleno conhecimento dos sintomas e de que forma se deve reagir no caso de uma crise de hipoglicemia, isso faz com que o diabético tenha muito receio da pratica de atividades físicas (Inzucchi, et al., 2012)

Este trabalho tem por objetivo definir o que é hipoglicemia, seus sintomas e ajudar no seu controle e tratamento durante a prática de atividades físicas, possibilitando aos portadores de diabetes mais segurança durante a realização de exercícios.

Metodologia

Pesquisa realizada em formato de revisão sistemática, com base em artigos encontrados na base de dados *Pubmed*, foi feita por título e sem outros filtros. Na busca foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Diabetes, exercício e hipoglicemia, *((hypoglycemia[Title]) AND diabet*[Title]) AND exercise[Title]*. Foram ainda pesquisados documentos de organizações nacionais e internacionais na área da diabetes e exercício físico, como a *Sociedade Portuguesa de Diabetologia*, *American College of Sports Medicine*, *American Diabetes Association*, *International Diabetes Federation*, *European Association for The Study of Diabetes*, *American Heart Association* e a *World Health Organization*.

Resultados

A pesquisa foi realizada no dia 31 de julho de 2012. Foram selecionados todos os artigos encontrados na base de dados referentes a busca indicada, apresentando um total de 22 artigos. Da pesquisa nas Organizações Internacionais foram encontrados 4 artigos relevantes para esta revisão. Posteriormente procedeu-se a obtenção dos artigos em texto integral para leitura e interpretação.

No total foram utilizados 26 artigos, apresentados na tabela 1.

Tabela 1 (Artigos utilizados na pesquisa)

<i>American Diabetes association</i>	2012	<i>Diabetes Care</i>	<i>Standards of Medical Care in Diabetes - 2012</i>
Riddell, M. et al	2011	<i>Diabetes Technology & Therapeutics</i>	<i>Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucose monitoring and a new carbohydrate intake algorithm: an observational field study</i>
Younk, L. M. et al	2011	<i>Expert Review of Endocrinology & Metabolism</i>	<i>Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus</i>
Colberg, S.R. et al	2010	<i>Diabetes Care</i>	<i>Exercise and type 2 diabetes</i>
Taplin, C. E. Et al	2010	<i>The Journal of pediatrics</i>	<i>Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes</i>
Maran, A. Et al	2010	<i>Diabetes Technology & Therapeutics</i>	<i>Continuous glucose monitoring reveals delayed nocturnal hypoglycemia after intermittent high-intensity exercise in nontrained patients with type 1 diabetes</i>
Rosa, J. S. et al	2009	<i>Pediatric diabetes</i>	<i>Altered molecular adaptation to exercise in children with type 1 diabetes: beyond hypoglycemia</i>
Cryer, P. E., et al	2009	<i>Diabetes</i>	<i>Exercise-related hypoglycemia-associated autonomic failure in diabetes</i>
Marwick, T.H., et al	2009	<i>American Heart Association Circulation</i>	<i>Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association</i>
Tamborlane, W. V.	2007	<i>Journal of Clinical Endocrinology Metabolism</i>	<i>Triple jeopardy: nocturnal hypoglycemia after exercise in the young with diabetes</i>
Ferland, A.	2007	<i>Diabetes Care</i>	<i>Is aspartame really safer in reducing the risk of hypoglycemia during exercise in patients with type 2 diabetes?</i>

Briscoe, V. J.	2007	<i>Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism</i>	<i>Type 1 diabetes: exercise and hypoglycemia</i>
Tsalikian, E., et al	2006	<i>Diabetes Care</i>	<i>Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin</i>
Sandoval, D. A. et al	2006	<i>American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism</i>	<i>Acute, same-day effects of antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus</i>
Galassetti, P., et al	2006	<i>American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism</i>	<i>Effect of differing antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to exercise in type 1 diabetes</i>
Guelfi, K. J. et al	2005	<i>Diabetes Care</i>	<i>Intermittent high-intensity exercise does not increase the risk of early postexercise hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes</i>
Sandoval, D. A. et al	2004	<i>Diabetes Care</i>	<i>Effects of low and moderate antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes</i>
Galassetti, P.	2004	<i>American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism</i>	<i>Effect of sex on counterregulatory responses to exercise after Antecedent hypoglycemia in type 1 diabetes</i>
Ertl, A. et al	2004	<i>Diabetes / metabolism research and reviews</i>	<i>Evidence for a vicious cycle of exercise and hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus</i>
Sandoval, D. A., et al	2003	<i>Journal of Diabetes and its Complications,</i>	<i>Leptin responses to antecedente exercise and hypoglycemia in healthy and type 1 diabetes mellitus men and women</i>
Galassetti, P. et al	2003	<i>Diabetes Care</i>	<i>Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent euglycemic exercise in type 1 diabetes</i>
Cryer, P. E. et al	2003	<i>Diabetes Care</i>	<i>Hypoglycemia in diabetes</i>
Kemmer, F. W.	1992	<i>Diabetes Care</i>	<i>Prevention of hypoglycemia during exercise in type I diabetes</i>
Shilo, S., et al	1990	<i>Israel journal of Medical Sciences</i>	<i>Abnormal growth hormone responses to hypoglycemia and exercise in adults with type I diabetes</i>
Lantz, B., et al	1989	<i>Horm Metab Res.</i>	<i>Short tertatolol treatment does not impair the hormone and metabolic responses to exercise and hypoglycemia in diabetics</i>
Nathan, D.M., et al	1985	<i>Annals of internal medicine</i>	<i>Programming pre-exercise Snacks To prevent post-exercise hypoglycemia in intensively treated insulin-dependent diabetics</i>

