

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**DIABETES EM MOVIMENTO® - PROGRAMA COMUNITÁRIO  
DE EXERCÍCIO PARA PESSOAS COM DIABETES TIPO 2**

**EFEITOS NO CONTROLO GLICÉMICO, FATORES DE RISCO  
CARDIOVASCULAR E APTIDÃO FÍSICA**

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto

**Romeu Duarte Carneiro Mendes**

**Orientadores:** Prof. Doutor Victor Manuel Machado de Ribeiro dos Reis  
Prof. Doutor José Luís Ribeiro Themudo Barata



Vila Real, 2014



*Onde há uma vontade, há um caminho!*



# Agradecimentos

Prof. Dr. Victor Manuel Machado de Ribeiro dos Reis (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro); Prof. Dr. José Luís Ribeiro Themudo Barata (Universidade da Beira Interior); Prof. Dr. Nelson Joaquim Fortuna de Sousa (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro); Dr. Pedro Miguel Moreira Oliveira e Silva (Universidade do Porto); Prof. Dr. Pedro Miguel de Mendonça Rocha (Universidade da Beira Interior); Centro de Investigação em Desporto Saúde e Desenvolvimento Humano; Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Fundação para a Ciência e a Tecnologia; Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior (Prof. Dr. Daniel Marinho, Prof. Dr. Mário Marques, Prof. Dr. Aldo Costa, Prof. Dr. Pedro Guedes de Carvalho e Vera Baptista); Centro Hospitalar Cova da Beira (Prof. Dr. Miguel Castelo-Branco, Dr. Artur Gama, Dr. Edmundo Dias, Dr.<sup>a</sup> Rosa Ballesteros, Dr. João Casteleiro, Dr. Carlos Casteleiro, Dr. Luís Oliveira, Dr.<sup>a</sup> Joana Reis Mascarenhas, Dr.<sup>a</sup> Rosa Saraiva, Dr. Bruno Valentim, Dr.<sup>a</sup> Sofia Craveiro, Dr.<sup>a</sup> Ana Gouveia, Enf.<sup>a</sup> Maria José Silva, e equipa de enfermagem e equipa de apoio administrativo da consulta externa do Hospital Pêro da Covilhã); Câmara Municipal da Covilhã (Sr. Paulo Rosa; Sr. Torrão, Sr. Carlos e restante equipa de apoio ao Complexo Desportivo da Covilhã); Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal; Sociedade Portuguesa de Diabetologia; Sociedade Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo; Direção-Geral da Saúde (Programa Nacional para a Diabetes); Bayer Portugal (Luís Mugeiro); Lilly Portugal (Ana Rolanda Pacheco, Artur Rebelo e Ana Aldinhas); Tecnifar, Portugal; Heartbrain Lda; BR - Análises Ambientais e Alimentares Lda; Farmácia Carvalhense (Conceição Rocha); Euromedic Portugal (Delegação da Covilhã); Wellness Health Club (João Xavier, Bento Carvalho, Helder Azevedo, Rui Tarelho, Joana Grilo, Ana Sofia Alves, Patrícia Pinto e Solange D'Onofre); Dr. Basil Ribeiro (Revista de Medicina Desportiva informa); Consultores Científicos do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> (Dr. José Manuel Boavida, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helena Cardoso, Prof. Dr. Manuel Teixeira Veríssimo, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Abrantes, Dr. António Machado Saraiva, Dr. Rui César, Dr. Silvestre Abreu, Dr.<sup>a</sup> Rosa Silva, Dr. Daniel Vaz); Monitores do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> (Sofia Sousa, Filipe Dias, José Mário Fernandes, Mariana Domingues, Salomé Duarte, José Costa, Lisa Ferreira, Joana Costa, José Paulo Tourais, Ana Resende, Ana Carramana, Rute Cardoso, Magda Sousa, Humberto Sousa, Maria Monteiro e Diogo Picanço); Participantes do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> e seus familiares; Orlando Simões, Manuela Simões; Maria do Céu Carvalho; Ricardo Relvas; Luís Coutinho; Victor K (Fotografia), Albertina Clara Ferreira; meus Amigos e minha Família.



Este trabalho foi financiado pela *FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia* através de uma bolsa de doutoramento com a referência SFRH/BD/47733/2008.

A marca *Diabetes em Movimento* e seu respetivo logotipo foram registados no *Instituto Nacional de Propriedade Industrial* com a referência n.º 487824.

Este estudo foi registado internacionalmente como Ensaio Clínico no *Current Controlled Trials* com a referência ISRCTN09240628.



# Resumo

A atividade física é reconhecida como uma estratégia terapêutica não farmacológica fundamental para o controlo da diabetes tipo 2 e do risco cardiovascular associado. No entanto, a maioria dos diabéticos tipo 2 não pratica exercício de forma regular, quer por uma consciência insuficiente sobre os potenciais benefícios do exercício, quer pela falta de conhecimentos específicos sobre as suas recomendações atuais. *Quais são então as recomendações de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2? De que forma se podem prevenir as lesões e eventos adversos agudos associados à prática de exercício nesta população? Será o treino intervalado de alta intensidade (TIAI) um método seguro e eficaz no controlo glicémico agudo? Será um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, capaz de induzir benefícios no controlo glicémico, nos principais fatores de risco cardiovascular, e na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2?* Para responder a estas questões foram realizados vários estudos: uma revisão sistemática das recomendações internacionais de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2; uma revisão crítica sobre as principais medidas preventivas de lesões e eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população; um estudo cruzado, randomizado e controlado sobre os efeitos agudos do TIAI no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2; e um estudo longitudinal sobre os efeitos de nove meses do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>, um programa comunitário de exercício combinado, direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, de elevada aplicabilidade, e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, no controlo glicémico, nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis, e na aptidão física de um grupo de pessoas com diabetes tipo 2. Tendo em consideração os resultados dos estudos, os diabéticos tipo 2 devem seguir as recomendações de atividade física e exercício para a população geral. Contudo, a prescrição de exercício deve incluir recomendações para a prevenção e controlo de complicações como o pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica diabética, risco cardiovascular, patologias musculoesqueléticas, hipoglicemia, hiperglicemia, desidratação e interações entre os medicamentos e o exercício. O TIAI parece ter aplicabilidade em pessoas com diabetes tipo 2, e demonstrou ser um método seguro e mais eficaz no controlo glicémico agudo imediato do que o treino contínuo de intensidade moderada. Nove meses do programa *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> melhoraram de forma significativa os níveis da hemoglobina glicada, da glicose plasmática em jejum, do colesterol total, do colesterol HDL, do colesterol LDL, dos triglicéridos, da pressão arterial sistólica, da pressão arterial diastólica, o índice de massa corporal, o perímetro abdominal, o risco de doença das artérias coronárias a 10 anos, a aptidão aeróbia, a força muscular, a agilidade/equilíbrio, e a flexibilidade de um grupo de pessoas com diabetes tipo 2.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Intervenção Comunitária; Controlo Glicémico; Fatores de Risco Cardiovascular; Aptidão Física



# ***Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> - community-based exercise program for patients with type 2 diabetes: effects on glycemic control, cardiovascular risk factors and physical fitness**

## **Abstract**

Physical activity is recognized as a major non-pharmacological therapeutic strategy for the control of type 2 diabetes and related cardiovascular risk. However, the majority of type 2 diabetics do not regularly engage in exercise, either by insufficient awareness of the potential benefits of exercise, either by lack of specific knowledge about their current recommendations. *What are the recommendations for exercise prescription for people with type 2 diabetes? How injury and exercise-related acute adverse events can be prevented in this population? Is high intensity interval training (HIIT) a safe and effective method in acute glycemic control? Can a community-based combined exercise program, with high applicability, and developed with minimum and low cost material resources, be capable of inducing benefits on glycemic control, major cardiovascular risk factors, and physical fitness in people with type 2 diabetes?* To answer these questions several studies were conducted: a systematic review of international recommendations for exercise prescription in people with type 2 diabetes; a critical review study about the main preventive measures for exercise-related injuries and adverse events in this population; a randomized controlled crossover study on the acute effects of HIIT on glycemic control in people with type 2 diabetes; and a longitudinal study about the effects of nine months of *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>, a community-based combined exercise program designed for people with type 2 diabetes, with high applicability, and developed with minimum low-cost material resources, on glycemic control, major modifiable cardiovascular risk factors, and physical fitness in a group of people with type 2 diabetes. The results of the studies suggest that type 2 diabetics should follow the recommendations for physical activity and exercise for the general population. However, exercise prescription should include recommendations for the prevention and control of complications such as diabetic foot, diabetic retinopathy, diabetic nephropathy, diabetic autonomic neuropathy, cardiovascular risk, musculoskeletal disorders, hypoglycemia, hyperglycemia, dehydration and interactions between medication and exercise. HIIT seems to have applicability in people with type 2 diabetes, and demonstrated to be a safe and a more effective method in the immediate acute glycemic control than moderate intensity continuous training. Nine months of *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> program significantly improved the levels of glycated hemoglobin, fasting plasma glucose, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, body mass index, abdominal circumference, 10 years risk of coronary artery disease, aerobic fitness, muscular strength, agility/balance, and flexibility in a group of people with type 2 diabetes.

## **Keywords**

Exercise; Physical Activity; Type 2 Diabetes; Community-Based Intervention; Glycemic Control; Cardiovascular Risk Factors; Physical Fitness



# Índice Geral

	Pag	
Capítulo 1	Introdução geral	1
Capítulo 2	Prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática das recomendações internacionais	7
	Resumo	11
	Abstract	13
	Introdução	15
	Metodologia	15
	Resultados	16
	Discussão	16
	Conclusões	20
Capítulo 3	Prevenção de lesões e eventos adversos associados ao exercício em pessoas com diabetes tipo 2	21
	Resumo	25
	Abstract	27
	Introdução	29
	Pé diabético	30
	Retinopatia diabética	31
	Nefropatia diabética	31
	Neuropatia autonómica diabética	32
	Risco cardiovascular	32
	Lesões musculoesqueléticas	33
	Hipoglicemia	34
	Hiperglicemia	36
	Desidratação	36
	Interações entre a medicação e o exercício	36
	Avaliação médica pré-exercício	37
	Programação das sessões de exercício	38
	Conclusões	40
Capítulo 4	Efeitos agudos do treino intervalado de alta intensidade no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2	41
	Resumo	45

Abstract	47	
Introdução	49	
Metodologia	50	
Desenho do estudo	50	
Amostra	50	
Procedimentos em laboratório	51	
Período de <i>baseline</i>	51	
Protocolos de exercício	53	
Sessão de controlo	54	
Período de recuperação	54	
Procedimentos em ambulatório	54	
Tratamento estatístico	55	
Resultados	55	
Discussão	57	
Conclusão geral	63	
Capítulo 5	Desenvolvimento e operacionalização de um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2	65
	Resumo	69
	Abstract	71
	Introdução	73
	Enquadramento e apoios institucionais	74
	Seleção dos participantes	75
	Programação das sessões	75
	Estrutura das sessões de exercício	84
	Instrumentos de avaliação e controlo	85
	Cuidados especiais	99
	Conclusões	101
Capítulo 6	Efeitos de um programa comunitário de exercício no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2	103
	Resumo	107
	Abstract	109
	Introdução	111
	Metodologia	112
	Desenho do estudo	112
	Amostra	112
	Avaliações	114
	Programa de exercício	116
	Tratamento estatístico	117

	Resultados	118
	Discussão	125
	Conclusões	130
Capítulo 7	Efeitos de um programa comunitário de exercício na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2	133
	Resumo	137
	Abstract	139
	Introdução	141
	Metodologia	142
	Desenho do estudo	142
	Amostra	142
	Avaliações	143
	Programa de exercício	144
	Tratamento estatístico	146
	Resultados	146
	Discussão	149
	Conclusões	153
Capítulo 8	Conclusão geral	155
	Referências Bibliográficas	159



# Lista de Tabelas

	Pag
Tabela 1.1 Estrutura da dissertação	5
Tabela 2.1 Diretrizes de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 emitidas por organizações científicas	17
Tabela 4.1 Características da amostra	51
Tabela 4.2 Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra	52
Tabela 4.3 Valores médios ( $\pm$ desvios padrão) da glicemia capilar em todos os momentos de avaliação nas três condições experimentais	56
Tabela 6.1 Características da amostra	114
Tabela 6.2 Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra	115
Tabela 6.3 Valores médios ( $\pm$ desvios padrão) das variáveis em estudo nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	119
Tabela 6.4 Valores da mediana (amplitude interquartil) da Atividade Física Habitual (não supervisionada) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	125
Tabela 7.1 Características da amostra	143
Tabela 7.2 Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra	144
Tabela 7.3 Valores médios ( $\pm$ desvios padrão) do desempenho nos testes de aptidão física nos dois momentos de avaliação	147
Tabela 7.4 Valores da mediana (amplitude interquartil) da Atividade Física Habitual (não supervisionada) nos dois momentos de avaliação	149



# Lista de Figuras

	Pag	
Figura 2.1	Exercício aeróbio (marcha rápida). Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	18
Figura 2.2	Exercício resistido com pesos livres. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	19
Figure 2.3	Exercício de flexibilidade. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	19
Figura 3.1	Perfil etário e antropométrico típico das pessoas com diabetes tipo 2. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	30
Figura 3.2	Monitorização da pressão arterial antes do exercício. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	34
Figura 3.3	Monitorização da glicemia capilar antes do exercício. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	35
Figura 3.4	Monitorização da intensidade do exercício aeróbio através de uma escala de percepção subjetiva do esforço. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	40
Figura 4.1	Valores médios da glicemia capilar monitorizada em laboratório	57
Figura 4.2	Valores médios da glicemia capilar monitorizada em ambulatório	58
Figura 5.1	Logotipo do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	73
Figura 5.2	Pista de atletismo do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	76
Figura 5.3	Sala de exercício do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	76
Figura 5.4	Espaços relvados secundários do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	77
Figura 5.5	Área de circulação coberta da bancada do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	77
Figura 5.6	Escadarias do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	78
Figura 5.7	Parque de estacionamento do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	78
Figura 5.8	Espaços de circulação do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	79

Figura 5.9	Organização da sala de exercício. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	79
Figura 5.10	Garrafas com areia. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	80
Figura 5.11	Alteres. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	80
Figura 5.12	Cones e sinalizadores. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i>	81
Figura 5.13	“Estacas”. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	81
Figura 5.14	Cesto de compras. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	82
Figura 5.15	Kit de voleibol. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	82
Figura 5.16	Monitor a liderar a sessão de exercício. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	83
Figura 5.17	Monitores durante a sessão de exercício. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	83
Figura 5.18	Marcha rápida na pista de atletismo. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	85
Figura 5.19	Marcha rápida na área envolvente do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	86
Figura 5.20	Prova de estafetas na pista de atletismo. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	86
Figura 5.21	Marcha com carga externa na pista de atletismo. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	87
Figura 5.22	Marcha rápida na pista de atletismo com percurso de obstáculos. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	87
Figura 5.23	Exercício resistido para os membros inferiores. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	88
Figura 5.24	Exercício resistido para o tronco. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	88
Figura 5.25	Exercício resistido para os membros superiores. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	89
Figura 5.26	Jogo de voleibol adaptado. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	89
Figura 5.27	Jogo de basquetebol adaptado. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	90
Figura 5.28	Jogo dos 10 passes. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	90

Figura 5.29	Jogo Bola ao Capitão. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	91
Figura 5.30	Trocas de bola. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	91
Figura 5.31	Exercício de flexibilidade. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	92
Figura 5.32	Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg	92
Figura 5.33	Monitorização da intensidade do exercício aeróbio. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	93
Figura 5.34	Monitorização da intensidade do exercício resistido. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	93
Figura 5.35	Monitorização da intensidade do exercício de agilidade/equilíbrio. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	94
Figura 5.36	Registo da intensidade global da sessão. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	94
Figura 5.37	<i>6-Minute Walk Test</i> . Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	95
Figura 5.38	<i>30-Second Chair Stand Test</i> . Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	96
Figura 5.39	<i>Sit and Reach Test</i> . Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	96
Figura 5.40	<i>Timed Up and Go Test</i> . Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	97
Figura 5.41	Medição da estatura. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	97
Figura 5.42	Medição do perímetro abdominal. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	98
Figura 5.43	Determinação da massa e composição corporal. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	98
Figura 5.44	Monitorização da pressão arterial. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	99
Figura 5.45	Monitorização da glicemia capilar. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	100
Figura 5.46	Garrafas de água personalizadas. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	100
Figura 5.47	Material de emergência médica. Imagem do <i>Diabetes em Movimento</i> <sup>®</sup>	101
Figura 6.1	Valores médios da Hemoglobina Glicada nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	119

Figura 6.2	Valores médios da Glicose Plasmática em Jejum nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	120
Figura 6.3	Valores médios do Colesterol Total nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	120
Figura 6.4	Valores médios do Colesterol LDL (lipoproteínas de baixa densidade) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	121
Figura 6.5	Valores médios do Colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidade) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	121
Figura 6.6	Valores médios dos Triglicerídeos nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	122
Figura 6.7	Valores médios da Pressão Arterial Sistólica nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	122
Figura 6.8	Valores médios da Pressão Arterial Diastólica nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	123
Figura 6.9	Valores médios do Índice de Massa Corporal nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	123
Figura 6.10	Valores médios do Perímetro Abdominal nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	124
Figura 6.11	Valores médios do Risco de Doença das Artérias Coronárias a 10 anos, calculado através da calculadora de risco do <i>United Kingdom Prospective Diabetes Study</i> nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos	124
Figura 7.1	Valores médios do <i>6-Minute Walk Test</i> nos dois momentos de avaliação	147
Figura 7.2	Valores médios do <i>30-Second Chair Stand Test</i> nos dois momentos de avaliação	148
Figura 7.3	Valores médios do <i>Timed Up and Go Test</i> nos dois momentos de avaliação	148
Figura 7.4	Valores médios do <i>Chair Sit and Reach Test</i> nos dois momentos de avaliação	149

# Lista de Abreviaturas

ANOVA	Análise de variância
CON	Controlo
DAC	Doença das artérias coronárias
FC	Frequência cardíaca
GC	Glicemia capilar
GCON	Grupo de controlo
GEXE	Grupo de exercício
HbA1c	Hemoglobina glicada
IMC	Índice de massa corporal
PA	Pressão arterial
TCIM	Treino contínuo de intensidade moderada
TIAI	Treino intervalado de alta intensidade



# Capítulo 1

## *Introdução geral*



## Introdução geral

A diabetes é um grupo de doenças metabólicas caracterizadas pela hiperglicemia resultante de defeitos na secreção de insulina, na ação da insulina, ou ambos.<sup>1</sup> A diabetes tipo 2, que representa cerca de 90-95% de todos os casos de diabetes, é caracterizada por uma combinação de insulinoresistência e insuficiência das células beta-pancreáticas, em associação com a obesidade e um estilo de vida sedentário.<sup>2</sup>

A diabetes atinge mais de 382 milhões de pessoas em todo o mundo, correspondendo a 8.3% da população mundial, e continua a aumentar em todos os países.<sup>3</sup> Portugal posiciona-se entre os países europeus que registam uma das mais elevadas taxas de prevalência desta doença. A prevalência da diabetes em 2012 era de 12.9% da população portuguesa com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos, a que corresponde um valor estimado de 1 milhão de indivíduos.<sup>4</sup> Os doentes com diabetes têm um risco acrescido de desenvolver complicações micro e macrovasculares, como retinopatia, nefropatia, pé diabético, neuropatia autonômica, doença das artérias coronárias e acidentes vasculares cerebrais.<sup>5, 6</sup>

A atividade física é reconhecida como uma estratégia terapêutica não farmacológica fundamental para o controlo da diabetes tipo 2 e do risco cardiovascular associado, e os indivíduos com diabetes tipo 2 são aconselhados a aumentarem a atividade física inerente às atividades da vida diária, e a praticarem exercício físico para controlarem a doença e obterem benefícios adicionais na sua saúde.<sup>2, 7, 8</sup> No entanto, a maioria dos diabéticos tipo 2 não pratica exercício de forma regular.<sup>9, 10</sup> Uma consciência insuficiente sobre os potenciais benefícios do exercício, e a falta de conhecimentos específicos sobre as suas recomendações atuais, são alguns dos motivos apontados para a baixa prevalência da prática de exercício nesta população.<sup>11-13</sup> A primeira questão a que esta dissertação pretendeu dar resposta foi:

*Quais são as recomendações de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2? Qual o tipo de exercício, modo, duração, intensidade e frequência semanal mais recomendados?*

O envolvimento das pessoas com diabetes em exercício físico é muitas vezes difícil devido às complicações micro e macrovasculares, associadas com a progressão natural da doença, e também devido ao perfil etário e antropométrico típico dos indivíduos com diabetes tipo 2. São normalmente indivíduos envelhecidos, com excesso de peso ou obesidade, sedentários, com baixa aptidão física, e com um elevado risco de queda.<sup>4, 9, 14, 15</sup> Todas estas condições e complicações podem expor os diabéticos a um risco aumentado de lesão e eventos adversos associados ao exercício, quando comparados com sujeitos saudáveis.<sup>16, 17</sup> As lesões e os eventos adversos associados ao exercício podem levar ao medo de uma nova lesão e

consequente inatividade física.<sup>18</sup> A segunda questão a que esta dissertação pretendeu dar resposta foi:

*Quais são as complicações da diabetes que podem agravar com o exercício? E de que forma se podem prevenir as lesões e eventos adversos agudos associados à prática de exercício, em pessoas com diabetes tipo 2?*

O treino intervalado de alta intensidade (TIAI) tem surgido recentemente como um método atrativo de implementação do exercício aeróbio com intensidades mais elevadas em populações com fatores de risco, e parece induzir benefícios similares ou até mesmo superiores ao treino contínuo de intensidade moderada (TCIM), em vários indicadores de saúde.<sup>19, 20</sup> Existem ainda muito poucos estudos sobre os efeitos do TIAI em pessoas com diabetes tipo 2, e desconhece-se a sua segurança e eficácia no controlo glicémico agudo, especialmente em comparação com o TCIM. A terceira questão a que esta dissertação pretendeu dar resposta foi:

*Será o TIAI um método seguro e eficaz no controlo glicémico agudo de pessoas com diabetes tipo 2? Os seus benefícios serão superiores aos do TCIM?*

As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte da população com diabetes, e a prevenção deve basear-se no controlo da hiperglicemia e dos principais fatores de risco cardiovasculares, como a pressão arterial elevada, as dislipidemias, o excesso de peso e obesidade, e o sedentarismo.<sup>2, 5, 21</sup> Os efeitos de um programa de exercício regular no controlo glicémico, e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis, em pessoas com diabetes tipo 2, parecem estar já bem estabelecidos, e a combinação de exercício aeróbio e resistido no mesmo programa demonstrou oferecer mais benefícios do que a prática isolada de cada um destes tipos de exercício.<sup>22-24</sup> Contudo, a grande maioria dos estudos sobre os efeitos do exercício combinado no controlo da diabetes tipo 2, e do risco cardiovascular associado, foram desenvolvidos com equipamentos de exercício dispendiosos, como ergómetros para o exercício aeróbio (tapetes rolantes, bicicletas estáticas, remos, *steppers* e elípticas) e máquinas de resistência para o exercício resistido.<sup>22</sup> O acesso a este tipo de equipamentos representa um custo económico acrescido numa população com elevados gastos em saúde,<sup>4</sup> e nem sempre está à disposição da maioria das pessoas com diabetes tipo 2, especialmente em contexto comunitário, como nas instituições prestadoras de cuidados de saúde, instituições de apoio a idosos, câmaras municipais, juntas de freguesia e pequenos clubes e associações.<sup>25</sup> Os programas comunitários de exercício para grupos de indivíduos com características homogéneas, são uma das intervenções recomendadas pela Organização Mundial de Saúde para promover a atividade física a nível populacional.<sup>26</sup> A diabetes tipo 2 está também associada a baixos níveis de aptidão física, e as pessoas com esta doença apresentam tolerância ao exercício inferior à das pessoas sem diabetes.<sup>14, 27</sup> A aptidão física está inversamente relacionada com a mortalidade cardiovascular e a mortalidade por todas as

causas na população com diabetes tipo 2, estando ainda associada com a qualidade de vida, e com o risco de queda, em especial nos indivíduos diabéticos idosos.<sup>28-31</sup> A quarta questão a que esta dissertação pretendeu dar resposta foi:

*Será um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, capaz de induzir benefícios no controlo glicémico, nos principais fatores de risco cardiovascular, e na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2?*

De forma a dar resposta a todas estas questões, esta dissertação está organizada em oito capítulos (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Estrutura da dissertação.

	Título
Capítulo 1	Introdução geral
Capítulo 2	Prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática das recomendações internacionais
Capítulo 3	Prevenção de lesões e eventos adversos associados ao exercício em pessoas com diabetes tipo 2
Capítulo 4	Efeitos agudos do treino intervalado de alta intensidade no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2
Capítulo 5	Desenvolvimento e operacionalização de um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2
Capítulo 6	Efeitos de um programa comunitário de exercício no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2
Capítulo 7	Efeitos de um programa comunitário de exercício na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2
Capítulo 8	Conclusão geral

No Capítulo 1 é feito o enquadramento do tema e a definição dos problemas; no Capítulo 2 é realizado um estudo de revisão sistemática das recomendações internacionais de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2; no Capítulo 3 é realizado um estudo de revisão crítica, onde são destacadas as complicações da diabetes que podem agravar com o exercício, e realçadas as principais medidas preventivas de lesões e eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população; no Capítulo 4 são analisados os efeitos agudos do TIAI no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2, num estudo cruzado, randomizado e controlado; no Capítulo 5 é realizada uma descrição do desenvolvimento e operacionalização

do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>, um programa comunitário de exercício combinado, direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, de elevada aplicabilidade, e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo; no Capítulo 6 são analisados os efeitos do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> no controlo glicémico (hemoglobina glicada e glicose plasmática em jejum) e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis (perfil lipídico, pressão arterial, perfil antropométrico), assim como no risco de doença das artérias coronárias a 10 anos, num estudo longitudinal e controlado; no Capítulo 7 são analisados os efeitos do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> na aptidão física (aptidão aeróbia, força muscular, agilidade/equilíbrio e flexibilidade), num estudo longitudinal; e por último, no Capítulo 8 são inferidas as principais conclusões de acordo com os resultados dos estudos realizados.

## Capítulo 2

### *Prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática das recomendações internacionais*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática das recomendações internacionais. Artigo submetido à Revista Portuguesa de Saúde Pública.
- **Mendes R**. Prescrição de exercício para pessoas com diabetes. In: Costa A, Travassos B, Martins J, editors. Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde. Covilhã: Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto; 2013. p. 33-5.



## Resumo

A atividade física é reconhecida como um dos pilares fundamentais do tratamento e controlo da diabetes tipo 2 com efeitos positivos no controlo glicémico, sensibilidade à insulina, composição corporal, pressão arterial, perfil lipídico e outros fatores de risco cardiovascular. Este estudo teve por objetivo analisar e sintetizar as diretrizes e recomendações de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 emitidas pelas principais organizações científicas internacionais. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sistemática nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science*, *Scopus* e nas principais organizações científicas na área da diabetologia, endocrinologia, cardiologia, saúde pública e medicina desportiva. De uma forma geral, as diretrizes publicadas recomendam a acumulação de um mínimo de 150 minutos de exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa, distribuídos em pelo menos três dias por semana. O exercício resistido para fortalecimento muscular também é recomendado, em pelo menos dois dias da semana. A combinação de exercício aeróbio e resistido na mesma sessão de exercício é o método mais recomendado. Parece razoável recomendar que as pessoas com diabetes tipo 2 devem seguir as recomendações de atividade física e exercício para a população geral, mas tendo em consideração que o exercício deve ser adaptado às comorbilidades da diabetes e contra-indicações de cada indivíduo.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Diretrizes; Recomendações; Prescrição



# Exercise prescription for patients with type 2 diabetes: a systematic review of international recommendations

## Abstract

Physical activity is recognized as a cornerstone of type 2 diabetes treatment and control with positive effects on glycemic control, insulin sensitivity, body composition, blood pressure, lipid profile and other cardiovascular risk factors. The purpose of this paper is to highlight and synthesize the guidelines and recommendations for exercise prescription for patients with type 2 diabetes issued by scientific organisations. A bibliographic systematic search in *Pubmed*, *Web of Science* and *Scopus* databases was conducted and clinical guidelines from major international scientific organisations in the area of diabetology, endocrinology, cardiology, public health and sports medicine were also analysed. In general, published guidelines recommend a weekly accumulation of a minimum of 150 min of aerobic exercise at moderate-to-vigorous intensity spread over a minimum of three days per week. Resistance exercise for muscle strengthening is also recommended at least two days a week, in addition to aerobic exercise. Combining aerobic and resistance exercise within the same exercise session is the most recommended method. It seems reasonable to recommend that patients with type 2 diabetes should follow the physical activity and exercise guidelines for the general population but taking into consideration that exercise must be adapted to diabetes comorbidities and contraindications of each individual.

## Keywords

Exercise; Physical Activity; Type 2 Diabetes; Guidelines; Recommendations; Prescription



# Prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática das recomendações internacionais

## Introdução

A diabetes é uma doença crónica que afeta aproximadamente 8.3% da população mundial e 12.9% da população portuguesa, e a diabetes tipo 2 é responsável por cerca de 90-95% de todos os casos.<sup>3, 4</sup>

O controlo ótimo da diabetes permite melhorar a qualidade de vida destes doentes quer a curto, quer a longo prazo, e a atividade física é reconhecida como um dos pilares fundamentais do tratamento e controlo da diabetes tipo 2 com efeitos positivos no controlo glicémico, sensibilidade à insulina, composição corporal, pressão arterial, perfil lipídico e outros fatores de risco cardiovascular.<sup>2, 6, 7</sup> No entanto, a maioria dos diabéticos tipo 2 não pratica exercício de forma regular.<sup>9, 10</sup> Uma consciência insuficiente sobre os potenciais benefícios do exercício, e a falta de conhecimentos específicos sobre as suas recomendações atuais, são alguns dos motivos apontados para a baixa prevalência da prática de exercício nesta população.<sup>11, 13, 32</sup>

A promoção das recomendações de prescrição de exercício entre os profissionais de saúde deve representar uma prioridade para potenciar o aconselhamento da atividade física ao mesmo nível dos hábitos alimentares ou do tratamento farmacológico. Desta forma, este estudo teve por objetivo destacar e sintetizar as diretrizes e recomendações de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 emitidas pelas principais organizações científicas internacionais.

## Metodologia

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sistemática nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *Scopus*, em Dezembro de 2013, utilizando os termos *atividade física*, *exercício*, *diabetes tipo 2*, *prescrição*, *diretrizes*, *recomendações*, *posição*, *declaração* [(“*physical activity*” OR *exercise*) AND “*type 2 diabetes*” AND (*prescription* OR *guidelines* OR *recommendations* OR *position* OR *statement*)]. Foram apenas selecionadas publicações subscritas por organizações científicas, e dentro da mesma organização foi selecionada a publicação mais recente. Foram também analisadas as diretrizes de orientação clínica das

principais organizações científicas internacionais na área da diabetologia, endocrinologia, cardiologia, saúde pública e medicina desportiva, em relação à atividade física e exercício na diabetes tipo 2.

## Resultados

Da pesquisa nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *Scopus* resultaram 28 publicações, das quais apenas foram selecionadas quatro.<sup>33-36</sup> Da análise aos documentos das organizações científicas internacionais foram selecionadas cinco publicações.<sup>2, 6-8, 37</sup> A Tabela 2.1 resume as publicações selecionadas da *International Diabetes Federation*,<sup>7</sup> *European Association for the Study of Diabetes*,<sup>2, 8</sup> *American Diabetes Association*,<sup>6, 8, 33</sup> *Francophone Diabetes Society*,<sup>37</sup> *European Society of Cardiology*,<sup>2</sup> *American Heart Association*,<sup>35</sup> *American College of Sports Medicine*,<sup>33</sup> *Exercise and Sports Science Australia*<sup>36</sup> and the *Belgian Physical Therapy Association*.<sup>34</sup>

## Discussão

As diretrizes de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 não diferem significativamente das recomendações de exercício para a população geral no contexto da saúde pública.<sup>38, 39</sup> De uma forma geral, as diretrizes publicadas recomendam a acumulação semanal de um mínimo de 150 minutos de exercício aeróbio (Figura 2.1) com intensidade moderada (40-50% da frequência cardíaca de reserva; 64-76% da frequência cardíaca máxima; ou 12-13 pontos numa escala de percepção subjetiva do esforço de 6-20 pontos),<sup>40</sup> distribuídos por um mínimo de três dias por semana e não mais de dois dias consecutivos sem exercício.

De forma alternativa, e se não existirem contra-indicações cardiovasculares ou musculoesqueléticas, é recomendada a acumulação semanal de um mínimo de 90 minutos de exercício aeróbio de intensidade vigorosa (60-89% da frequência cardíaca de reserva; 77-95% da frequência cardíaca máxima; ou 14-17 pontos numa escala de percepção subjetiva do esforço de 6-20 pontos).<sup>40</sup>

O exercício aeróbio pode ser praticado ao longo do dia em sessões com um mínimo de 10 minutos de duração e podem ser realizadas combinações de exercício moderado e vigoroso para cumprir o volume total recomendado de exercício aeróbio. Para a maioria das pessoas com diabetes tipo 2, a marcha rápida (Figura 2.1) é um modo de exercício aeróbio de intensidade moderada e o *jogging* (corrida lenta) é um modo de exercício aeróbio de intensidade vigorosa.<sup>38</sup>

**Tabela 2.1** - Diretrizes de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 emitidas por organizações científicas.