Discussão

Um dos maiores problemas a serem enfrentados pelos indivíduos portadores de diabetes mellitus, é a hipoglicemia (Nathan, Madnek, & Delahanty, 1985). A hipoglicemia ocorre devido ao baixo índice de açúcar no sangue, o que pode ocorrer por inúmeras razões (Tamborlane, 2007). Segundo a *American Diabetes association* (2012), os valores de glicemia adequados devem estar sempre entre 70ml/dl a 100ml/dl para que não haja sequelas nos órgãos e tecidos do portador de diabetes mellitus. As hipoglicemias acometem até 90% das pessoas tratadas com insulina, sendo o fator limitante para a adequação da terapêutica; pode-se dizer que são uma barreira bastante difícil de transpor para a obtenção de controle glicêmico adequado (Cryer, Davis, & Shamon, 2003).

A glicose é um combustível metabólico obrigatório para o cérebro (International Diabetes Federation, 2005). Como o cérebro não pode sintetizar a glicose ou armazenar mais do que a oferta de alguns minutos, em forma de glicogênio, é extremamente dependente de um fornecimento contínuo de glicose da circulação sanguínea (Colberg, et al., 2010). Em condições normais de concentrações de glicose arteriais, a taxa de transporte de glicose do sangue ao cérebro excede a taxa de metabolismo da glicose cerebral (Colberg, et al., 2010). No entanto, como os níveis de glicose arterial cai abaixo da gama fisiológica de transporte da glicose, do sangue para o cérebro, torna-se limitante para o metabolismo da glicose cerebral, e em última análise, sobrevivência. Se não fosse para os efeitos potencialmente devastadores de hipoglicemia no cérebro, a gestão glicêmica do diabetes seria bastante simples (Cryer, et al., 2003).

A hipoglicemia muitas vezes causa recorrente morbidade física, recorrente ou persistente morbidade psicossocial, ou ambos, e, por vezes, causa a morte (American Diabetes association, 2012). Além disso, impede o controle glicêmico verdadeiro, isto é, a manutenção de glicemia durante toda a vida na grande maioria das pessoas com diabetes (Marwick, et al., 2009). Como resultado, podem ocorrer complicações não obstante a terapia rigorosa. Por exemplo, complicações microvascular desenvolvidas em pacientes com diabetes tipo 1 e também naqueles com diabetes tipo 2 mesmo com uma terapia de controle da glicemia, embora a taxas menores do que os atribuídos à terapia com menor rigor (Cryer, et al., 2003). Na verdade, a barreira de hipoglicemia pode explicar por que as tentativas para alcançar o controle glicêmico têm tido pouco impacto sobre as complicações macrovasculares. Afigura-se que na curva que descreve a relação entre a glicemia média e eventos macrovasculares, tais como enfarte do miocárdio, a glicemia é deslocada mais para baixo do que entre a glicemia média e complicações microvasculares (Marwick, et al., 2009).

A intensificação do controle metabólico aumenta a frequência de hipoglicemia, os portadores de diabetes melito tipo 1 podem ter valores glicêmicos entre 50ml/dc e 60ml/dc em até 10% do tempo e hipoglicemias sintomáticas várias vezes por semana, já as hipoglicemias graves

com perda de consciência, convulsões ou coma, acontecem cerca de 1 a 2 vezes por pessoa/ano (Colberg, et al., 2010).

Embora a recuperação da função cerebral, em geral, seja completa após coma hipoglicêmico, pode haver seqüela permanente, com déficit neurológico significativo nas crianças em idade pré-escolar (Cryer, et al., 2003).

Durante a prática de qualquer atividade física, os indivíduos diabéticos estão sujeitos a sofrer uma crise de hipoglicemia (Colberg, et al., 2010). Para ser possível a prática de atividades físicas sem grandes complicações metabólicas, os portadores de diabetes devem tomar medidas para prevenir a hipoglicemia provocada pela prática de exercícios (Cryer, et al., 2003). Estas medidas incluem, basicamente, promover a lenta absorção da insulina, imitando assim a secreção de insulina fisiológica durante o exercício, fornecer carboidratos adicionais durante o exercício, e sobretudo com uma boa educação em diabetes (Marwick, et al., 2009). A dose de insulina deve ser adaptada a duração e a intensidade da carga de trabalho, a hora do dia que se realizará o treinamento, os níveis de insulina prevalecentes e o estado de nutrição no momento (Colberg, et al., 2010). A prevenção e controle da hipoglicemia induzida pelo exercício pode ser alcançada mais facilmente se os pacientes forem integrados em programas de ensino intensivo e abrangente para a autogestão da diabetes (American Diabetes association, 2012).