Organização	Tipo	Modo	Duração	Intensidade	Frequência
ACSM & ADA <sup>33</sup>	Aeróbio	Qualquer modo que use os grandes grupos musculares (ex. marcha rápida)	Mínimo de 150 min/sem	Moderada a vigorosa	Pelo menos 3 d/sem e não mais de 2 dias sucessivos sem exercício
	Resistido	Máquinas de resistência e pesos livres; envolvendo os principais grupos musculares	1-4 séries 8-15 repetições 5-10 exercícios em cada sessão	Moderada a vigorosa	Pelo menos 2 d/sem em dias não consecutivos
	Flexibilidade	Como parte integrante de um programa de atividade física; não deve substituir os outros tipos de exercício			
FDS <sup>37</sup>	Aeróbio		Mínimo de 150 min/sem	Pelo menos moderada	Pelo menos 3 d/sem e não mais de 2 dias sucessivos sem exercício
	Resistido	Exercícios que envolvam os principais grupos musculares	3 séries 8-10 repetições 5-10 exercícios em cada sessão	Moderada a vigorosa	Pelo menos 2 d/sem em dias não consecutivos
BPTA <sup>34</sup>	Aeróbio		Mínimo de 150 min/sem	Baixa a moderada	3-5 d/sem
	Resistido		3 séries 10-15 repetições 5-10 exercícios em cada sessão	Moderada	Combinado com o exercício aeróbio
ESSA <sup>41</sup>	Aeróbio	Atividades que envolvam os grandes grupos musculares (ex. marcha, corrida, ciclismo e natação)	Mínimo de 150 min/sem OU Mínimo de 90 min/sem	Moderada Vigorosa	Não mais de 2 dias sucessivos sem exercício
	Resistido	Exercícios multiarticulares; envolvendo os principais grupos musculares	2-4 séries 8-10 repetições 8-10 exercícios em cada sessão	60 min/sem OU 35 min/sem Moderada Vigorosa	Duas ou mais sessões por semana
AHA <sup>35</sup>	Aeróbio	Atividades que envolvam os grandes grupos musculares	Mínimo de 150 min/sem OU Mínimo de 90 min/sem	Moderada Vigorosa	3-7 d/sem 3 d/sem
	Resistido	Exercícios multiarticulares; grandes grupos musculares	2-4 séries 8-10 repetições Exercício para todos os grupos musculares em cada sessão	Moderada a vigorosa	3 d/sem
	Aeróbio	Ex. Marcha	Mínimo de 150 min/sem	Moderada	Pelo menos 3 d/sem e não mais de 2 dias sucessivos sem exercício
ADA <sup>6</sup>	Resistido	Pesos livres ou máquinas de resistência; envolvendo os grandes grupos musculares	Pelo menos uma série 5 ou mais exercícios diferentes em cada sessão		Pelo menos 2 d/sem
IDF <sup>7</sup>	Aeróbio		Mínimo de 150 min/sem	Moderada	3-5 d/sem
	Resistido				3 d/sem
ADA & EASD <sup>8</sup>	Aeróbio Resistido Flexibilidade		Mínimo de 150 min/sem	Moderada	
ESC & EASD <sup>2</sup>	Aeróbio Resistido		Mínimo de 150 min/sem	Moderada a vigorosa	

ACSM: American College of Sports Medicine; ADA: American Diabetes Association; AHA: American Heart Association; BPTA: Belgian Physical Therapy Association; EASD: European Association for the Study of Diabetes; ESC: European Society of Cardiology; ESSA: Exercise and Sports Science Australia; FDS: Francophone Diabetes Society; IDF: International Diabetes Federation; min/sem: minutos por semana; d/sem: dias por semana.

O exercício resistido (Figure 2.2) para o fortalecimento muscular é também recomendado de forma adicional ao exercício aeróbio, pelo menos em dois dias por semana, em dias não consecutivos. Devem ser realizadas 3-4 séries de 5-10 exercícios multiarticulares que envolvam os principais grupos musculares, com uma carga que não permita a realização de mais de 8-10 repetições (70-84% de uma repetição máxima - intensidade vigorosa),<sup>40</sup> resultando em fadiga muscular localizada. Contudo, nos primeiros meses é aconselhável uma progressão lenta do número de séries, assim como da carga a ser utilizada. Inicialmente, apenas uma série de cada exercício deve ser realizada, com uma carga que permita a realização de 10-15 repetições (50-69% de uma repetição máxima - intensidade moderada).<sup>40</sup>



Figura 2.1 - Exercício aeróbio (marcha rápida). Imagem do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

A combinação de exercício aeróbio e resistido na mesma sessão de exercício tem um impacto mais favorável no controlo glicémico do que o exercício aeróbio ou resistido realizados de forma isolada.<sup>2, 33, 41</sup>

Os exercícios de flexibilidade (Figura 2.3) são também recomendados de forma complementar aos outros tipos de exercício, especialmente para os diabéticos idosos.

Uma vez que as pessoas com diabetes tipo 2 parecem estar expostas a um risco aumentado de lesões e eventos adversos agudos durante a prática de atividade física, a prescrição de exercício para esta população deve incluir recomendações para a prevenção e controlo de condições como o pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica cardiovascular, risco cardiovascular, patologias musculoesqueléticas, hipoglicémia, hiperglicemia, desidratação e interações entre a medicação e o exercício.<sup>42</sup> A

avaliação médica pré-exercício, o planejamento adequado das sessões de exercício e a sua monitorização por profissionais do exercício são aspetos cruciais para garantir a segurança dos participantes e prevenir eventos adversos associados ao exercício.



Figura 2.2 - Exercício resistido com pesos livres. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figure 2.3 - Exercício de flexibilidade. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

## Conclusões

Parece razoável recomendar que as pessoas com diabetes tipo 2 devem seguir as recomendações de atividade física e exercício para a população geral, mas tendo em consideração que o exercício deve ser adaptado às comorbilidades da diabetes e contra-indicações de cada indivíduo.

As organizações científicas recomendam a acumulação semanal de um mínimo de 150 min de exercício aeróbico de intensidade moderada a vigorosa (marcha e/ou *jogging*), distribuídos por um mínimo de três dias por semana. O exercício resistido é também recomendado, pelo menos em dois dias por semana, e de forma adicional ao exercício aeróbico, assim como exercícios de flexibilidade integrados em todas as sessões de exercício.

## Capítulo 3

### *Prevenção de lesões e eventos adversos associados ao exercício em pessoas com diabetes tipo 2*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL.** Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes. *Postgrad Med J* 2013;89(1058):715-21.
- **Mendes R, Sousa N, Pon J, Reis VM, Themudo Barata JL.** Eventos adversos associados ao exercício em doentes com diabetes tipo 2 - estudo da fase piloto do Diabetes em Movimento® um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 19.



## Resumo

A atividade física é recomendada como uma estratégia terapêutica não farmacológica, essencial para a prevenção e controlo da diabetes tipo 2, e do risco cardiovascular. As complicações micro e macrovasculares, associadas à progressão natural da doença, e o perfil etário e antropométrico típico dos indivíduos com diabetes tipo 2, podem expor estes pacientes a um risco aumentado de lesões e eventos adversos agudos durante o exercício. Estas lesões e eventos adversos podem levar ao medo de uma nova lesão e consequente inatividade física. As medidas preventivas são fundamentais para reduzir o risco, aumentar a segurança e evitar a ocorrência de lesões associadas ao exercício em pessoas com diabetes tipo 2. Esta população pode praticar exercício de forma segura se determinadas precauções forem tomadas, e se o exercício for adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo. Condições como o pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica diabética, fatores de risco cardiovascular, patologias musculoesqueléticas, hipoglicemia, hiperglicemia, desidratação e interações entre a medicação e o exercício devem ser prevenidas e controladas.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Lesões; Eventos Adversos; Prevenção



## **Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes**

### **Abstract**

Physical activity is widely recommended as an essential nonpharmacological therapeutic strategy to the prevention and control of type 2 diabetes and cardiovascular risk. Micro and macrovascular complications associated with the natural progression of the disease, and typical age and anthropometric profile of individuals with type 2 diabetes may expose these patients to an increased risk of injury and acute adverse events during exercise. These injuries and adverse events can lead to fear of new injury and consequent physical inactivity. Preventative measures are essential to reduce risk, increase safety and avoid the occurrence of exercise-related injuries in people with type 2 diabetes. This population can exercise safely if certain precautions are taken and if exercise is adapted to complications and contraindications of each individual. Conditions such as diabetic foot, diabetic retinopathy, diabetic nephropathy, diabetic autonomic neuropathy, cardiovascular risk factors, musculoskeletal disorders, hypoglycemia, hyperglycemia, dehydration and interactions between medication and exercise should be prevented and controlled.

### **Keywords**

Exercise; Physical Activity; Type 2 diabetes; Injury; Adverse Events; Prevention



# Prevenção de lesões e eventos adversos associados ao exercício em pessoas com diabetes tipo 2

## Introdução

A diabetes é uma doença crónica que está associada a complicações como o descontrolo metabólico, pé diabético, retinopatia, nefropatia, neuropatia autonómica, doença das artérias coronárias e doença cerebrovascular.<sup>1, 8, 43</sup>

A atividade física é amplamente recomendada como uma estratégia terapêutica não farmacológica, essencial para a prevenção e controlo da diabetes tipo 2 e do risco cardiovascular associado.<sup>2, 6, 7</sup> O sucesso do exercício regular em melhorar o controlo glicémico, a sensibilidade à insulina e a composição corporal nas pessoas com diabetes tipo 2, resulta de adaptações que ocorrem em vários órgãos e tecidos, incluindo o tecido adiposo, o músculo esquelético, o fígado e o pâncreas.<sup>44</sup> As principais organizações científicas internacionais<sup>7, 33, 35</sup> recomendam a acumulação semanal de um mínimo de 150 min de exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa, distribuídos por um mínimo de três dias por semana. O exercício resistido é também recomendado, pelo menos em dois dias por semana, e de forma adicional ao exercício aeróbio, assim como exercícios de flexibilidade integrados em todas as sessões de exercício. Porém, estudos recentes conduzidos em vários países, inclusive em Portugal,<sup>10, 42, 45, 46</sup> revelaram que a maioria das pessoas com diabetes tipo 2 não pratica exercício de forma regular, e aqueles que referem praticar exercício não cumprem com as recomendações mínimas descritas anteriormente. Desta forma, a promoção da prática de exercício nas pessoas com diabetes tipo 2 deveria representar uma prioridade nas estratégias relacionadas com a alteração do estilo de vida.

O aconselhamento e prescrição de exercício para as pessoas com diabetes são difíceis devido às complicações micro e macrovasculares, associadas com a progressão natural da doença, e também devido ao perfil etário e antropométrico típico dos indivíduos com diabetes tipo 2. São normalmente indivíduos envelhecidos, com excesso de peso ou obesidade, sedentários, com baixa capacidade de exercício e com um elevado risco de queda (ver Figura 3.1).<sup>3, 7, 15, 47</sup> O excesso de peso e obesidade estão também associados a complicações musculoesqueléticas e cardiovasculares que podem ter implicações futuras na prática de exercício.<sup>48</sup> Todas estas condições e complicações podem expor os diabéticos a um risco aumentado de lesão e eventos adversos associados ao exercício, quando comparados com sujeitos saudáveis.<sup>16, 17</sup> Um dos efeitos associados ao aumento da prática de exercício entre a população é o aumento da incidência de lesões.<sup>49, 50</sup> As lesões e os eventos adversos associados ao exercício podem levar ao medo de uma nova lesão e conseqüente inatividade física.<sup>18</sup> É fundamental que a

implementação de medidas para a promoção da atividade física tenha em consideração os aspectos relacionados com a prevenção de lesões.<sup>17, 18, 50</sup>



**Figura 3.1** - Perfil etário e antropométrico típico das pessoas com diabetes tipo 2. Imagem do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

O objetivo deste trabalho é destacar as condições e complicações associadas à diabetes que podem ser agravadas com o exercício, e realçar as principais medidas preventivas essenciais para reduzir o risco de lesão, aumentar a segurança e prevenir a ocorrência de eventos adversos associados à prática de exercício em pessoas com diabetes tipo 2.

## **Pé diabético**

O pé diabético é uma consequência da interação entre a neuropatia periférica, doença vascular periférica, deformidades e traumas, resultando num aumento do risco de lesão, ulceração e amputação.<sup>6, 51, 52</sup>

Todas as pessoas com diabetes devem usar calçado desportivo apropriado (sapatilhas confortáveis feitas de pele macia e elástica, com uma sola almofadada e uma caixa de dedos mais ampla) e examinar os pés diariamente, especialmente antes e depois do exercício, de forma a detetar danos precocemente.<sup>33, 35</sup> Os indivíduos com neuropatia periférica e sem úlceras ativas nos pés podem participar em exercícios de sustentação podal de moderada intensidade, como a marcha rápida.<sup>33</sup> Mesmo tendo em conta que a marcha poder expor os pés a impactos que podem contribuir para o desenvolvimento e manutenção de úlceras,<sup>35</sup> a

marcha com intensidade moderada não parece aumentar o risco de úlceras nos pés ou de re-ulceração em indivíduos com neuropatia periférica.<sup>6, 33</sup> As pessoas com lesões ou úlceras ativas nos pés devem restringir o exercício a atividades sem sustentação podal como o ciclismo, remo, natação e outras atividades aquáticas, exercício em cadeiras e exercícios para o tronco e membros superiores.<sup>25, 33, 35</sup>

O exame dos pés nos indivíduos com diabetes deve ser realizado por um profissional de saúde, de forma regular e pelo menos uma vez por ano. Este exame deve procurar fatores predisponentes à ulceração ou amputação e avaliar o estado da pele, infecções, úlceras, calos, deformidades musculoesqueléticas, avaliação da sensibilidade da picada, temperatura e percepção da vibração (através da utilização de um diapasão de 128-Hz), sensação de pressão do monofilamento de 10 gr, reflexos do tornozelo e pulsos arteriais.<sup>51, 52</sup>

## **Retinopatia diabética**

As pessoas com retinopatia diabética proliferativa, retinopatia diabética não proliferativa severa ou degeneração macular, necessitam de ter cuidados especiais com o exercício e devem receber aconselhamento específico sobre o risco para a visão. Este grupo de pessoas deve evitar atividades que aumentem significativamente a pressão intraocular - como exercício aeróbio ou resistido de intensidade vigorosa, ou atividades de impacto elevado como saltos ou outros exercício que resultem na manobra de valsalva - uma vez que aumentam o risco de hemorragia vítrea e descolamento da retina.<sup>6, 33, 35</sup>

Desportos de contacto físico, desportos com bola ou outros desportos onde exista risco de lesão ocular, devem ser evitados em indivíduos cuja visão esteja em risco. Para este grupo são recomendados exercícios como a marcha, *jogging* e corrida.<sup>53</sup> Outras atividades sem contacto físico e de baixo impacto, como o ciclismo e natação, requerem determinadas precauções como o uso de capacete e óculos de natação, respetivamente.

## **Nefropatia diabética**

A nefropatia diabética, caracterizada pela excreção de quantidades elevadas de albumina na urina, pressão arterial elevada e insuficiência renal, representa uma das principais complicações relacionadas com a diabetes e está associada com outras complicações como as doenças cardiovasculares e a retinopatia.<sup>54</sup>

As pessoas com nefropatia e microalbuminúria não requerem restrições no exercício,<sup>6, 35</sup> que pode ser realizado mesmo durante sessões de diálise.<sup>33</sup> Indivíduos com nefropatia estabelecida devem ser sujeitos a uma avaliação médica detalhada antes de iniciarem a prática de exercício. Um teste de esforço pode ser importante para detetar doença das

artérias coronárias, e respostas anormais da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) ao exercício.<sup>33</sup>

Uma vez que a PA foi identificada como um dos fatores mais importantes com influência no grau de albuminúria associado ao exercício,<sup>55</sup> atividades de intensidade vigorosa ou outras atividades que promovam a manobra de valsalva devem ser evitadas de forma a prevenir aumentos súbitos na PA.<sup>33</sup>

## **Neuropatia autonómica diabética**

A neuropatia autonómica pode afetar qualquer sistema do corpo humano, e pode aumentar o risco de eventos agudos devido a intolerância ao exercício, hipotensão postural, anormalidades na termorregulação, visão noturna diminuída e alterações no suprimento de hidratos de carbono devido a gastroparésias, predispondo a episódios de hipoglicémia.<sup>6</sup>

A neuropatia autonómica cardiovascular é a mais importante forma de disfunção autonómica, devido às potenciais consequências ameaçadoras da vida. Pode manifestar-se pela taquicardia em repouso (> 100 bpm), hipotensão ortostática (queda na PA sistólica superior a 20 mmHg após assumir a posição de pé) sem uma resposta apropriada da FC, ou outros distúrbios no funcionamento do sistema nervoso autónomo.<sup>51</sup>

A presença de neuropatia autonómica pode limitar a capacidade de exercício e aumentar o risco de um evento agudo cardiovascular durante o exercício.<sup>6</sup> Episódio de hipotensão e hipertensão após o exercício vigoroso são mais prováveis de acontecer em pessoas com neuropatia autonómica, especialmente com o início de um programa de exercício.<sup>51</sup> Uma vez que estes indivíduos podem ter alterações na termorregulação, devem ser aconselhados a evitar exercício em ambientes muito quentes ou muito frios, e devem providenciar hidratação adequada.<sup>17</sup>

As pessoas com neuropatia autonómica cardiovascular devem ser submetidas a uma avaliação médica detalhada antes de iniciarem a prática de exercício, que poderá incluir um teste de esforço e uma bateria de testes autonómicos que avaliam ambos os ramos do sistema nervoso autónomo.<sup>6, 33, 51</sup> Devido à possibilidade de taquicardia em repouso, tolerância ao esforço reduzida e FC máxima diminuída, a intensidade do exercício aeróbio deve ser prescrita através do método da FC de reserva com determinação direta da FC máxima através de um teste de esforço.<sup>33</sup>

## **Risco cardiovascular**

O risco de um evento cardiovascular durante o exercício é baixo, e os amplos benefícios do exercício na população geral excedem largamente os seus riscos.<sup>56-59</sup> Apesar de esta relação

não estar adequadamente estudada na população com diabetes tipo 2, cuja prevalência de doença das artérias coronárias, sintomática ou assintomática, é mais elevada, as doenças cardiovasculares não são uma contra-indicação absoluta à prática de exercício.<sup>35</sup> As pessoas com diabetes, e doença das artérias coronárias estabelecida, devem começar a prática de exercício integrada num programa de reabilitação cardíaca, pelo menos inicialmente.<sup>33</sup> Estes indivíduos têm indicação para a realização de um teste de esforço antes de iniciarem a prática de exercício,<sup>6, 35</sup> e a FC máxima em exercício deve ser 10 bpm inferior ao limiar de isquemia.<sup>56</sup> Tais pacientes devem ser encorajados a iniciar a prática de exercício com pequenos períodos de baixa intensidade, e a aumentar a intensidade e duração do exercício de forma lenta e progressiva.<sup>6</sup>

Todas as pessoas com diabetes tipo 2 devem ser educados sobre os sintomas típicos e atípicos da isquemia do miocárdio (angina de peito, desconforto em queimação, dispneia de esforço, aumento da fadiga, suores, sensação de cabeça leve, náuseas, etc.) e acidente vascular cerebral (dormência ou fraqueza súbita da face, braços ou pernas; confusão súbita; problemas na fala ou compreensão; súbita dificuldade em andar; tonturas; perda de equilíbrio ou coordenação; dor de cabeça súbita e severa sem causa conhecida, etc.) e instruídos a reportar estes sintomas aos profissionais de exercício e a procurarem o seu médico para futura avaliação.<sup>56</sup> Os profissionais que supervisionam programas de exercício devem ser treinados em suporte básico de vida e procedimentos de emergência.<sup>57</sup>

A PA elevada é um dos principais fatores de risco para a doença das artérias coronárias e doença cerebrovascular,<sup>21</sup> e é particularmente importante nas pessoas com diabetes tipo 2.<sup>5</sup> Em pacientes hipertensos mal controlados, a PA deve ser monitorizada regularmente, antes do exercício (Figura 3.2) e este deve ser evitado se os valores forem iguais ou superiores a 200 mmHg de PA sistólica ou 100 mmHg de PA diastólica.<sup>56, 60</sup> De forma a prevenir aumentos súbitos na PA durante o exercício, a manobra de valsalva deve ser evitada,<sup>33, 56</sup> especialmente durante a realização de exercícios resistidos ou de flexibilidade.

## Lesões musculoesqueléticas

As lesões musculoesqueléticas, e outras lesões traumáticas, são os principais potenciais resultados adversos da prática de exercício na população geral.<sup>18</sup> As lesões musculoesqueléticas incluem lesões agudas e crónicas devido ao uso excessivo, e estão principalmente associadas ao exercício vigoroso e aos desportos de contacto.<sup>18, 50</sup>

O perfil etário e antropométrico típico das pessoas com diabetes tipo 2 pode predispor a um risco aumentado de lesão do sistema musculoesquelético.<sup>25</sup> Indivíduos com excesso de peso ou osteoartrose podem ter dificuldades em atividades de sustentação podal, como a marcha ou o *jogging*. Atividades de baixo impacto como exercício em cicloergómetro, atividades aquáticas ou exercícios resistidos são alternativas aconselháveis.<sup>48</sup> Palmilhas de absorção de choques,

materiais de estabilização articular externa e exercícios de reforço articular parecem ter um efeito preventivo em reduzir as lesões musculoesqueléticas.<sup>50</sup>



Figura 3.2 - Monitorização da pressão arterial antes do exercício. Imagem do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

## Hipoglicemia

Para além da hipoglicemia iatrogénica, as pessoas com diabetes devem compreender e identificar situações que aumentem o risco de hipoglicemia, como o jejum prolongado, o sono ou o exercício.<sup>6, 61</sup> Apesar do exercício poder aumentar o risco de hipoglicemia, apenas os indivíduos medicados com insulina ou secretagogos de insulina (sulfonilureias ou meglitinidas) parecem estar sob risco, durante, imediatamente após, ou várias horas após o exercício.<sup>6, 33, 62</sup> A hipoglicemia associada ao exercício é rara em pacientes medicados com outros tipos de antidiabéticos orais. No entanto, todos os indivíduos com diabetes devem saber reconhecer os sintomas precoces de hipoglicemia (tremores, palpitações, ansiedade, suores, fome, parestesias, fraqueza, fadiga, confusão, tonturas, perda de consciência, entre outros), e saber como os tratar de forma efetiva evitando consequências severas.<sup>61</sup> É importante compreender que estes sintomas não são específicos e podem variar de indivíduo para indivíduo.

A auto-monitorização dos níveis de glicose sanguínea parece ser a medida preventiva mais efetiva. A glicose sanguínea capilar deve ser medida antes, durante, imediatamente após, e até várias horas depois do exercício (Figura 3.3), especialmente em pessoas tratadas com

insulina ou secretagogos de insulina.<sup>33, 62</sup> A monitorização da glicemia capilar várias horas após o exercício é particularmente importante no caso de diabetes mal controlada, durante as primeiras sessões de exercício, depois de sessões de exercício vigoroso ou de longa duração, quando o programa de exercício é modificado ou quando há alterações na medicação.<sup>25</sup> A recomendação de ingerir 15 a 20 gr de hidratos de carbono se a glicemia capilar for igual ou inferior a 100 mg/dl (5.6 mmol/l) nos pacientes tratados com insulina ou secretagogos de insulina,<sup>6, 33</sup> depende do regime de insulina do individuo, da última administração de insulina (hora e tipo), da última ingestão de comida, da hora do dia, da intensidade e duração do exercício, entre outros fatores. Contudo, com o exercício prolongado (mais de uma hora de duração), o aporte de hidratos de carbono durante e imediatamente após o exercício (até 30 min) minimiza o risco de hipoglicemia.<sup>33</sup>



Figura 3.3 - Monitorização da glicemia capilar antes do exercício. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Alterações na medicação ou no plano alimentar podem ser necessárias, como uma redução na dose de insulina antes e/ou depois do exercício, ou um aporte mais elevado de hidratos de carbono na refeição prévia.<sup>6, 62</sup>

O risco de hipoglicemia associado ao exercício parece estar relacionado com a hipoglicemia associada à insuficiência autonómica, que causa uma resposta de contrarregulação ao exercício inefetiva e a falta de percepção da hipoglicemia.<sup>6, 62, 63</sup> Assim, o exercício deve ser evitado durante 24h após um episódio de hipoglicemia devido ao risco de recorrência.<sup>62</sup> A programação temporal do exercício também deve ser considerada nos pacientes tratados com insulina ou secretagogos de insulina. O exercício não é recomendado durante o pico de ação

da insulina devido ao risco de hipoglicemia, nem no período noturno devido ao risco de hipoglicemia tardia pós-exercício.<sup>56</sup>

Apesar de não ser possível definir a hipoglicemia nas pessoas com diabetes tipo 2 com base num valor específico de glicose sanguínea, parece importante manter estes níveis acima de 72 mg/dl (4.0 mmol/l).<sup>64</sup> Os *kits* de emergência de glucagon devem ser prescritos a todas as pessoas com risco significativo de hipoglicemia severa, e todos os prestadores de cuidados de saúde, profissionais de exercício e familiares devem ser instruídos sobre a sua administração.<sup>6</sup>

## Hiperglicemia

O estado hiperglicémico hiperosmolar e a cetoacidose são as complicações metabólicas agudas mais graves da diabetes, apesar de serem raras em pacientes com diabetes tipo 2 na ausência de determinadas condições precipitantes, como infeções ou insulino-terapia desadequada.<sup>65</sup> Os sintomas comuns associados à hiperglicemia incluem poliúria, fadiga, fraqueza, aumento da sede e hálito cetónico.<sup>56</sup>

As pessoas com diabetes tipo 2 não necessitam de adiar a prática de exercício devido a níveis elevados de glicose sanguínea (> 300 mg/l ou 7.16 mmol/l) se se sentirem bem, se estiverem devidamente hidratados e se não existir cetose.<sup>6</sup> No entanto, devido ao aumento de produção de catecolaminas, o exercício vigoroso deve ser evitado em caso de hiperglicemia, devido ao risco do aumento da glicemia e cetose.<sup>33, 56</sup> O exercício está contraindicado na presença de hiperglicemia (> 300 mg/dl ou 7.16 mmol/l) com presença de cetonas na urina ou no sangue, e deverá ser instituído tratamento médico adequado.<sup>6, 33, 65</sup>

## Desidratação

Os indivíduos com diabetes mal controlada apresentam frequentemente poliúria, e estão particularmente suscetíveis à desidratação com o exercício. Este risco é maior em ambientes quentes.<sup>33, 56</sup> Todos os pacientes devem começar o exercício devidamente hidratados e devem beber cerca de 0.4 a 0.8 L de água por hora durante o exercício, dependendo da intensidade do exercício e da temperatura ambiente. Podem ser adicionados hidratos de carbono à bebida se o exercício for de duração prolongada (mais de uma hora), e nos casos em que haja risco de hipoglicemia.<sup>66</sup>

## Interações entre a medicação e o exercício

Os ajustes na dose dos medicamentos para prevenir a hipoglicemia associada ao exercício apenas são necessários com o uso de insulina ou secretagogos de insulina. No caso de episódios frequentes de hipoglicemia com o exercício, a dose de tais fármacos deve ser

reduzida e ajustada antes, e possivelmente depois do exercício.<sup>33</sup> Devido às complicações associadas à diabetes, uma variedade de outros fármacos são prescritos de forma regular e podem interferir com a resposta fisiológica normal ao exercício, levando à fadiga ou tornado o exercício numa experiência desagradável para os pacientes.<sup>67</sup>

Os betabloqueadores podem reduzir a resposta da FC ao exercício, e limitar a capacidade máxima de exercício através de efeitos inotrópicos e cronotrópicos negativos. Podem ainda bloquear os sintomas adrenérgicos da hipoglicemia, aumentando o risco de episódios hipoglicémicos não detetados durante o exercício.<sup>33</sup> A prescrição e monitorização da intensidade do exercício através da FC devem ser ajustadas, e é recomendado o uso do método da FC de reserva.

Os diuréticos podem diminuir o volume global de sangue e fluidos, aumentando o risco de desidratação e desequilíbrio eletrolítico, especialmente com a prática de exercício com temperaturas elevadas.<sup>67</sup>

O uso de estatinas está associado a um risco aumentado de efeitos musculares secundários como miosites e mialgias, que podem ser exacerbados com o exercício.<sup>68</sup> Existem também evidências recentes que a terapia com estatinas prejudica o funcionamento das células beta pancreáticas e a sensibilidade periférica à insulina, resultando em hiperinsulinemia.<sup>69</sup>

Os vasodilatadores, os bloqueadores dos canais de cálcio e os alfabloqueadores podem causar hipotensão com a rápida cessação do exercício.<sup>67</sup> É assim recomendado um período de retorno à calma mais prolongado.

## **Avaliação médica pré-exercício**

A necessidade de uma avaliação médica detalhada antes de iniciar a prática de exercício parece depender principalmente das características dos pacientes e da intensidade do exercício. Para realizar exercício com intensidade leve a moderada, como a marcha rápida, a avaliação clínica inicial não parece ser necessária em indivíduos diabéticos assintomáticos, uma vez que este tipo de atividade não representa um risco aumentado de agravamento das complicações possivelmente presentes.<sup>33, 35</sup> A avaliação médica detalhada é recomendada para diabéticos idosos, ou sedentários, que pretendam realizar exercício com intensidade vigorosa ou que exceda as exigências da vida diária.<sup>33, 35</sup>

Pacientes com sintomas sugestivos de doença das artérias coronárias devem ser sempre devidamente avaliados, independentemente do estado da diabetes ou da intensidade do exercício.<sup>35</sup> A avaliação inicial é também importante nas formas severas de retinopatia diabética (retinopatia diabética proliferativa ou degeneração macular), pé diabético,

nefropatia diabética e neuropatia autonômica cardiovascular, assim como em indivíduos que querem iniciar a prática de exercício depois de vários anos de sedentarismo ou de diabetes.<sup>33</sup>

Condições que possam aumentar o risco de eventos cardiovasculares e que podem contraindicar algum tipo ou modo de exercício ou predispor a lesões, como a hipertensão descontrolada, neuropatia autonômica severa, neuropatia periférica severa, história de lesões nos pés ou retinopatia proliferativa instável, devem ser procuradas e avaliadas.<sup>6, 33</sup> A idade dos pacientes, o nível habitual de atividade física, os medicamentos prescritos, o controle glicêmico, possíveis limitações físicas, os hábitos tabágicos e outros fatores de risco cardiovascular, devem ser também considerados.

A avaliação médica detalhada pode também incluir um teste de esforço, apesar da sua recomendação ser um tópico discutível.<sup>6, 17, 33, 35</sup> Os testes de esforço para rastreio de doença das artérias coronárias em indivíduos com diabetes assintomáticos a nível cardiovascular não são atualmente recomendados.<sup>6</sup> Contudo, diabéticos idosos ou sedentários com risco moderado ou elevado de doença cardiovascular, e que pretendam realizar exercício com intensidade vigorosa, parecem beneficiar de um teste de esforço.<sup>33, 35</sup> Pacientes com sintomas sugestivos de doença das artérias coronárias devem ser sempre submetidos a um teste de esforço antes do início da prática de exercício.<sup>35</sup> Indivíduos com neuropatia autonômica cardiovascular ou nefropatia avançada com insuficiência renal, também parecem beneficiar de um teste de esforço.<sup>33</sup> Os profissionais de saúde devem usar o bom senso clínico na recomendação de uma avaliação médica detalhada, com ou sem um teste de esforço.<sup>6, 33</sup> Nesta decisão devem ser considerados outros fatores de risco cardiovascular, como os hábitos tabágicos, hipercolesterolemia, hipertensão ou história familiar de doença prematura das artérias coronárias.<sup>70</sup>

Um dos aspetos mais desfavoráveis da avaliação médica inicial, e dos testes de esforço, é que representam uma barreira adicional à prática de exercício, num grupo populacional onde tais barreiras necessitam de ser reduzidas.<sup>33, 35</sup> Por outro lado, os testes de esforço são financeiramente e logisticamente dispendiosos.<sup>47</sup>

## **Programação das sessões de exercício**

Os programas de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 devem incluir uma combinação de exercício aeróbio e exercício resistido, complementados por exercícios de flexibilidade.<sup>71</sup> As recomendações para a intensidade do exercício aeróbio e resistido variam entre a intensidade moderada e vigorosa.<sup>33</sup>

O exercício aeróbio de intensidade moderada representa uma zona alvo de treino entre 40-59% da FC de reserva, 54-76% da FC máxima ou 12-13 pontos numa escala de perceção subjetiva do esforço de 6-20 pontos; enquanto a intensidade vigorosa oscila entre 60-89% da FC de reserva, 77-95% da FC máxima ou 14-17 pontos numa escala de perceção subjetiva do

esforço de 6-20 pontos.<sup>40</sup> Para a maior parte das pessoas com diabetes tipo 2, a marcha rápida é um modo de exercício aeróbio de intensidade moderada e o *jogging* é um exercício aeróbio de intensidade vigorosa.<sup>33</sup> O risco de neuropatia autonómica cardiovascular, o possível uso de fármacos com influência na frequência cardíaca e a heterogeneidade da aptidão física destes indivíduos, tornam aconselhável o uso do método da FC de reserva na prescrição da intensidade do exercício aeróbio. No entanto, quando não estão disponíveis equipamentos para monitorizar a frequência cardíaca, o controlo manual da frequência cardíaca é difícil e nem sempre é preciso e bem-sucedido. As escalas de percepção subjetiva do esforço são ferramentas alternativas válidas e importantes no controlo da intensidade do exercício aeróbio (ver Figura 3.4).<sup>72</sup>

O exercício resistido de intensidade moderada pressupõe a realização de 12-15 repetições até atingir a fadiga muscular localizada em cada série (o número de séries por exercício deve variar entre duas a quatro), enquanto a intensidade vigorosa pressupõe a execução de apenas 7-11 repetições para atingir a fadiga.<sup>73</sup> As escalas de percepção subjetiva do esforço são também válidas para monitorizar a intensidade do exercício resistido.<sup>74</sup>

A participação em exercício de intensidade vigorosa representa um risco acrescido e está contraindicada em várias complicações da diabetes. A realização de um teste de esforço parece ser importante antes do envolvimento em atividades com este grau de intensidade.<sup>33,</sup><sup>35</sup> Os testes de esforço devem ser realizados preferencialmente em tapetes ergómetros, para que os resultados de cada paciente possam ser extrapolados para a prescrição de marcha ou *jogging*. Estes resultados podem ser úteis para determinar a frequência cardíaca máxima, a tolerância ao exercício, e o limiar de isquemia do miocárdio ou de uma resposta hipertensiva.

A intensidade e duração do exercício devem ser inversamente proporcionais em cada sessão de exercício, e a progressão da intensidade, duração e frequência das sessões de exercício ao longo de um programa de exercício deve ocorrer de forma lenta.<sup>40</sup> As fases de aquecimento e retorno à calma são essenciais para uma prevenção adequada de eventos adversos associados ao exercício, como aumentos súbitos na pressão arterial durante o exercício ou episódio hipotensivos após o término do exercício.

As sessões de exercício devem incluir a monitorização regular da glicemia capilar e da pressão arterial, exame dos pés antes e após o exercício e pausas para a hidratação. A monitorização e supervisão das sessões de exercício por profissionais de exercício treinados e qualificados são fundamentais para garantir a segurança e minimizar o risco de lesão.<sup>71</sup> Estes profissionais devem estar preparados para adaptar o exercício às contraindicações, complicações e limitações de cada indivíduo com diabetes.<sup>25</sup>



**Figura 3.4** - Monitorização da intensidade do exercício aeróbio através de uma escala de perceção subjetiva do esforço. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

## Conclusões

As pessoas com diabetes tipo 2 podem praticar exercício de forma segura se determinadas medidas preventivas forem adotadas, e se o exercício for adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo. A prescrição de exercício para indivíduos com diabetes tipo 2 deve incluir recomendações para a prevenção e controlo de complicações como o pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica diabética, risco cardiovascular, patologias musculoesqueléticas, hipoglicemia, hiperglicemia, desidratação e interações entre os medicamentos e o exercício. É também importante considerar a idade, a atividade física habitual, o perfil antropométrico e outros fatores de risco cardiovascular.

As complicações da diabetes, as características individuais e a intensidade do exercício pretendido, podem determinar a necessidade de uma avaliação médica inicial que poderá incluir um teste de esforço. A programação adequada das sessões de exercício, e a sua monitorização por profissionais de exercício são aspetos cruciais para garantir a segurança dos participantes e prevenir lesões associadas.