Capítulo 2

Diabetes e atividade física

O exercício acarreta mudanças metabólicas favoráveis como a diminuição da glicose sanguínea e o aumento da sensibilidade à ação da insulina e da taxa metabólica basal (Tsalikian, et al., 2006). Isto ocorre geralmente após períodos crônicos de atividade física regular com intensidade de baixa a moderada bem como em exercícios de alta intensidade correspondente a 70 a 80% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), embora um nível baixo de intensidade seja adequado para facilitar mudanças metabólicas, é preciso satisfazer o limiar mínimo necessário para melhorar a resistência cardiorrespiratória, intensidade de exercício maior ou igual a 50% do VO_2 máx (Briscoe, Tate, & Davis, 2007).

Essencialmente, implementando atividades de intensidade baixa a moderada para indivíduos com diabetes, minimizam-se os riscos e maximizam-se os benefícios a saúde (Ertl & Davis, 2004). Além disso, a atividade física de mais baixa intensidade propicia um nível de esforço mais confortável e melhora a probabilidade de aderência, enquanto diminui a probabilidade de lesões músculo esqueléticas e lesões por atrito nos pés, particularmente em atividades que exijam sustentação do peso corporal (Sandoval, Guy, Richardson, Ertl, & Davis, 2004).

Previamente ao uso da insulina, pacientes com diabetes tipo 1 tinham poucas chances de participar de programas de atividade física intensa (Briscoe, et al., 2007). Distúrbios metabólicos, incluindo cetose, desidratação severa e complicações musculares eram agravadas significativamente pelo exercício, limitando a participação destes indivíduos em atividades esportivas, entretanto, depois da insulina ser disponibilizada como terapia para estes pacientes, as recomendações concernentes ao exercício físico mudaram (Kemmer, 1992). De fato, hoje, muitos pacientes diabéticos tipo 1 estão aptos a incorporar o exercício físico dentro de suas rotinas diárias havendo numerosos atletas profissionais e olímpicos com diabetes tipo 1 (Shilo & Shamon, 1990). O objetivo do tratamento do diabetes é manter os níveis de glicose sanguínea e lipídios dentro dos parâmetros, em condições de prevenir ou retardar as complicações microvasculares, macrovasculares e neurais, sendo assim uma modalidade de tratamento (Rosa & Galassetti, 2009).

Os indivíduos diabéticos do tipo 1 em geral são jovens e frequentemente preferem a prática de esportes e atividade física, sendo a maior meta do tratamento conduzir o paciente a ter uma vida normal, bastando para isso o controle glicêmico (Nathan, et al., 1985). Deste modo, a atividade física é bem recomendada, mas não sem risco de hipo e ou hiperglicemia (Maran,

et al., 2010). O paciente observará que a combinação de doses de insulina, ingestão de hidratos de carbono e a atividade física conduzi-lo-á a uma melhor vida e controle do diabetes (Lantz, Paillard, Nunez, & Assan, 1989).

Quanto ao diabetes tipo 1, a atividade física regular reduz o seu risco. Este efeito protetor esta relacionado ao nível de atividade física durante anos prévios desde a infância (Cryer, 2009). A atividade física é frequentemente indicada no tratamento do diabetes tipo 2 ao lado da dieta e terapia medicamentosa, entretanto, alguns indivíduos nessas condições são incapazes de manter uma atividade física regular, e além do mais, o esforço intenso pode ser perigoso, especialmente para pacientes com retinopatia, neuropatia, pressão arterial elevada ou problemas do coração (Younk, Mikeladze, Tate, & Davis, 2011).

Defesa contra hipoglicemia: Mecanismos de controle

A hipoglicemia deflagra uma série de mecanismos de controle: suprime a secreção de insulina pelas células beta, estimula a liberação de glucagon pelas células-alfa, a de adrenalina pela medula adrenal, além do cortisol e do hormônio de crescimento e além disso, observam-se também a liberação de noradrenalina de neurônios simpáticos pós-ganglionares e acetilcolina dos pós-ganglionares simpáticos e parassimpáticos, além de outros neuropeptídeos (Kemmer, 1992). A queda da secreção de insulina possibilita aumentar a produção hepática e renal de glicose, além de diminuir sua captação nos tecidos periféricos, especialmente muscular e sendo assim o glucagon tem papel fundamental nesse mecanismo, aumentando a glicogenólise hepática e favorecendo a gliconeogênese (Kemmer, 1992). A liberação de adrenalina resulta em maior produção hepática de glicose e diminuição de captação nos tecidos sensíveis a insulina, além de ajudar na percepção dos sintomas e contribuir para diminuição de secreção de insulina. (Kemmer, 1992).