## Capítulo 4

### *Efeitos agudos do treino intervalado de alta intensidade no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R, Sousa N, Vilaça-Alves J, Themudo-Barata JL, Reis VM.** High intensity interval training in patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® trial. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2014;9(25 Sup):72.
- **Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM.** Treino aeróbio de alta intensidade vs. treino contínuo de intensidade moderada: qual o melhor método para o controlo glicémico agudo em doentes com diabetes tipo 2? Resultados do Diabetes em Movimento®. In: Matos A, Bodas AR, Serôdio AJ, Afonso C, Abrantes C, Afonso D, et al., editors. *Atas do Congresso de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2014. p. 54.
- **Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata JL, Reis VM.** Efficacy of acute high-intensity interval training in lowering glycemia in patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. *Br J Sports Med* 2013;47(10):e3.11.
- **Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata J, Reis V.** Safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes treated with oral hypoglycemic agents: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadefau J, Tarragó R, Tsolakidis E, editors. *Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science*. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 113-4.



# Resumo

O treino intervalado de alta intensidade (TIAI) tem surgido recentemente como um método atrativo de implementar exercício aeróbio com intensidades elevadas em populações com fatores de risco. No entanto os efeitos deste tipo de intervenção ainda não estão devidamente estudados em pessoas com diabetes tipo 2. Este trabalho teve por objetivo analisar os efeitos agudos do TIAI no controlo glicémico de diabéticos tipo 2, em comparação com uma sessão de treino contínuo de intensidade moderada (TCIM). Quinze indivíduos com diabetes tipo 2, sem contraindicações ao exercício de intensidade vigorosa, participaram num desenho cruzado, controlado e randomizado. Os sujeitos foram submetidos a três condições experimentais (TIAI [5 x (3 min a 70% + 3 min a 30%)], TCIM [30 min a 50%] e uma sessão de controlo de repouso [CON]) em ordem aleatória e no estado pós-prandial de um pequeno-almoço padronizado. Foram realizadas medições da glicemia capilar (GC) imediatamente antes, durante, e até 50 min após as condições experimentais em laboratório. No período de seguimento em ambulatório a GC foi medida antes de todas as refeições do próprio dia, e no dia seguinte em jejum. Os resultados deste estudo demonstraram que uma sessão de TIAI foi mais eficaz na redução aguda imediata da GC em pessoas com diabetes tipo 2, em comparação com uma sessão de TCIM ( $p = 0.017$ ) e uma sessão CON ( $p < 0.001$ ). Durante o período de seguimento em ambulatório, apesar dos valores da GC nas duas condições de exercício (TIAI e TCIM) terem sido inferiores ao CON em todos os momentos avaliados, não se identificaram diferenças significativas entre condições. O TIAI parece ser uma estratégia de exercício segura e mais eficaz no controlo glicémico agudo imediato do que o TCIM, em pessoas com diabetes tipo 2 medicadas com metformina e gliptinas.

## Palavras-chave

Exercício; Diabetes Tipo 2; Treino Intervalado de Alta Intensidade; Treino Contínuo de intensidade Moderada; Efeitos Agudos; Controlo Glicémico



## Acute effects of high intensity interval training on glycemic control in patients with type 2 diabetes

### Abstract

High intensity interval training (HIIT) has recently emerged as an attractive method to implement aerobic exercise at high intensities in populations with risk factors. However the effects of this type of intervention are not yet adequately studied in people with type 2 diabetes. This study aimed to analyze the acute effects of HIIT on glycemic control in type 2 diabetics, in comparison with a session of moderate intensity continuous training (MICT). Fifteen subjects with type 2 diabetes without contraindications to vigorous exercise, participated in a randomized controlled crossover design trial. Subjects underwent three experimental conditions (HIIT [5 x (3 min a 70% + 3 min a 30%)], MICT [30 min a 50%] and a control session of rest [CON]) in random order and in the postprandial state of a standardized breakfast. Measurements in capillary glycemia (CG) were taken immediately before, during, and 50 min after the experimental conditions in laboratory. In the ambulatory follow-up period CG was measured before all meals of the same day and the next day fasting state. The results of this study demonstrated that a session of HIIT was more effective in the acute immediate reduction of CG in people with type 2 diabetes, compared with a session of MICT ( $p = 0.017$ ) and a CON session ( $p < 0.001$ ). During the ambulatory follow-up period, despite the values of CG in both exercise conditions (HIIT and MICT) were lower than CON at all moments assessed, no significant differences were found between conditions. HIIT seems a safe and more effective exercise strategy in immediate acute glycemic control than MICT in people with type 2 diabetes medicated with metformin and gliptins.

### Keywords

Exercise; Type 2 Diabetes; High Intensity interval Training; Moderate Intensity Continuous Training; Acute Effects; Glycemic Control



# ***Efeitos agudos do treino intervalado de alta intensidade no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2***

## **Introdução**

As recomendações atuais de exercício para o tratamento e controlo da diabetes tipo 2, sugerem a acumulação semanal de um mínimo de 150 minutos de exercício aeróbio de intensidade moderada (distribuídos por um mínimo de três dias por semana) e a realização de exercício resistido (pelo menos em dois dias por semana não consecutivos), e ainda exercício de flexibilidade de forma complementar.<sup>33, 35</sup> Se não existirem contraindicações, o exercício aeróbio pode ser alternativamente cumprido através da acumulação semanal de um mínimo de 90 minutos de exercício de intensidade vigorosa.

Apesar da recomendação tradicional de exercício aeróbio ser o TCIM, entre 30 a 50 min de duração, a prática de exercício aeróbio de intensidade vigorosa parece conferir benefícios adicionais no controlo glicémico, nos fatores de risco cardiovascular e na aptidão física de pessoas com diabetes tipo 2.<sup>75-78</sup> No entanto, a realização de exercício de intensidades elevadas de forma contínua durante uma sessão, pode representar um risco e um desconforto acrescido e não ter aplicabilidade na maioria dos doentes diabéticos, especialmente nos idosos, com baixa aptidão física ou com vários fatores de risco adicionais.<sup>35, 79, 80</sup>

O TIAI tem surgido recentemente como um método atrativo de implementação do exercício aeróbio com intensidades mais elevadas em populações com fatores de risco.<sup>19, 20, 81, 82</sup> É caracterizado pela realização de curtos períodos de exercício a alta intensidade, intervalados por períodos de descanso ou de recuperação ativa, o que permite que um indivíduo se envolva em exercício de intensidade vigorosa várias vezes na mesma sessão, produzindo um maior estímulo para adaptações cardiovasculares e metabólicas.<sup>83-85</sup> Este método de treino foi já aplicado com segurança em diversas populações com vários fatores de risco, como excesso de peso,<sup>86</sup> obesidade,<sup>87</sup> doença das artérias coronárias,<sup>88</sup> hipertensão,<sup>89</sup> idosos,<sup>90</sup> síndrome metabólica,<sup>91</sup> abuso de substâncias,<sup>92</sup> insuficiência cardíaca,<sup>81</sup> claudicação intermitente,<sup>93</sup> doença pulmonar obstrutiva crónica,<sup>94</sup> diabetes tipo 1<sup>95</sup> e diabetes tipo 2,<sup>79</sup> e parece induzir benefícios similares ou até mesmo superiores ao TCIM em vários indicadores de saúde.

Porém, existem ainda poucos estudos sobre os efeitos do TIAI em pessoas com diabetes tipo 2,<sup>79, 80, 96-101</sup> e apenas encontramos na literatura três trabalhos<sup>97-99</sup> que analisaram os efeitos agudos deste tipo de método de treino, sem no entanto compararem os resultados com o

tradicional TCIM. Os benefícios do TIAI nesta população, e os mecanismos fisiológicos subjacentes, ainda não estão assim devidamente estudados e estabelecidos.<sup>80, 96, 98, 102</sup> Uma vez que o controlo agudo dos níveis de glicose sanguínea é fundamental para reduzir o risco de complicações micro e macrovasculares da diabetes tipo 2,<sup>2, 8</sup> parece ser clinicamente importante determinar a aplicabilidade, a segurança e a eficácia de uma sessão de TIAI nesta população. Contudo, como o TIAI apresenta contraindicações e riscos nos indivíduos com diabetes tipo 2, os seus possíveis benefícios devem ser analisados em comparação com os do TCIM.<sup>79, 80, 83, 101</sup> Desta forma, o presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos agudos de uma sessão de TIAI no controlo glicémico em pessoas com diabetes tipo 2, em comparação com uma sessão de TCIM.

## **Metodologia**

### **Desenho do estudo**

Este estudo experimental apresentou um desenho cruzado, controlado e randomizado. Os participantes foram submetidos a três condições experimentais (TIAI, TCIM e CON), em ordem aleatória, com intervalos de uma semana, no período da manhã e no estado pós-prandial. Cada indivíduo foi assim controlo de si próprio.

### **Amostra**

A amostra foi constituída por 15 indivíduos caucasianos com diabetes tipo 2 (8 mulheres e 7 homens), recrutados numa consulta hospitalar de diabetologia através dos seguintes critérios de inclusão: entre 55 a 65 anos de idade; diabetes tipo 2 diagnosticada há pelo menos um ano; hemoglobina glicada inferior a 10%; não estar medicado com insulina ou secretagogos de insulina; não estar medicado com fármacos glicocorticóides, fármacos para redução do peso corporal ou fármacos com influência na resposta da frequência cardíaca (FC) ao exercício; esquema farmacológico estabilizado pelo menos há 3 meses; não ser fumador nos últimos 6 meses; principais complicações da diabetes devidamente rastreadas e controladas (retinopatia diabética, nefropatia diabética, pé diabético e principais fatores de risco cardiovascular); sem limitações na marcha ou no equilíbrio; vida independente na comunidade; sem participação em programas de exercício supervisionado nos últimos 6 meses; padrão alimentar estabilizado pelo menos há 6 meses; e ser voluntário para este estudo.

Todos os indivíduos selecionados foram submetidos a uma avaliação médica detalhada antes de poderem participar no estudo (para o despiste de contraindicações relativas ou absolutas

ao exercício de intensidade vigorosa),<sup>42</sup> incluindo um teste de esforço máximo em tapete ergómetro, para rastreio de isquemia do miocárdio ou outras anormalidades cardiovasculares.

Durante o decorrer do estudo (3 semanas) foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: não ter realizado todas as condições experimentais, inclusive os períodos de ambulatório; alterações no plano farmacológico; alterações no padrão alimentar; participação em outras sessões de exercício supervisionado; consumo de tabaco; doença, acidente ou cirurgia. No entanto, nenhum dos participantes foi excluído da amostra final.

As características dos participantes neste estudo estão descritas na Tabela 4.1 e os fármacos em uso estão descritos na Tabela 4.2.

**Tabela 4.1 - Características da amostra**

Variável	Média ± DP
Idade (anos)	60.25 ± 3.14
Duração da Diabetes (anos)	5.33 ± 2.31
Hemoglobina Glicada (%)	7.03 ± 0.33
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	123.33 ± 10.47
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	74.25 ± 8.13
Índice de Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	29.57 ± 4.61
Perímetro Abdominal (cm)	101.79 ± 9.95
Atividade Física Habitual* (MET-min/semana)	1018.25 ± 649.81

DP: desvio padrão; \* avaliada através do *International Physical Activity Questionnaire*.<sup>103</sup>

Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do trabalho e assinaram um Consentimento Livre e Informado aprovado pela Comissão de Ética do hospital local, de acordo com a Declaração de Helsínquia.<sup>104</sup>

## Procedimentos em laboratório

### Período de *baseline*

Os participantes no estudo fizeram três visitas ao laboratório, com uma semana de intervalo entre elas. Apresentaram-se no laboratório às 08h da manhã com um jejum mínimo de 8 horas, sendo apenas permitida a ingestão de água. Foi dada a indicação de no dia anterior

manterem as atividades normais da vida diária, não praticarem exercício físico e manterem a sua dieta habitual.

Tabela 4.2 - Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra.

Fármaco	N (%)
Antidiabéticos orais	15 (100.00)
Metformina	15 (100.00)
Gliptinas	9 (60.00)
Anti-hipertensores	9 (60.00)
Diuréticos	6 (40.00)
Inibidores da enzima conversora da angiotensina	5 (33.33)
Antagonistas dos recetores da angiotensina	4 (26.67)
Bloqueadores dos canais de cálcio dihidropiridínicos	4 (26.67)
Antidislipídicos	6 (40.00)
Estatinas	5 (33.33)
Fibratos	1 (6.67)
Outros	5 (33.33)

N(%): número de casos(% de casos).

A GC em jejum foi determinada através de um glicosímetro digital clinicamente validado (*Breeze 2, Bayer Healthcare*).<sup>105</sup> A calibração do glicosímetro digital foi testada no início de cada dia de avaliações através de uma solução de controlo. A GC foi medida após punção capilar com dispositivo próprio e respetivas lancetas (*Microlet 2, Bayer Healthcare*) no lóbulo da orelha.<sup>106, 107</sup>

Após a avaliação inicial da GC, os participantes ingeriram uma refeição padronizada (199.60 kcal; 30.38 g hidratos de carbono; 14.80 g proteínas; 1.88 g lípidos; 2.80 g fibras) constituída por um iogurte líquido magro (180 g), duas fatias de pão de forma (50 g) com 30 g de fiambre e água *ad libitum*. Tomaram ainda a medicação habitual para a primeira refeição do dia.

Após a refeição os participantes permaneceram sentados durante 60 minutos. Durante este período de *baseline* foram lembrados os procedimentos de cada condição experimental e das avaliações em ambulatório, e foi sorteada a condição experimental a realizar (TCIM, TIAI ou CON). Os participantes beberam água *ad libitum* durante este período.

Imediatamente antes do início das condições experimentais (0 min), e ainda em repouso sentado, foram medidas a GC, a pressão arterial (PA) e a FC. A PA foi medida de acordo com as recomendações internacionais<sup>108</sup> e através de um monitor digital automático de PA clinicamente validado (*M6 Comfort, Omron Healthcare*).<sup>109</sup> A FC foi monitorizada através da colocação de um cardiofrequencímetro (*RS800CX, Polar*). Se algum dos valores destas três variáveis se apresentasse fora dos intervalos esperados (GC > 300 mg/dL ou ≤ 100 mg/dL; alteração ≥ 10 mmHg na PA sistólica em relação aos valores clínicos; alteração ≥ 5 mmHg na PA diastólica em relação aos valores clínicos; FC ≥ 100 bpm) a condição experimental era cancelada e adiada de forma a evitar a ocorrência de eventos adversos.<sup>42</sup>

A temperatura e humidade do laboratório foram controladas através de um termohigrómetro digital (*KlimaLogg Pro, TFA*), e reguladas de forma a permanecerem próximas dos 21 °C e dos 50%, respetivamente.<sup>110</sup>

### **Protocolos de exercício**

O TIAI consistiu numa sessão de marcha em tapete ergómetro (*Johnson Fitness T8000 Pro, Johnson Health Tech*). Iniciou-se com um aquecimento de 5 min a 25% da FC de reserva, seguido de 5 séries de 3 min a 70% da FC de reserva, intervaladas por 3 min a 30% da FC de reserva, e finalizou com um retorno à calma de 5 min a 25% da FC de reserva.

O TCIM consistiu também numa sessão de marcha em tapete ergómetro. Iniciou-se com um aquecimento de 5 min a 25% da FC de reserva, seguido de 30 min a 50% da FC de reserva, e finalizou com um retorno à calma de 5 min a 25% da FC de reserva.

A velocidade e inclinação do tapete ergómetro foram ajustadas de forma a induzir as intensidades definidas. A FC alvo de treino foi calculada através do método da FC de reserva de Karvonen<sup>111</sup> e a FC foi monitorizada e registada de forma contínua através de um cardiofrequencímetro (*RS800CX, Polar*). Foi ainda utilizada a Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg<sup>112</sup> (6 a 20 pontos) para controlo complementar da intensidade do exercício.

Durante ambas as sessões de treino os sujeitos ingeriram água *ad libitum*, com um mínimo de 5 mL/kg.<sup>113</sup>

A GC foi medida durante o exercício a cada 10 min (10, 20 e 30 min) e imediatamente após o final da sessão (40 min).

## Sessão de controlo

Durante a sessão de controlo, os sujeitos permaneceram em repouso sentado durante 40 minutos. Os indivíduos beberam água *ad libitum* e a GC foi medida aos 10, 20 e 30 e 40 min.

## Período de recuperação

Após o término da condição experimental os participantes permaneceram em repouso sentado durante um período de 50 min e beberam água *ad libitum*. A GC foi medida a cada 10 min (50, 60, 70, 80 e 90 min).

No final deste período e antes da saída do laboratório, os participantes ingeriram uma refeição padronizada (112.19 kcal; 17.63 g hidratos de carbono; 6.70 g proteínas; 1.58 g lípidos; 0.23 g fibras) constituída por um iogurte sólido magro (125 g) e três bolachas (tipo *Maria*, 18.75 g) e água *ad libitum*.

## Procedimentos em ambulatório

No final da segunda refeição padronizada os participantes abandonaram o laboratório com indicação para manterem as atividades normais da vida diária, a dieta habitual e a não praticarem exercício físico até ao final do dia.

Foi solicitado aos participantes que medissem a GC utilizando os mesmos procedimentos do laboratório, imediatamente antes de cada refeição programada (almoço, lanche da tarde, jantar e ceia) e na manhã seguinte em jejum. Estas medições foram realizadas com o mesmo glicosímetro utilizado no laboratório, que foi cedido aos participantes.

Para o controlo da atividade física, da dieta e da medicação durante o período de ambulatório, cada participante utilizou um pedómetro digital colocado na cintura (*Walking Style One HJ-152, Omron Healthcare*) e preencheu um diário alimentar com o horário e constituição de cada refeição e com a medicação tomada (fármacos e doses). Foi ainda pedido o preenchimento de uma ficha de intercorrências para registo de eventos fora do habitual que possam ter interferido com o controlo metabólico.

No dia seguinte os voluntários voltaram ao laboratório para entregarem o glicosímetro, o pedómetro, o diário alimentar e a ficha de intercorrências.

## Tratamento estatístico

Para comparar a intensidade média (exceto aquecimento e retorno à calma) do TIAI e do TCIM foi utilizado um teste t para amostras emparelhadas. Para analisar a influência da condição experimental na GC foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) com dois fatores (condição e tempo) com medidas repetidas. Foi aplicado o ajustamento Greenhouse-Geisser a eventuais violações da esfericidade. Os valores parciais de  $\text{Eta}^2$  ( $\eta^2_p$ ) foram reportados para quantificar a magnitude dos efeitos e eventuais diferenças entre condições foram analisadas *a posteriori* tendo sido aplicado o ajustamento de Bonferroni. Os dados da GC foram divididos em duas partes - laboratório e ambulatório - e foi realizada uma ANOVA para cada uma delas. Para analisar a influência da condição experimental na atividade física em ambulatório foi utilizada uma ANOVA com medidas repetidas. O nível de significância estatística foi definido em  $p < 0.05$  e os dados foram analisados com o programa informático *PASW Statistics* versão 20.

## Resultados

A adesão da amostra aos procedimentos do estudo foi de 100%. Durante as condições experimentais e período de recuperação em laboratório não foi identificado nenhum evento adverso sintomático associado ao exercício (hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, lesões nos pés, lesões musculoesqueléticas, sintomas de isquemia do miocárdio ou de acidente vascular cerebral). Os participantes não registaram nenhuma outra intercorrência durante o período de seguimento em ambulatório.

Todos os sujeitos da amostra tomaram antidiabéticos orais na primeira refeição padronizada fornecida (pequeno-almoço) durante o período de *baseline* (metformina N = 6; metformina + sitagliptina N = 5; metformina + vildagliptina N = 4).

No TIAI foi atingida uma intensidade de  $71.83 \pm 2.04\%$  da FC de reserva durante as 5 séries de intensidade vigorosa, através de uma velocidade de marcha  $4.21 \pm 0.26$  km/h e uma inclinação de  $12.83 \pm 1.47\%$ . A intensidade média (exceto aquecimento e retorno à calma) do TIAI foi de  $50.50 \pm 1.93\%$  da FC de reserva. Em relação ao TCIM, a intensidade média (exceto aquecimento e retorno à calma) foi de  $50.25 \pm 1.55\%$  da FC de reserva, através de uma velocidade de marcha  $4.21 \pm 0.26$  km/h e uma inclinação de  $6.04 \pm 2.09\%$ . Não foi encontrada uma diferença significativa entre a intensidade média do TIAI e do TCIM ( $t = 0.338$ ;  $p = 0.742$ ).

A Tabela 4.3 apresenta os valores médios da GC em todos os momentos de avaliação nas três condições experimentais. Foi identificado um efeito significativo da interação

condição\*tempo nos valores da GC (Figura. 4.1) em laboratório ( $F = 11.783$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.517$ ). Foram identificadas diferenças significativas entre o TIAI e o CON ( $p < 0.001$ ), entre o TCIM e o CON ( $p < 0.001$ ) e entre o TIAI e o TCIM ( $p = 0.017$ ).

**Tabela 4.3** - Valores médios ( $\pm$  desvios padrão) da glicemia capilar em todos os momentos de avaliação nas três condições experimentais

Tempo	CON	TIAI	TCIM
Jejum	114.25 $\pm$ 24.65	112.67 $\pm$ 21.98	115.75 $\pm$ 21.84
0 min	161.25 $\pm$ 26.89	160.17 $\pm$ 30.90	159.25 $\pm$ 24.62
10 min	155.50 $\pm$ 33.38	128.08 $\pm$ 29.36	137.00 $\pm$ 32.99
20 min	142.42 $\pm$ 31.62	97.75 $\pm$ 25.55	109.25 $\pm$ 27.56
30 min	132.92 $\pm$ 31.43	82.75 $\pm$ 21.65	93.75 $\pm$ 25.90
40 min	124.17 $\pm$ 29.94	81.33 $\pm$ 18.00	89.25 $\pm$ 20.82
50 min	120.08 $\pm$ 29.54	84.08 $\pm$ 14.43	89.92 $\pm$ 15.07
60 min	109.75 $\pm$ 26.54	84.50 $\pm$ 11.00	90.92 $\pm$ 16.17
70 min	105.00 $\pm$ 25.86	84.58 $\pm$ 9.89	94.58 $\pm$ 14.96
80 min	100.42 $\pm$ 22.98	85.42 $\pm$ 9.78	93.17 $\pm$ 14.94
90 min	97.75 $\pm$ 25.06	85.50 $\pm$ 11.01	91.50 $\pm$ 14.52
Pré-Almoço	104.00 $\pm$ 28.19	100.42 $\pm$ 15.36	98.00 $\pm$ 11.95
Pré-Lanche	109.17 $\pm$ 28.60	103.92 $\pm$ 19.25	104.42 $\pm$ 23.13
Pré-Jantar	119.00 $\pm$ 19.48	108.17 $\pm$ 14.08	112.08 $\pm$ 24.95
Pré-Ceia	132.92 $\pm$ 39.35	125.33 $\pm$ 26.17	123.83 $\pm$ 39.19
Jejum (dia seguinte)	114.08 $\pm$ 24.27	110.50 $\pm$ 17.73	114.00 $\pm$ 22.31

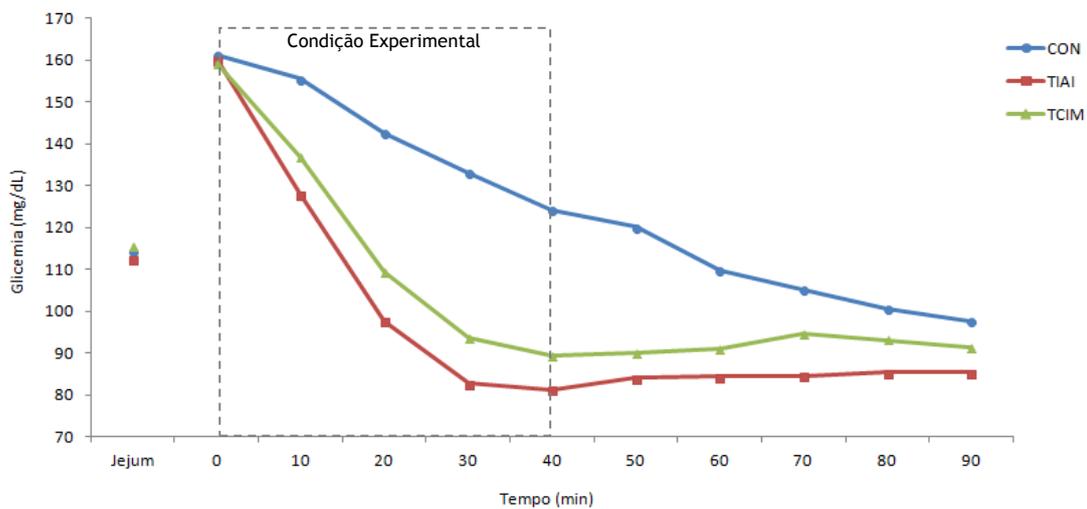
CON: controle; TIAI: treino intervalado de alta intensidade; TCIM: treino contínuo de intensidade moderada.

Em relação ao período de seguimento em ambulatório, todos os participantes realizaram as refeições previstas (almoço, lanche da tarde, jantar e ceia) em horários equivalentes e a medicação tomada por cada indivíduo foi sempre a mesma (fármacos e doses) e nos mesmos horários. Não foi identificado um efeito significativo da interação condição\*tempo ( $F = 0.348$ ;  $p = 0.944$ ;  $\eta^2_p = 0.031$ ) nos valores da GC em ambulatório (Figura 4.2).

A condição experimental não teve um efeito significativo na atividade física em ambulatório (CON 7896.75  $\pm$  2191.03 passos vs. TIAI 7320.83  $\pm$  2245.69 passos vs. TCIM 7386.08  $\pm$  1875.62 passos;  $F = 2.146$ ;  $p = 0.141$ ;  $\eta^2_p = 0.163$ ).

## Discussão

Os resultados deste estudo demonstraram que, quer uma sessão de TIAI, quer uma sessão de TCIM, foram mais eficazes na redução aguda imediata da GC do que uma sessão de controlo de repouso, em pessoas com diabetes tipo 2. Contudo, o TIAI induziu uma redução significativamente superior ao TCIM. Durante o período de seguimento em ambulatório, apesar dos valores da GC nas duas condições de exercício (TIAI e TCIM) terem sido inferiores ao CON em todos os momentos avaliados, estas diferenças não se revelarem significativas.

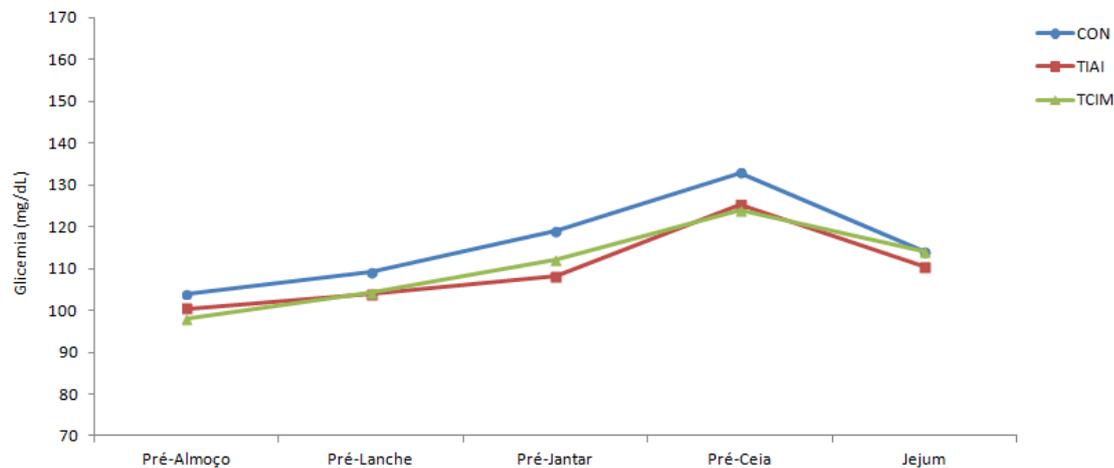


**Figura 4.1** - Valores médios da glicemia capilar monitorizada em laboratório. Valores em jejum; imediatamente antes (0 min); durante (10, 20 e 30 min); e imediatamente após a condição experimental (40 min); e durante o período de recuperação (50, 60, 70, 80 e 90 min). CON: controlo; TIAI: treino intervalado de alta intensidade; TCIM: treino contínuo de intensidade moderada.

O TIAI tem assumido recentemente um papel de destaque pelos benefícios cardiovasculares e metabólicos que parece induzir em populações com doenças crónicas e fatores de risco, especialmente em comparação com os benefícios do TCIM de dispêndio energético equivalente.<sup>19, 20, 83</sup> Esta é uma área ainda pouco estudada em pessoas com diabetes tipo 2 e os estudos encontrados na literatura sobre os efeitos agudos do TIAI, para além de serem escassos, não incluíram uma sessão de TCIM nos desenhos experimentais, sendo assim difícil de analisar a eficácia relativa destes métodos de treino.<sup>97-99</sup>

Os resultados do presente estudo foram obtidos com o controlo rigoroso, em laboratório, das variáveis que poderiam interferir com os níveis da GC, tais como a ingestão calórica, atividade física e medicação. Para tal foi determinante que os participantes se apresentassem em jejum no laboratório e ingerissem um pequeno-almoço padronizado e adequado ao seu estado hiperglicémico. O período de *baseline* permitiu que a amostra iniciasse as três

condições experimentais (0 min) num estado metabólico homogéneo (diferença média de apenas 2 mg/dL na GC) e o período de recuperação foi fundamental para controlar a resposta da GC, pós-exercício.



**Figura 4.2** - Valores médios da glicemia capilar monitorizada em ambulatório. Valores antes de cada refeição e no dia seguinte de manhã em jejum. CON: controlo; TIAI: treino intervalado de alta intensidade; TCIM: treino contínuo de intensidade moderada.

Foi em laboratório, nos efeitos agudos imediatos do exercício, que se evidenciaram os principais resultados deste trabalho. No final dos 40 min de TIAI, a GC tinha diminuído cerca de 43 mg/dL em relação ao CON, e cerca de 8 mg/dL em relação ao TCIM. No final do período de recuperação esta diferença foi atenuada para 12 mg/dL e 6 mg/dL em relação ao CON e ao TCIM, respetivamente. Esta atenuação na redução da GC foi importante para a prevenção da hipoglicemia, uma vez que a amostra apresentava valores médios de  $81.33 \pm 18.00$  mg/dL no final do TIAI e de  $85.50 \pm 11.01$  mg/dL no final da recuperação. Os mecanismos fisiológicos de proteção contra a hipoglicemia, como o consumo das reservas de glicogénio muscular e hepático e a produção de glicose a partir de outros substratos energéticos, parecem ter contribuído para esta resposta.<sup>62</sup>

Dois outros estudos também observaram uma diminuição significativa da glicemia imediatamente após uma sessão de TIAI, mas em comparação com os valores pré-exercício. Shaban *et al.*<sup>97</sup> observaram uma redução média na glicemia de cerca de 17 mg/dL e Mackenzie *et al.*<sup>99</sup> identificaram uma diminuição de 19 mg/dL. Porém, estes valores de redução da GC são muito inferiores aos observados no presente estudo, onde o protocolo de TIAI diminuiu a GC em cerca de 79 mg/dL e o protocolo de TCIM em cerca de 70 mg/dL, em relação aos valores de *baseline* (0 min). Estas reduções acentuadas da GC parecem estar

relacionadas com a duração das condições experimentais (40 min) e com os efeitos sinérgicos dos antidiabéticos orais tomados ao pequeno-almoço.<sup>114-116</sup> Para além do mais, nenhum dos dois estudos referidos anteriormente incluiu uma sessão de controlo de repouso nem uma sessão de TCIM, no desenho experimental.

No presente estudo foi utilizada uma sessão de controlo para analisar o comportamento da GC pós-prandial em condições de repouso e apenas sob o efeito da medicação antidiabética. Durante os 40 min de duração desta condição experimental, a GC reduziu em média cerca de 37 mg/dL em relação aos valores de *baseline*. Esta redução, com o repouso e medicação, demonstra a importância da inclusão de uma condição de controlo nos estudos que pretendam analisar os efeitos agudos de condições do exercício nesta população.

Só é relevante recomendar o TIAI se os seus efeitos no controlo glicémico forem superiores aos do TCIM, uma vez que o exercício de intensidade vigorosa pode ter várias contraindicações nos indivíduos com diabetes, especialmente cardiovasculares.<sup>42</sup>

Os critérios de seleção da amostra permitiram a aplicação com segurança de um protocolo de exercício de intensidade vigorosa, e não foi registado nenhum evento adverso agudo sintomático quer durante o exercício, quer no período de recuperação em laboratório, quer no período de seguimento em ambulatório. A realização de uma avaliação médica detalhada e de um teste de esforço são recomendadas para diabéticos idosos, sedentários, com vários anos da doença ou com outros fatores de risco cardiovascular, quando a intensidade do exercício a praticar é vigorosa.<sup>33, 35</sup> A idade média dos participantes ( $60.25 \pm 3.14$  anos), a duração da diabetes ( $5.33 \pm 2.31$  anos), o índice de massa corporal ( $29.57 \pm 4.61$  kg/m<sup>2</sup>), o perímetro abdominal ( $101.79 \pm 9.95$  cm) e o facto de 60% estar sob terapia farmacológica para hipertensão e 40% para a dislipidemia, justificam estas avaliações pré-exercício. Todos os outros estudos da área também incluíram estes procedimentos de avaliação médica.<sup>79, 80, 96-101</sup> No entanto, a avaliação médica detalhada e os testes de esforço são financeiramente e logisticamente dispendiosos<sup>47</sup> e podem representar uma barreira adicional importante à prática de exercício nesta população.<sup>33</sup>

Outros fatores, como a inclusão de sujeitos sem insulino-terapia ou sem terapia com secretagogos de insulina (sulfonilureias e meglitinidas); a escolha de um protocolo de TIAI submáximo (70 % FC reserva) com períodos de aquecimento e retorno à calma prolongados; e a hidratação e as refeições padronizadas pré e pós-exercício; foram importantes para a prevenção de eventos adversos associados ao exercício. Todas as sessões experimentais foram ainda acompanhadas por um profissional de exercício experiente com formação em procedimentos de emergência, nomeadamente em suporte básico de vida.<sup>110</sup>

Os participantes deste estudo estavam medicados apenas com os antidiabéticos orais metformina e gliptinas (metformina N = 6; metformina + sitagliptina N = 5; metformina +

vildagliptina N = 4), que estão associados a um risco muito baixo de hipoglicemia com o exercício, ao contrário da insulina, sulfonilureias e meglitinidas.<sup>6, 62</sup>

De forma a comparar diretamente os dois métodos de treino, o protocolo do TIAI foi desenhado para ter a mesma duração e intensidade média do protocolo do TCIM. Este último obedece às tradicionais recomendações de exercício para a população com diabetes tipo 2 - sessões de 30 min de exercício aeróbio de intensidade moderada, realizadas na maior parte dos dias da semana.<sup>7, 8</sup> Optou-se assim por um protocolo de TIAI com 30 min de duração total (exceto aquecimento e retorno à calma) distribuído por cinco séries de 3:3 min, submáximo (70% da FC de reserva) e com recuperação ativa (30% da FC de reserva). A duração total dos protocolos de TIAI usados por outros estudos em diabéticos tipo 2 variou entre os 12 e os 60 min, com intensidades entre os 60% da carga máxima de exercício e os 100% do VO<sub>2</sub> de reserva, entre 4 e 10 séries, densidades entre os 0.5:1 e os 5:5, e recuperação ativa ou passiva.<sup>79, 80, 96-100</sup> A bicicleta estática foi o ergómetro mais utilizado.