Os sintomas de hipoglicemia podem ser classificados em duas categorias: os neurogênicos ou autonômicos e os neuroglicopênicos. (Guelfi, Jones, & Fournier, 2005)

Os primeiros são o resultado da percepção dos efeitos da liberação, mediada pelo sistema nervoso central (SNC), do sistema simpático/adrenal (Guelfi, et al., 2005). Incluem sintomas adrenérgico (palpitação, tremor, ansiedade), mediados por adrenalina ou noradrenalina, e sintomas colinérgicos como sudorese, fome, parestesias, mediados por acetilcolina, desta forma a administração de antagonistas catecolaminérgicos e de acetilcolina bloqueia intensamente os sintomas de hipoglicemia, e é prudente que, se sua utilização pelos portadores de diabetes mellitus for necessária, o médico deve estar atento para a possibilidade de agravamento de hipoglicemia assintomática (Guelfi, et al., 2005).

Estudos em humanos adrenalectomizados mostram que a contribuição do sistema nervoso simpático neural é mais importante que a da medula adrenal, no que se refere aos sintomas, mas as alterações hemodinâmicas, como aumento de frequência cardíaca e queda da pressão diastólica, são relacionados à adrenalina liberada de medula adrenal (Maran, et al., 2010).

Os sintomas neuroglicopênicos refletem a disfunção provocada no SNC pela baixa concentração de glicose (Figura 1).

O cortisol e o hormônio de crescimento, cujas concentrações aumentam em resposta à hipoglicemia, limitando a utilização de glicose pelos tecidos periféricos (Galassetti, et al., 2006). Esses hormônios têm um papel modesto na resposta à hipoglicemia aguda e são mais importantes quando esta é prolongada (Galassetti, et al., 2006). A liberação de ACTH, cortisol

e ativação de sistema nervoso simpático decorrem de mediação de SNC; o núcleo ventromedial hipotalâmico tem neurônios sensíveis à concentração de glicose que desencadeiam as respostas contra reguladoras, embora outras regiões no SNC possam também ter algum papel (Galassetti, et al., 2006).

Os mecanismos contra reguladores são desencadeados em pessoas normais de maneira bastante reprodutível (Tabela 1).

Tabela 1. Sinais e sintomas de hipoglicemia

Sintomas Neuroautonômicos.	Sintomas neuroglicopênicos. Causados pela concentração reduzida de glicose no SNC
Falta de estabilidade, tremor	Sensações estranhas
Ansiedade	Irritabilidade
Nervosismo	Confusão mental
Palpitações	Dificuldade de raciocínio
Sudorese	Dificuldade de fala
Pele pegajosa	Visão turva
Boca seca	Ataxia
Fome	Parestesias
Palidez	Dor de cabeça
Dilatação da pupila	Confusão mental
	Convulsão
	Coma
	Morte

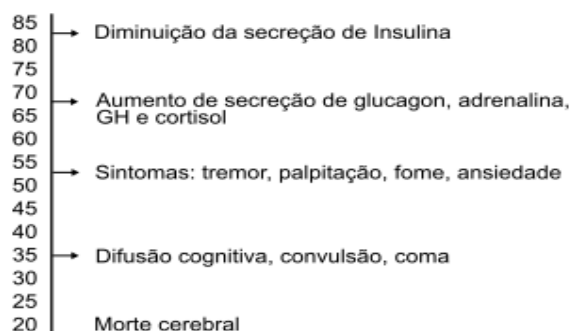


Figura 1. Limiares glicêmicos (sangue venoso arterializado) para os diversos contra reguladores e sintomas (Briscoe, et al., 2007).

Entretanto, esses limiares são dinâmicos e dependentes, sobretudo, do controle glicêmico prévio e sendo assim, pessoas com diabetes e controle glicêmico ruim, apresentando concentrações de hemoglobina glicada elevadas percebem sintomas de hipoglicemia quando as concentrações de glicose são mais altas do que em períodos de bom controle (Tamborlane, 2007). O oposto é visto em portadores de diabetes tratados intensivamente que não reconhecem que estão em hipoglicemia até que os valores glicêmicos sejam extremamente baixos, e esse fenômeno agrava-se em relação às hipoglicemias prévias (Rosa & Galassetti, 2009). Problemas no sistema contra regulatório na ativação simpática em resposta à hipoglicemia prévia não é exclusivo do estado diabético, como demonstrado também em normais: um único episódio de hipoglicemia causa diminuição significativa da resposta do controle a uma hipoglicemia subsequente, o que pode ser um importante fator causal de hipoglicemia iatrogênica, sem sinais de alarme, apresentado por pessoas com diabetes mellitus, fenômeno que passou a ser nomeado como hipoglicemia associada à insuficiência autonômica (Riddell & Milliken, 2011).