Existe um número ilimitado de possíveis protocolos de TIAI usando diferentes intensidades e durações dos estímulos e dos intervalos de recuperação. Porém, o protocolo ideal está muito longe de ser determinado.

O facto de os protocolos de exercício utilizados no presente estudo serem realizados em tapete ergómetro (com manipulação da velocidade e inclinação) permitiu que os indivíduos atingissem as intensidades previstas através do aumento da inclinação em detrimento do aumento da velocidade, não comprometendo assim a coordenação da marcha e o equilíbrio no tapete. A intensidade vigorosa do TIAI foi atingida com velocidades entre os 4 e os 4.5 km/h e inclinações entre os 10 e os 15%. Os protocolos em marcha permitem ainda uma maior transferência para a prescrição de exercício. A marcha parece ser o modo de exercício mais popular na promoção da saúde pública e no controlo da diabetes tipo 2, dado o seu baixo custo, necessidade de poucas infraestruturas e recursos materiais, flexibilidade de horários de prática, facilidade de prescrição e monitorização, poucas contra-indicações e efeito metabólico imediato.<sup>38, 117, 118</sup>

A variável principal deste estudo, a GC, foi medida através de punção no lóbulo da orelha. Optou-se por este local alternativo de punção capilar de forma a diminuir o desconforto das punções tradicionais nos dedos das mãos, uma vez que o número de recolhas era elevado. O lóbulo da orelha é um local válido, seguro e associado a menos dor.<sup>106, 107</sup>

As diferenças significativas na GC verificadas em laboratório entre o TIAI e o TCIM e o CON não se observaram no período de seguimento em ambulatório. Ao abandonarem o laboratório e entrarem em condições de vida livre, os participantes tiveram indicação para seguirem as rotinas normais da vida diária, sem praticarem exercício, sem alterarem o padrão alimentar e seguindo o plano farmacológico prescrito, com o objetivo de se controlar a atividade física, a ingestão calórica e a medicação. Durante este período a atividade física foi monitorizada

através do uso de pedómetros, tal como em outros estudos.<sup>79, 99</sup> Este tipo de equipamento demonstrou ser adequado para monitorizar e avaliar a atividade física habitual em pessoas com diabetes tipo 2<sup>119, 120</sup> e em idosos,<sup>121, 122</sup> sem no entanto se poder classificar a intensidade da mesma. Apesar de não se terem identificado diferenças estatisticamente significativas, houve uma redução da atividade física associada ao estilo de vida nos dias das condições experimentais de exercício em relação ao dia de controlo (-576 passos no dia de TIAI e -510 passos no dia de TCIM). Esta redução pode ter atenuado os efeitos do exercício nos valores da GC em ambulatório. Este fenómeno de aparente restrição das atividades da vida diária associada à prática de exercício foi já identificado em outros estudos.<sup>9, 123</sup>

Os dados recolhidos da ingestão calórica através do preenchimento de um diário alimentar não foram analisados quantitativamente, ao contrário de outros estudos,<sup>79, 96, 98, 99</sup> devido à falta de padronização dos registos das quantidades dos alimentos e bebidas. No entanto, a análise qualitativa realizada por um nutricionista revelou que a ingestão alimentar de cada participante em cada uma das condições experimentais, parece ter seguido o mesmo padrão (tipo de alimentos), assim como os horários das refeições. Um aumento da ingestão calórica (à custa de um aumento da quantidade de alimentos), durante o período de ambulatório das condições experimentais de exercício, poderia ter atenuado as diferenças nos valores da GC em relação ao CON, e assim influenciado negativamente os resultados. Um estudo recente realizado em diabéticos revelou que quanto maior é a redução da glicemia pós-exercício, maior é o apetite e sensação de fome e subsequente ingestão calórica.<sup>124</sup> Desta forma, a diminuição da atividade física associada ao estilo de vida e um aumento da ingestão calórica, devem ser fatores em consideração neste tipo de intervenções e como tal, devem ser adequadamente monitorizados.

Apenas um estudo analisou os efeitos de uma sessão de TIAI na glicemia em ambulatório. Gillen *et al.*<sup>98</sup> utilizaram a monitorização contínua da glicose durante 24h, para avaliar os efeitos de uma sessão de TIAI em comparação com um dia de controlo sem exercício. O TIAI reduziu significativamente a proporção de tempo da glicemia acima de 180 mg/dL e as hiperglicemias pós-prandiais (até 3 h após as refeições). Estes autores controlaram rigorosamente a ingestão calórica da amostra através do fornecimento de todas as refeições. No entanto este estudo não utilizou uma sessão de TCIM para comparar os métodos de treino.

Os resultados do presente estudo poderiam ter sido diferentes se tivesse sido utilizada a monitorização contínua da glicose para avaliar os efeitos do exercício. Este método de monitorização assume-se cada vez mais como o modo preferencial da avaliação aguda do controlo glicémico,<sup>125, 126</sup> e outros estudos nesta área também já o utilizaram.<sup>96, 101</sup>

Os mecanismos fisiológicos que medeiam os efeitos do TIAI no controlo glicémico em indivíduos com diabetes tipo 2, não podem ser determinados a partir dos resultados deste estudo. No entanto, este tipo de exercício parece estar associado a adaptações positivas no

músculo esquelético dos sujeitos com diabetes tipo 2, como um aumento da capacidade metabólica mitocondrial, aumento do conteúdo de GLUT4, aumento da sensibilidade à insulina, e ainda a um aumento dos mecanismos de vasodilatação dependentes do endotélio, aumento do consumo de oxigénio e redução da massa gorda corporal.<sup>79, 80, 96, 97, 100, 101</sup>

A relação do TIAI com a adesão ao exercício parece ser controversa. Em adultos ativos e normoponderais, o TIAI parece ter efeitos positivos na adesão ao exercício devido a ser percebido como mais agradável do que o TCIM.<sup>127</sup> Por outro lado, em adultos sedentários com excesso de peso, o TIAI associou-se a uma menor adesão devido a um maior número de eventos adversos associados ao exercício, em comparação com o TCIM.<sup>128</sup>

Parece ser importante que durante a prescrição de exercício de intensidade vigorosa a pessoas com diabetes tipo 2 se analisem individualmente as relações risco-benefício e custo-benefício deste tipo de intervenção, de acordo com o risco cardiovascular, comorbilidades da diabetes, medicação, risco de lesões e eventos adversos agudos associados ao exercício, contexto socioeconómico e acesso aos serviços de saúde de cada indivíduo. Para além de estar associado a um maior risco de lesões e eventos adversos, e de requerer na maioria dos diabéticos tipo 2 uma avaliação médica detalhada pré-exercício com um teste de esforço cardiológico (devido às possíveis contra-indicações), este tipo de exercício pode levar a um aumento compensatório da ingestão calórica em condições de vida livre, por induzir uma maior redução da glicemia com o esforço.

Três estudos recentes compararam os efeitos a médio prazo (12-16 semanas) do TIAI no controlo glicémico em comparação com o TCIM. O trabalho de Mitranun *et al.*<sup>80</sup> demonstrou que um programa de exercício de TIAI parece conferir benefícios superiores aos do TCIM, nomeadamente nos níveis de hemoglobina glicada. Por outro lado, Terada *et al.*<sup>79</sup> e Karstoft *et al.*<sup>101</sup> não observaram diferenças nos níveis de hemoglobina glicada após os dois programas de exercício com métodos diferentes. Diferenças nos protocolos de exercícios e nas características da amostra podem explicar estes resultados inconsistentes.

De acordo com a literatura disponível, este estudo parece ser único em avaliar os efeitos agudos do TIAI em pessoas com diabetes tipo 2 em comparação com o TCIM de igual duração e intensidade média.

Os resultados do presente estudo têm implicações para a prescrição de exercício para esta população. Estes dados podem ajudar os profissionais de exercício e de saúde a analisarem as vantagens e desvantagens do TIAI e a prescreve-lo com segurança e de modo eficaz para o controlo glicémico, preferencialmente integrado num programa de exercício regular.

Este estudo apresenta, no entanto, algumas limitações: 1) a dieta alimentar durante o período de seguimento em ambulatório não foi adequadamente controlada através de uma análise quantitativa da ingestão calórica; 2) as monitorizações da GC em ambulatório foram

reduzidas e limitadas aos períodos pré-prandiais; 3) os participantes estavam medicados com um conjunto restrito de antidiabéticos orais (metformina e gliptinas); 4) a falta de estudos nesta área e a heterogeneidade dos protocolos de exercício utilizados dificultam a discussão e a comparação dos resultados.

Futuras investigações deverão utilizar a monitorização contínua da glicose para avaliar os efeitos do exercício no controlo metabólico; controlar a ingestão calórica em ambulatório através do fornecimento de refeições padronizadas ou através de métodos de registo e análise quantitativa; monitorizar a atividade física habitual através de acelerometria de forma a poder controlar a intensidade da atividade física; estudar o efeito do TIAI em indivíduos sob terapia farmacológica com outros tipos de antidiabéticos orais e insulinoaterapia; determinar os efeitos agudos de diferentes protocolos de TIAI; e analisar os efeitos a longo prazo deste tipo de método de exercício.

## **Conclusões**

O TIAI parece ter aplicabilidade em pessoas com diabetes tipo 2, e demonstrou ser um método seguro em indivíduos medicados com metformina ou com uma combinação de metformina com gliptinas. Esta estratégia de exercício revelou-se mais eficaz no controlo glicémico agudo imediato do que o TCIM.

Contudo, as relações de risco-benefício e custo-benefício do TIAI devem ser analisadas individualmente, de forma a se poder determinar a relevância da sua prescrição.



## Capítulo 5

### *Desenvolvimento e operacionalização de um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R**, Sousa N, Vilaça-Alves J, Themudo-Barata JL, Reis VM. Resistance training in community-based exercise programas for type 2 diabetics: Diabetes em Movimento® trial. *Cultura, Ciencia y Deporte* 2014;9(25 Sup):217.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Community-based exercise program for patients with type 2 diabetes. *Br J Sports Med* 2013;47(10):e3.43.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. *Rev Medicina Desportiva informa* 2013;4(4):18-20.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa de Exercício para Doentes com Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2013;8(S1):20.
- Sousa S, **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL, Marques M. Caracterização da Intensidade do Exercício do Programa Diabetes em Movimento®. In: Costa A, Travassos B, Martins J, editors. Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde. Covilhã: Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto; 2013. p. 80.
- Sousa N, **Mendes R**. Safety and efficacy of strength training in patients with type 2 diabetes. In: Vilaça J, Saavedra F, Fernandes HM, Reis VM, editors. Actas do 3º Simpósio Internacional de Força & Condição Física. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2013. p. 41-2.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa Comunitário de Exercício para Pessoas com Diabetes Tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 41.
- **Mendes R**, Sousa N, Dias F, Domingues M, Marinho D, Reis VM, *et al*. Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 - estudo da frequência e aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento®. Livro de Resumos do X Curso Pós-Graduado sobre Envelhecimento: Geriatria Prática; Coimbra 2012. p. 17.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2011;6(2):62-70.

- Feliciano E, **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL, editors. Programas de Exercício e de Alimentação na Diabetes Tipo 2: Abordagem Prática. 2ª ed. Lisboa: Heartbrain Lda; 2011.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL. Actividade Física na Diabetes Tipo 2: Proposta de um Programa de Exercício. In: Feliciano E, Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL, editors. Programas de Exercício e de Alimentação na Diabetes Tipo 2: Abordagem Prática. 2ª ed. Lisboa: Heartbrain Lda; 2011. p. 5-31.
- **Mendes R**, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Actividade Física na Diabetes Tipo 2: Modelo de um Programa de Exercício. Revista Portuguesa de Diabetes 2010;5(S1):46.

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e a operacionalização do programa *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>. Este é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, de acordo com as recomendações de exercício para esta população. É um programa de exercício combinado (exercício aeróbio, resistido, agilidade/equilíbrio e flexibilidade), realizado em grupo e supervisionado por profissionais de exercício. As estratégias de exercício são de elevada aplicabilidade e desenvolvidas com recursos materiais mínimos e de baixo custo. As sessões realizam-se três vezes por semana em dias não sucessivos, com duração de 70 minutos. Durante o desenvolvimento das sessões de exercício é dada atenção especial à prevenção de eventos adversos agudos associados à prática de exercício nesta população.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Intervenção Comunitária



# Development and operationalization of a community-based exercise program for patients with type 2 diabetes

## Abstract

This work aims to present the development and operationalization of *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>. This is a community-based exercise program directed to people with type 2 diabetes, according to exercise recommendations for this population. This is a group exercise program which combines aerobic, resistance, agility/balance and flexibility exercise and that is supervised by exercise professionals. Exercise strategies have high applicability and are developed with minimum low cost material resources. Sessions are held three times per week, on non-consecutive days, with 70 minutes duration. During the development of exercise sessions special attention is given to the prevention of exercise-related acute adverse events in this population.

## Keywords

Exercise; Physical Activity; Type 2 Diabetes; Community-based Intervention



# Desenvolvimento e operacionalização de um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2

## Introdução

Os programas comunitários de exercício, com sessões realizadas em grupo, são intervenções recomendadas pela Organização Mundial de Saúde para promover a atividade física a nível populacional.<sup>26</sup> Este tipo de intervenções já demonstrou ter eficácia na população com diabetes tipo 2, nomeadamente no controlo glicémico e em outros fatores de risco cardiovascular.<sup>129, 130</sup>

O *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> (Figura 5.1) é um programa comunitário de exercício desenhado para pessoas com diabetes tipo 2, de acordo com as recomendações internacionais de exercício para o controlo desta doença e do risco cardiovascular associado.<sup>33, 35</sup> Este programa tem em consideração que a maioria desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso e possui mais de 60 anos.<sup>9, 14, 131</sup> Tem por base um protocolo de exercício combinado que envolve exercício aeróbio, exercício resistido, exercício de agilidade/equilíbrio e exercício de flexibilidade.



Figura 5.1 - Logotipo do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

Este programa foi preparado para decorrer na cidade da Covilhã, aproveitando as infraestruturas desportivas, os recursos humanos e os apoios institucionais disponíveis a nível local. A elevada aplicabilidade, através da utilização de recursos materiais mínimos e de baixo custo, foi um dos principais aspetos no desenho deste programa, de forma a permitir a sua replicação em outros contextos comunitários como nas instituições prestadoras de cuidados de saúde, instituições de apoio a idosos, câmaras municipais, juntas de freguesia e pequenos clubes e associações, quer na população diabética, quer em outros tipos de

população. Outro dos principais aspetos de relevo no desenvolvimento deste programa é a preocupação com a segurança e a prevenção de lesões e eventos adversos agudos associados à prática de exercício.

Antes da aplicação definitiva do programa foi desenvolvido um estudo piloto,<sup>71, 132-137</sup> onde se deu formação aos profissionais de exercício que iriam monitorizar as sessões do programa e foram testados todos os exercícios e instrumentos de avaliação a serem aplicados, assim como todas as estratégias de prevenção de lesões e eventos adversos associados ao exercício.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e a operacionalização do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

## Enquadramento e apoios institucionais

Este programa de intervenção comunitária tem por base um projeto de investigação científica alojado no *Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano* sediado na *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro* (Vila Real).

A nível local (cidade da Covilhã) os parceiros institucionais são a *Câmara Municipal da Covilhã* (cedência de utilização das instalações do Complexo Desportivo da Covilhã, como a pista de atletismo, espaços relvados, espaços de circulação da bancada coberta, auditório, sala de exercício, espaços envolventes e material desportivo diverso), o *Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior* (recrutamento de alunos do 1º e 2º Ciclo em Ciências do Desporto para a monitorização das sessões de exercício; apoio logístico e material), o *Centro Hospitalar Cova da Beira* (recrutamento e encaminhamento dos utentes das consultas de Diabetologia, realização de testes de esforço cardiológicos, realização de análises sanguíneas, consulta de processos clínicos [mediante consentimento informado assinado dos utentes] e apoio da equipa de enfermagem da consulta externa do *Hospital Pero da Covilhã* na recolha de dados e organização de atividades), *Laboratório de Análises Brito Rocha* (apoio logístico na recolha e realização de análises sanguíneas), *Farmácia Carvalhense* (apoio na aquisição de material de primeiros socorros e de monitorização de sinais vitais) e *Ginásio Wellness Health Club* (cedência de material, instalações desportivas e apoio na realização de atividades).

A Indústria Farmacêutica (*Bayer Portugal* e *Lilly Portugal*) apoia logisticamente este programa através da cedência de material de monitorização da glicemia capilar, e material diverso de divulgação das atividade do programa.

A nível científico o *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> foi reconhecido e é apoiado pela *Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal*, pela *Sociedade Portuguesa de Diabetologia*, pela

*Sociedade Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo e pela Direção-Geral da Saúde, através do Programa Nacional para a Diabetes.*

## **Seleção dos participantes**

Os participantes são recrutados e encaminhados a partir da Consulta de Diabetologia do *Centro Hospitalar Cova da Beira*, de acordo com os critérios de seleção definidos todos os anos pela equipa de investigação. Entre estes critérios encontram-se alguns obrigatórios como: diabetes tipo 2 diagnosticada há pelo menos um ano; principais complicações da diabetes devidamente rastreadas e controladas (retinopatia diabética, nefropatia diabética, pé diabético e principais fatores de risco cardiovascular); teste de esforço negativo para isquemia do miocárdio e outras anormalidades cardiovasculares; sem limitações na marcha ou no equilíbrio; vida independente na comunidade; e voluntário com Consentimento Livre e Informado assinado.

## **Programação das sessões**

O programa foi planeado para ter a duração de 9 meses, entre Outubro e Junho, com paragem no período do Verão (Julho, Agosto e Setembro; coincidente com as férias escolares) e para ser aplicado de forma cíclica, ou seja, durante todos os anos escolares.