A variação do nível da glicemia

O nível de variação da glicemia é um determinante importante das respostas para o controle da hipoglicemia aguda e também respostas para o controle da hipoglicemia subsequente (Ertl & Davis, 2004). Uma nova abordagem para determinar respostas para melhor controle da glicemia foi usada por (Galassetti, et al., 2003). Uma dose aleatória de glicose foi coletado pela manhã e pela tarde, com um intervalo de 2h em 2h, (glicemia capilar), e também no períodos de picos de hipoglicemia, os resultados no dias subsequentes ajudou a criar uma "dose-resposta" de níveis de glicose. Segundo (Galassetti, et al., 2006) deve-se ter conhecimento dos diversos recursos disponíveis para descobrir a variação glicêmica, pois, este dado é fundamental para que se obtenha um perfil exato e conseqüentemente um melhor controle glicêmico.

O metabolismo da glicose durante o exercício

Hormônios anti-insulina são ativados durante o exercício de uma forma qualitativamente semelhante à hipoglicemia, mas no entanto, a magnitude relativa de respostas das catecolaminas depende das intensidades dos estímulos (por exemplo, intensidade de exercício, a variação da glicemia) (Ferland, Brassard, & Poirier, 2007). Entretanto, o papel metabólico dos hormônios durante o exercício pode aumentar a produção de glicose para corresponder às necessidades dos músculos que executam o trabalho e assim sendo os mecanismos neuroendócrinos são invocados para agudamente estimular a produção de glucagon, se neste momento a produção de glicose não puder coincidir com a captação de glicose, irá desenvolver hipoglicemia (Galassetti, et al., 2004).

Hipoglicemia durante a prática de Atividades Físicas.

Em humanos normais, exercício físico moderado e prolongado diminui significativamente a resposta neuroendócrina e metabólica à hipoglicemia (Briscoe, et al., 2007). Entre outros efeitos, diminui a liberação de adrenalina em cerca de 30%, o que torna a percepção de hipoglicemia mais difícil (Younk, et al., 2011). A hipoglicemia ocorre durante o exercício, em diabéticos em insulinoterapia, nas primeiras horas após seu término e até mesmo aproximadamente 20 horas depois, que é a chamada hipoglicemia tardia (Cryer, 2009). Hipoglicemia durante o exercício explica-se por maior consumo de glicose muscular, maior absorção de insulina nos locais de aplicação e defeitos na contra regulação (Younk, et al., 2011). É importante acentuar que o risco de hipoglicemia tardia pode ser decorrente da contra regulação alterada, uma vez que exercício prévio diminui a resposta de glucagon, noradrenalina e adrenalina à hipoglicemia (Ertl & Davis, 2004). A mudança de dose de insulina para adequação ao exercício deve levar em consideração o tipo, a intensidade e a duração do exercício (Younk, et al., 2011). Em diversos casos recomenda-se que quando o portador de diabetes faz exercícios programados de 1 a 3 horas após a alimentação, a dose de insulina prandial deve ser reduzida pela metade, e se necessário, diminuir ainda mais, sendo que algumas vezes, é necessária a redução de 1 a 2 unidades da insulina basal anterior (Briscoe, et al., 2007). Se o exercício é feito por mais de 3 horas após a alimentação, e se o portador de diabetes mellitus se exercita de maneira não programada, ou se a glicemia for menor que 100 mg/dL, recomenda-se a ingestão adicional de 15 a 30 gramas de hidrato de carbono (Tsalikian, et al., 2006). Importante também, afirmar que com a prática de exercícios aeróbicos e resistidos em diabetes mellitus tipo 1, é possível diminuir a incidência de hipoglicemia grave ou aumento da frequência de hipoglicemia noturna sintomática (Taplin, et al., 2010)

Um exercício regular promove numerosos benefícios fisiológicos e psicológicos para jovens com diabetes mellitus, mas tal participação também aumenta dramaticamente o risco de hipoglicemia (Sandoval, et al., 2004), este é em grande parte porque a produção de glicose pelo fígado, independentemente da ingestão de hidratos de carbono antes, não coincide com o aumento das taxas de eliminação de glicose no músculo durante o exercício (Ferland, et al., 2007). Infelizmente, os sintomas de hipoglicemia são muitas vezes mascarados pela atividade física e o estresse da competição e assim os indivíduos podem estar em risco elevado para hipoglicemia grave, lesão aguda e danos permanentes dos órgãos e/ou danos nos tecidos se continuarem a exercer exercício (Kemmer, 1992). Mesmo uma leve hipoglicemia prejudica o desempenho esportivo em jovens com diabetes, semelhante à forma como ele diminui o aspecto pró-cognitivo (Briscoe, et al., 2007). Para evitar estes resultados negativos,

alguns jovens com diabetes podem consumir quantidades excessivas de carboidratos ou diminuir a ingestão de insulina muito drasticamente, causando desse modo a hiperglicemia (Sandoval, Galassetti, Tate, Neill, & Davis, 2003). Infelizmente, a hiperglicemia causada pela ingestão excessiva de hidratos de carbono, ou pela quantidade muito baixa do nível de insulina circulante, pode atenuar qualquer potencial melhoria no controle glicêmico que o exercício regular possa causar (Briscoe, et al., 2007). Embora as diretrizes para a redução de administração de insulina e ingestão de carboidratos antes do exercício existam, estas recomendações são difíceis de implementar, pois tanto a duração como intensidade da atividade necessitam de ser predeterminadas (Maran, et al., 2010). Além disso, a redução da administração de insulina basal pode causar hiperglicemia pré-exercício e pode não prevenir a hipoglicemia completamente (Kemmer, 1992). Como uma alternativa, o consumo de hidratos de carbono usado pode ser aumentado para melhorar o limite da hipoglicemia, embora a quantidade recomendada é de em grande parte com base em estimativas de taxas de utilização de carboidratos em vez da concentração de glicose no tempo de exercício e/ou a velocidade a que a concentração de glicose está caindo (Nathan, et al., 1985). Como tal, estas recomendações podem, por vezes, promover níveis mais elevados de glicose no sangue do que o necessário, vindo a falhar nos efeitos benéficos do exercício sobre a glicemia (Galassetti, et al., 2003). Entretanto, não existem orientações sobre a quantidade de carboidratos para consumir para evitar a hipoglicemia quando os níveis de glicose estão dentro de uma faixa específica, mas ainda caindo, porque a produção de glicose não está de acordo com a quantidade de glicose periférica necessária (Younk, et al., 2011) .

Em dois estudos realizados por (Galassetti, et al., 2006; Sandoval, Guy, Richardson, Ertl, & Davis, 2006), investigou-se se o exercício pode atenuar respostas fisiológicas ao exercício no mesmo dia subsequente. Num grupo de indivíduos saudáveis, os efeitos de 90 minutos de exercício pela manhã, a 50% VO_2 máx e com o mesmo volume de exercício no período da tarde, foi concluído que o nível de glicemia foi mantida durante o exercício da manhã, e os estoques de carboidratos esgotados foram substituídos após a conclusão do exercício. Assim, qualquer alterações nas respostas contrarregulatórias ao exercício efetuados de tarde seria causada pelo exercício antecedente. A taxa de perfusão de glicose exógena necessária para manter a glicemia durante o exercício da tarde foi ampliada em cerca de 5 vezes durante 30 minutos, em comparação com o exercício da manhã. O aumento da necessidade de glicose exógena durante exercícios realizados de tarde foi devido a uma combinação de fatores: diminuição da produção de glicose endógena a aumento da sensibilidade à insulina. Os exercícios de alta intensidade podem elevar os níveis de glicose no sangue, então, uma atividade de curta duração pode ser capaz de contrariar os efeitos de redução de glicose pela menor intensidade do exercício (Guelfi, et al., 2005). Como tal, alguns estudos têm investigado a implementação de exercícios intermitentes de alta intensidade sendo aplicados antes, durante e após exercício de intensidade moderada para atenuar quedas prejudiciais na glicose do sangue (Guelfi, et al., 2005). Em um estudo realizado por Guelfi (2005), foi

observado que, quando as pessoas com Diabetes mellitus realizavam 4 sprints máximos a cada 2 minutos, durante 30 minutos de exercício (40% VO_2 máx), a glicose no sangue diminuiu significativamente em relação a quando os sprints não foram incluídos na sessão, durante os primeiros 60 minutos do período de recuperação, os níveis sanguíneos de glicose no grupo que realizou os sprints continuou a diminuir, enquanto que os níveis de glicose no grupo de intervenção já havia estabilizado. Cabe salientar que atualmente, os exercícios intermitentes de alta intensidade não podem ser recomendados livremente para todos os indivíduos portadores de diabetes, é importante ter em consideração a condição de saúde geral do paciente para que possa realizar exercícios intensos (Guelfi, et al., 2005).

Suplementação com Hidrato de Carbono

A suplementação com hidratos de carbono durante e após o exercício pode ajudar a prevenir a hipoglicemia (Sandoval, et al., 2003). Ao contrário de ajustes de insulina, o uso de hidrato de carbono suplementar pode oferecer aos indivíduos a liberdade de se envolver em atividades não planejadas (Ferland, et al., 2007). Alguns estudos têm demonstrado que a reposição adequada de hidrato de carbono durante o exercício físico preveniu quase todos os episódios de hipoglicemia sem ajustes de dosagem de insulina (Briscoe, et al., 2007).

Segundo, Colberg (2010) o consumo de 10g a 15g de hidratos de carbono é recomendado para evitar a hipoglicemia induzida pelo exercício, já a pesquisa realizada por Cryer (2009), sugere que 40g de um suplemento de glicose líquida pode ser necessário para evitar a hipoglicemia durante e após 1 hora de exercício pós-prandial em pessoas que usam insulina. Estes resultados ilustram o fato de que a suplementação de hidratos de carbono deve ser individualizada com o tipo de insulina, e do estado de absorção (Cryer, 2009). Ferland (2007), em sua pesquisa concluiu que a utilização de aspartame como um meio de reduzir o risco de hipoglicemia durante o exercício não traz resultados satisfatórios, contrariamente a todas as expectativas, o pequeno-almoço utilizando aspartame induziu um aumento no nível de glicose e de insulina semelhante ao da refeição com sacarose.

Capítulo 3

Implicações Práticas

A hipoglicemia é o problema que mais assusta os portadores de diabetes mellitus. Isso acontece pelo fato da hipoglicemia acontecer muito rapidamente, e sendo assim, muitas vezes, caso o indivíduo não esteja atento ou esteja distraído com a atividade física, não tem tempo para reação alguma de combate. Deve-se manter sempre a glicemia entre 70ml/dl a 100ml/dl, que são os níveis de referência. O portador de diabetes mellitus deve sempre ter atenção nos sintomas da hipoglicemia, que são: Sintomas neuroglicopênicos, causados pela concentração reduzida de glicose no sistema nervoso central: Sensações estranhas, Irritabilidade, Confusão mental, Dificuldade de raciocínio, Dificuldade da fala, Visão turva, Ataxia, Parestesias, Dor de cabeça, Convulsão e Coma. E os sintomas Neuro autonômicos: Falta de estabilidade, tremor, Ansiedade, Nervosismo, Palpitações, Sudorese, Pele pegajosa, Boca seca, Fome, Palidez, Dilatação da pupila. O controle glicêmico durante a atividade física é a melhor forma de prevenir e tratar a hipoglicemia. O mais adequado é que sejam realizados pelo menos três análises de glicemia capilar durante a atividade física, um no início, um durante e outro no final. A ingestão de 15g de hidratos de carbono é a forma de ação rápida para combater a hipoglicemia e no caso de até 15 minutos depois ainda não ter sido recuperado nível glicêmico, é necessário repetir a dose, afim de estabilizar o valor adequado. Pode-se também recorrer a ingestão de hidratos de carbono, o que não é totalmente eficaz pelo fato de que é difícil saber o consumo calórico real durante a atividade física e isso pode acabar levando a uma crise de hiperglicemia. Na elaboração do plano de treino do indivíduo portador de diabetes é importante ter conhecimento de todos os aspectos necessários, para assim ser possível planejar um programa pessoal e adaptado as necessidades e capacidades da pessoa. Recomenda-se que o exercícios tenha uma intensidade moderada, com ênfase para os exercícios aeróbicos juntamente com os exercícios resistidos. Juntamente com este trabalho, é muito importante o papel do profissional do desporto e do profissional da saúde no acompanhamento de todo o processo, esclarecendo e informando os pacientes a respeito da importância do acompanhamento e da prática do exercício para o indivíduo portador de diabetes.

Conclusão

A hipoglicemia é a diminuição do nível de açúcar no sangue e entre os problemas que pode trazer, os mais graves são o coma hipoglicêmico e a morte. Neste trabalho foi possível compreender os mecanismos da glicemia durante o exercício, sintomas, e a forma como se pode prevenir e tratar a hipoglicemia. A prática de atividades físicas é um forte aliado do portador de diabetes, entretanto, é a responsável por grande parte das crises de hipoglicemia devido ao desconhecimento e falta de orientação dos portadores de diabetes a respeito dos cuidados a serem tomados durante a realização de exercícios. É importante que o praticante tenha um perfeito controle glicêmico e esteja devidamente informado dos sintomas e modo de agir no caso de uma crise. A prática de exercícios combinados entre aeróbicos e resistidos e com baixa intensidade é a forma indicada para que seja possível realizar exercícios com um menor risco de hipoglicemia. A relação entre diabetes, exercício e hipoglicemia é um assunto muito discutido e com diversas questões frequentemente levantadas a respeito da melhor forma de praticar exercícios com segurança e resultados benéficos ao portador de diabetes. Entre todos os meios apresentados de controle e prevenção, o conhecimento da diabetes e da hipoglicemia juntamente com a sua forma de ação são os fatores mais importantes para a redução dos riscos de hipoglicemia durante a prática de atividades físicas

Bibliografia

- American Diabetes association. (2012). Standards of Medical Care in Diabetes - 2012. *Diabetes Care*, Vol. 35, 1.
- Boavida, J. M., Fragoso de Almeida, J. P., Massano Cardoso, S., Sequeira Duarte, J., Duarte, R., Ferreira, H., et al. (2011). Diabetes, Factos e Números 2011. *Sociedade Portuguesa de Diabetologia*.
- Briscoe, V. J., Tate, D. B., & Davis, S. N. (2007). Type 1 diabetes: exercise and hypoglycemia. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(3), 576-582.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., et al. (2010). Exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 33(12), 2692-2696.
- Cryer, P. E. (2009). Exercise-related hypoglycemia-associated autonomic failure in diabetes. *Diabetes*, 58(9), 1951-1952.
- Cryer, P. E., Davis, S. N., & Shamoon, H. (2003). Hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Care*, 26(6), 1902-1912.
- Ertl, A., & Davis, S. (2004). Evidence for a vicious cycle of exercise and hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus. *Diabetes/metabolism research and reviews*, 20(2), 124-130.
- Ferland, A., Brassard, P., & Poirier, P. (2007). Is aspartame really safer in reducing the risk of hypoglycemia during exercise in patients with type 2 diabetes? *Diabetes Care*, 30(7), e59-e59.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Morrey, S., Wasserman, D. H., & Davis, S. N. (2003). Effect of antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to subsequent euglycemic exercise in type 1 diabetes. *Diabetes*, 52(7), 1761-1769.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Morrey, S., Wasserman, D. H., & Davis, S. N. (2004). Effect of sex on counterregulatory responses to exercise after antecedent hypoglycemia in type 1 diabetes. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 287(1), E16-E24.
- Galassetti, P., Tate, D., Neill, R. A., Richardson, A., Leu, S. Y., & Davis, S. N. (2006). Effect of differing antecedent hypoglycemia on counterregulatory responses to exercise in type 1 diabetes. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 290(6), E1109-E1117.
- Guelfi, K. J., Jones, T. W., & Fournier, P. A. (2005). Intermittent high-intensity exercise does not increase the risk of early postexercise hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 28(2), 416-418.
- International Diabetes Federation. (2005). Global Guideline for Type 2 Diabetes. *International Diabetes Federation*.
- Inzucchi, S. E., Bergenstal, R. M., Buse, J. B., Diamant, M., Ferrannini, E., Nauck, M., et al. (2012). Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes: A Patient-Centered Approach Position Statement of the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care*, 35(6), 1364-1379.
- Kemmer, F. W. (1992). Prevention of hypoglycemia during exercise in type I diabetes. *Diabetes Care*, 15(11), 1732-1735.
- Lantz, B., Paillard, F., Nunez, E., & Assan, R. (1989). Short tertatolol treatment does not impair the hormone and metabolic responses to exercise and hypoglycemia in diabetics. *Horm Metab Res*, 21(10), 561-565.
- Maran, A., Pavan, P., Bonsembiante, B., Brugin, E., Ermolao, A., Avogaro, A., et al. (2010). Continuous glucose monitoring reveals delayed nocturnal hypoglycemia after

- intermittent high-intensity exercise in nontrained patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 12(10), 763-768.
- Marwick, T. H., Hordern, M. D., Miller, T., Chyun, D. A., Bertoni, A. G., Blumenthal, R. S., et al. (2009). Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 119(25), 3244-3262.
- Nathan, D. M., Madnek, S. F., & Delahanty, L. (1985). Programming pre-exercise snacks to prevent post-exercise hypoglycemia in intensively treated insulin-dependent diabetics. *Annals of internal medicine*, 102(4), 483-486.
- Riddell, M. C., & Milliken, J. (2011). Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucose monitoring and a new carbohydrate intake algorithm: an observational field study. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 13(8), 819-825.
- Rosa, J. S., & Galassetti, P. R. (2009). Altered molecular adaptation to exercise in children with type 1 diabetes: beyond hypoglycemia. *Pediatric diabetes*, 10(3), 213-226.
- Sandoval, D. A., Galassetti, P., Tate, D., Neill, A., & Davis, S. N. (2003). Leptin responses to antecedent exercise and hypoglycemia in healthy and type 1 diabetes mellitus men and women. *Journal of Diabetes and its Complications*, 17(6), 301-306.
- Sandoval, D. A., Guy, D. L. A., Richardson, M. A., Ertl, A. C., & Davis, S. N. (2004). Effects of low and moderate antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes. *Diabetes*, 53(7), 1798-1806.
- Sandoval, D. A., Guy, D. L. A., Richardson, M. A., Ertl, A. C., & Davis, S. N. (2006). Acute, same-day effects of antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 290(6), E1331-E1338.
- Shilo, S., & Shamoon, H. (1990). Abnormal growth hormone responses to hypoglycemia and exercise in adults with type I diabetes. *Israel journal of medical sciences*, 26(3), 136.
- Tamborlane, W. V. (2007). Triple jeopardy: nocturnal hypoglycemia after exercise in the young with diabetes. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(3), 815-816.
- Taplin, C. E., Cobry, E., Messer, L., McFann, K., Chase, H. P., & Fiallo-Scharer, R. (2010). Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. *The Journal of pediatrics*, 157(5), 784-788. e781.
- Tsalikian, E., Kollman, C., Tamborlane, W., Beck, R., Fiallo-Scharer, R., Fox, L., et al. (2006). Prevention of hypoglycemia during exercise in children with type 1 diabetes by suspending basal insulin. *Diabetes Care*, 29(10), 2200-2204.
- World Health Organization. (2006). Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation. *Geneva: World Health Organization*, 1-50.
- Younk, L. M., Mikeladze, M., Tate, D., & Davis, S. N. (2011). Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 6(1), 93-108.