São realizadas três sessões de exercício por semana, em dias não consecutivos - segundas, quartas e sextas-feiras, em horário ao final da tarde, no complexo Desportivo da Covilhã. Quando algum destes dias coincide com algum feriado nacional ou municipal, ou nos dias 24 e 31 de Dezembro, as sessões não são realizadas.

Para o desenvolvimento das sessões de exercício são utilizadas a pista de atletismo (Figura 5.2), a sala de exercício (Figura 5.3), os espaços relvados secundários (Figura 5.4), a área de circulação coberta da bancada (Figura 5.5) e as áreas envolventes do edifício principal, como as escadarias (Figura 5.6), parques de estacionamento (Figura 5.7) e espaços de circulação (Figura 5.8).

Para a realização dos exercícios são usadas cadeiras (Figura 5.9), garrafas de 0.5 L com areia ( $\pm$  0.75 kg, Figura 5.10), alteres de 0.5 kg, 1 kg, 2 kg e 3 kg (Figura 5.11), bolas de ginástica (Figura 5.9), cones e sinalizadores (Figura 5.12), “estacas” (Figura 5.13), dois cestos de compras (Figura 5.14), um *kit* de voleibol (rede e postes moveis, Figura 5.15) e coletes coloridos.



Figura 5.2 - Pista de atletismo do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.3 - Sala de exercício do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.4 - Espaços relvados secundários do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.5 - Área de circulação coberta da bancada do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.6 - Escadarias do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.7 - Parque de estacionamento do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.8 - Espaços de circulação do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.9 - Organização da sala de exercício. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.10 - Garrafas com areia. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.11 - Alteres. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.12 - Cones e sinalizadores. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

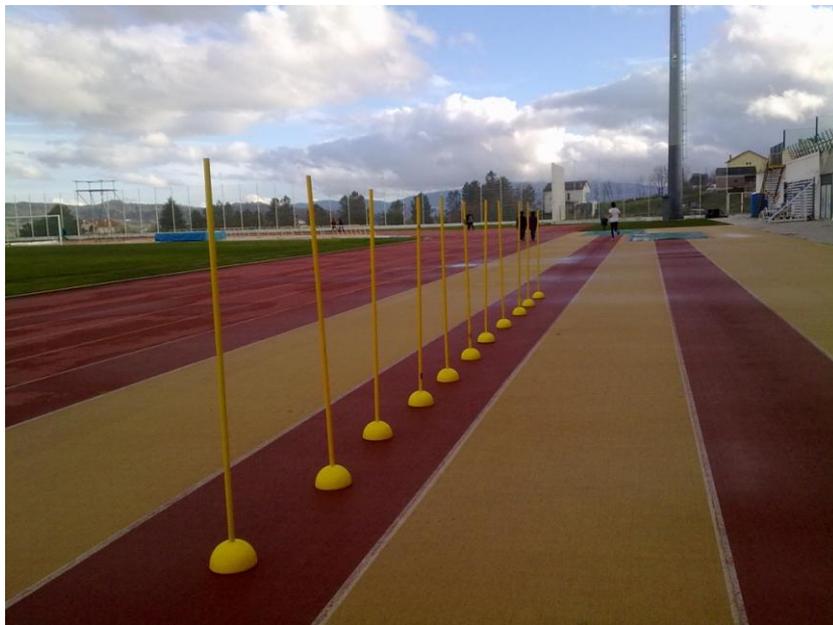


Figura 5.13 - “Estacas”. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.14 - Cesto de compras. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.15 - Kit de voleibol. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Em cada sessão estão sempre presentes, no mínimo, 3 monitores. Um dos monitores é responsável por liderar a sessão (Figura 5.16) e os outros monitores são responsáveis pelo feedback individualizado aos participantes (Figura 5.17), pelo controlo da intensidade do exercício e pela organização logística dos exercícios.



Figura 5.16 - Monitor a liderar a sessão de exercício. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.17 - Monitores durante a sessão de exercício. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Foram elaborados cinco planos de sessão de exercício (A, B, C, D e E), cada um com exercícios aeróbios, resistidos e de agilidade/equilíbrio diferentes. Os planos são aplicados sucessivamente ao longo do tempo, de forma a induzir variabilidade nos estímulos. Para cada

um dos cinco planos de exercício referidos foi organizada uma compilação de músicas, com variações de ritmo adequadas à estrutura das sessões.

## Estrutura das sessões de exercício

As sessões de exercício são realizadas em grupo, com uma duração de cerca de 70 minutos, de acordo com a seguinte estrutura:

1. Aquecimento (5 min) constituído por marcha rápida na pista de atletismo (Figura 5.18), ou na área de circulação coberta da bancada em caso de condições atmosféricas adversas (Figura 5.5);
2. Exercício aeróbio (30 min) constituído por marcha rápida contínua (área envolvente do complexo desportivo [Figura 5.19]), ou marcha muito rápida intervalada (prova de estafetas adaptada na pista de atletismo [Figura 5.20]) ou marcha rápida com carga externa (pista de atletismo [Figura 5.21]), ou marcha rápida com circuito de obstáculos (pista de atletismo [Figura 5.22]) ou marcha rápida com circuito de escadas (área envolvente do complexo desportivo [Figura 5.6]). Em caso de condições atmosféricas adversas, os exercícios anteriores são adaptados para serem realizados na área de circulação cobertura da bancada.
3. Exercício resistido (20 min) na sala de exercício. Em cada sessão são realizados seis exercícios - três para os membros inferiores (Figura 5.23) e três para o tronco (Figura 5.24) e membros superiores (Figura 5.25) - executados com cadeiras, garrafas com areia, alteres, bolas de ginástica e o peso do próprio corpo.<sup>25</sup> Os seis exercícios são organizados em modo de circuito (exercícios para os membros inferiores alternados com exercícios para o tronco e membros superiores), sem descanso entre cada exercício e um minuto de repouso entre cada circuito. O número de séries varia entre uma a quatro (aumento progressivo ao longo do tempo a partir do início de cada ciclo do programa: uma série na 1ª e 2ª semana; duas séries entre a 3ª e a 8ª semana; três séries no 3º e 4º mês; e quatro séries nos meses seguintes). Nos exercícios bilaterais são realizadas 20 repetições e nos exercícios unilaterais são realizadas 30 repetições de forma alternada. A carga dos exercícios deve ser selecionada de modo a atingir a fadiga muscular localizada durante a execução das últimas repetições de cada exercício. O aumento na carga é incentivado quando as últimas repetições de cada exercício são realizadas sem atingir a fadiga muscular localizada. Todos os exercícios são realizados em simultâneo por todos os participantes, e o tempo de execução dos movimentos e o tempo de repouso são controlados pelo monitor que lidera a sessão.

4. Exercício de agilidade/equilíbrio (10 min), constituído por jogos pré-desportivos e jogos desportivos com bola adaptados - Voleibol (Figura 5.26), Basquetebol (Figura 5.27), “Jogo dos 10 passes” (Figura 5.28), “Bola ao Capitão” (Figura 5.29) e “Trocas de Bola” (Figura 5.30). Dependendo das condições atmosféricas estes exercícios são realizados na sala de exercício ou em terreno relvado exterior.
5. Exercício de flexibilidade/retorno à calma (5 min) através de uma sequência de alongamentos estáticos e dinâmicos realizados na sala de exercício, com o apoio de cadeiras (Figura 5.31). Cada posição estática é mantida durante 15 segundos e os alongamentos dinâmicos são organizados em 10 repetições cada.

## Instrumentos de avaliação e controlo

As sessões de exercício foram planeadas para ter intensidade moderada a vigorosa (40 a 89% da frequência cardíaca de reserva ou entre 12 a 17 pontos numa escala de perceção subjetiva do esforço de 6 a 20 pontos).<sup>40</sup>

A intensidade do exercício é controlada de forma sistemática através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg (Figura 5.32).<sup>112</sup> A intensidade é monitorizada e, se necessário ajustada, durante o exercício aeróbio (Figura 5.33), resistido (Figura 5.34) e de agilidade/equilíbrio (Figura 5.35). No final de cada sessão é pedido a todos os participantes que registem a intensidade global da sessão (6 a 20 pontos; Figura 5.36).

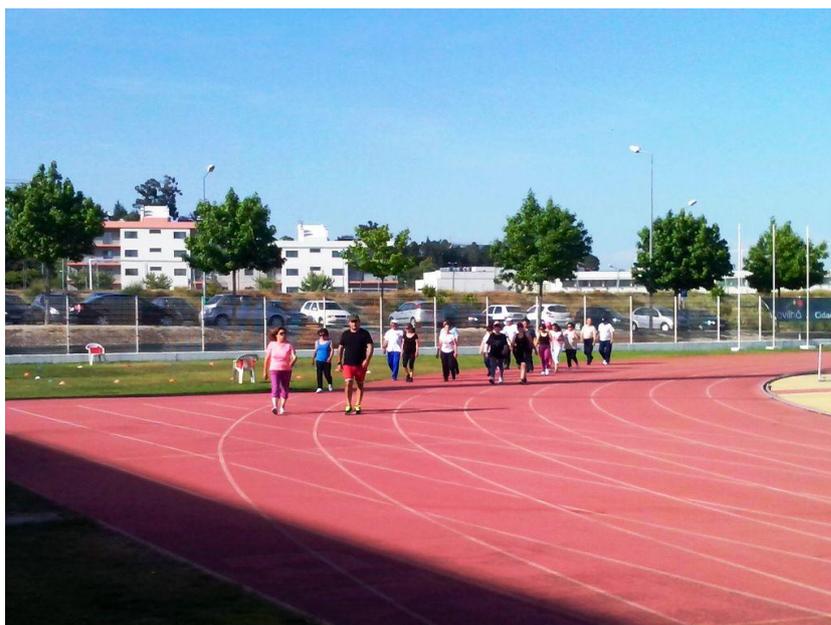


Figura 5.18 - Marcha rápida na pista de atletismo. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.19 - Marcha rápida na área envolvente do Complexo Desportivo da Covilhã. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.20 - Prova de estafetas na pista de atletismo. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.21 - Marcha com carga externa na pista de atletismo. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.22 - Marcha rápida na pista de atletismo com percurso de obstáculos. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.23 - Exercício resistido para os membros inferiores. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.24 - Exercício resistido para o tronco. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.25 - Exercício resistido para os membros superiores. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.26 - Jogo de voleibol adaptado. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.27 - Jogo de basquetebol adaptado. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.28 - Jogo dos 10 passes. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.29 - Jogo Bola ao Capitão. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.30 - Trocas de bola. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.31 - Exercício de flexibilidade. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito Intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Escala RPE de Borg  
© Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998

Figura 5.32 - Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg.<sup>112</sup>



Figura 5.33 - Monitorização da intensidade do exercício aeróbio. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.34 - Monitorização da intensidade do exercício resistido. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



**Figura 5.35** - Monitorização da intensidade do exercício de agilidade/equilíbrio. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



**Figura 5.36** - Registo da intensidade global da sessão. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

De forma complementar, são utilizados dois cardiofrequencímetros, que vão sendo aplicados aos participantes de forma rotativa, de modo a obter o controlo da intensidade do exercício através do método da frequência cardíaca de reserva de Karvonen.<sup>111</sup>

No início e no final de cada ciclo do programa de exercício (nove meses) são avaliados o controlo glicémico, o perfil lipídico, a pressão arterial, o perfil antropométrico, a composição corporal e a aptidão física.

A aptidão física dos participantes é avaliada através do desempenho no *6-Minute Walk Test*<sup>138</sup> (aptidão aeróbia, Figura 5.37), no *30-Second Chair Stand Test*<sup>139</sup> (força dos membros inferiores, Figura 5.38), no *Chair Sit and Reach Test*<sup>140</sup> (flexibilidade dos membros inferiores e coluna lombar, Figura 5.39) e no *Timed Up and Go Test*<sup>141</sup> (agilidade/equilíbrio, Figura 5.40).

Para o controlo antropométrico e da composição corporal são aferidas a estatura (através de um estadiómetro, Figura 5.41), o perímetro abdominal (através de uma fita antropométrica e ao nível da cicatriz umbilical, Figura 5.42), a massa corporal, a massa gorda e a massa magra (através de uma balança digital de bioimpedância, Figura 5.43).

A pressão arterial é aferida através de monitores automáticos digitais da pressão arterial, devidamente validados (Figura 5.44) e de acordo com as recomendações internacionais.<sup>108</sup>



Figura 5.37 - *6-Minute Walk Test*. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Para avaliar o controlo glicémico e o perfil lipídico são realizadas análises sanguíneas à hemoglobina glicada, glicose plasmática em jejum, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicéridos, em laboratório credenciado. São ainda avaliadas a adesão ao programa de exercício, e a ocorrência de lesões e eventos adversos agudos associados à prática de exercício, através de fichas de registo preenchidas no final de todas as sessões.



Figura 5.38 - 30-Second Chair Stand Test. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.39 - Sit and Reach Test. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

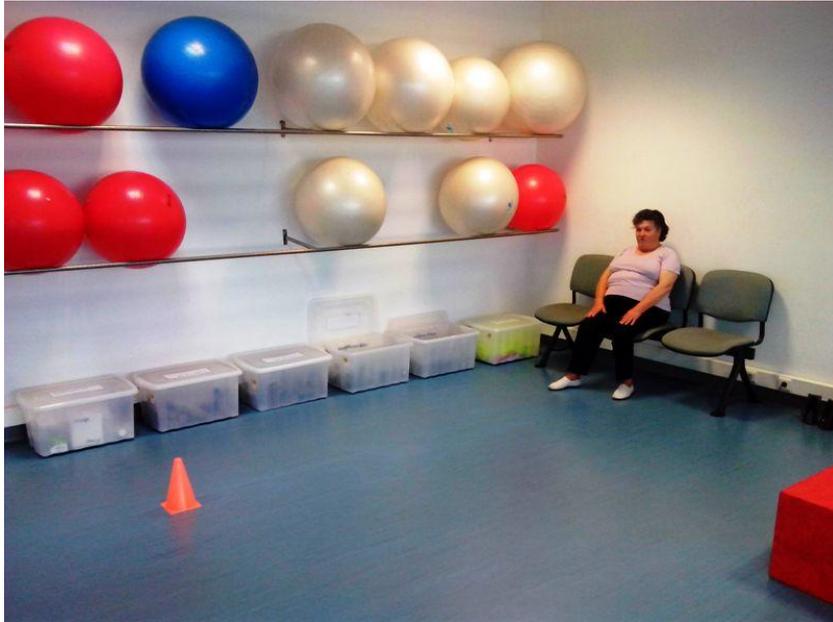


Figura 5.40 - *Timed Up and Go Test*. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.41 - Medição da estatura. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.



Figura 5.42 - Medição do perímetro abdominal. Imagem do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.

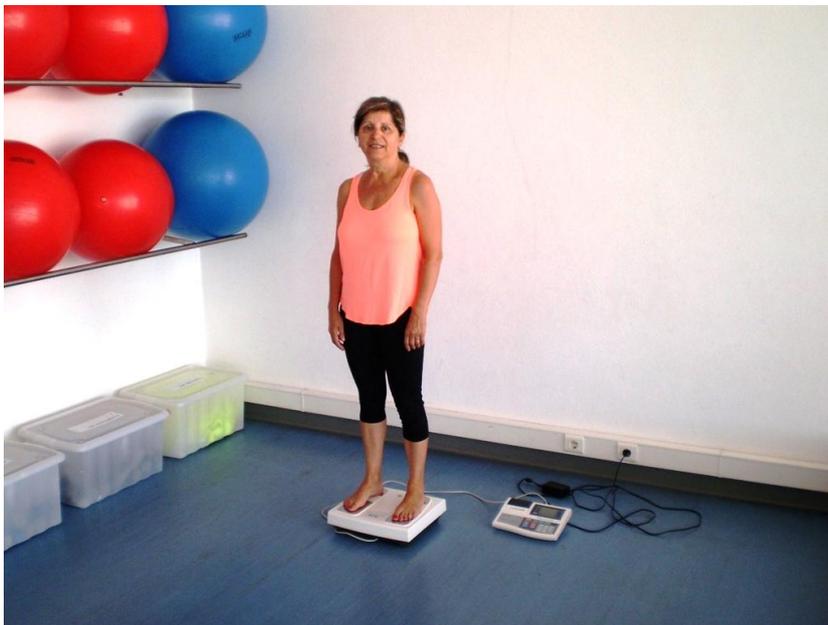


Figura 5.43 - Determinação da massa e composição corporal. Imagem do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>.



Figura 5.44 - Monitorização da pressão arterial. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

## Cuidados especiais

Os monitores do programa foram treinados para os potenciais eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população, e em cada sessão de exercício pelo menos um dos técnicos presentes tem formação em Suporte Básico de Vida.

São realizadas monitorizações regulares da glicemia capilar (Figura 5.45) e da pressão arterial (Figura 5.44), antes e após as sessões de exercício. Se a glicemia capilar antes do início do exercício for  $\leq 100$  mg/dL poderão ser administrados hidratos de carbono de absorção rápida, antes, durante e após o exercício.

A intensidade do exercício poderá ser diminuída em caso de hiperglicemia ( $> 300$  mg/dL) sem cetose, e o exercício é contra-indicado em caso de hiperglicemia com cetose, ou em casos de valores de pressão arterial sistólica  $\geq 200$  mmHg ou de pressão arterial diastólica  $\geq 100$  mmHg.<sup>42</sup> Os participantes sob insulino-terapia, ou uso de secretagogos de insulina, são aconselhados a ajustarem a dose destes fármacos antes do exercício e, se necessário, depois do exercício.

A hidratação é incentivada desde o início e ao longo de toda a sessão de exercício e cada participante possui uma garrafa (600 mL) identificada com o seu nome (Figura 5.46). É recomendada a ingestão de pelo menos uma garrafa de água por sessão de exercício. Em caso de temperaturas elevadas é aconselhada uma ingestão superior.



Figura 5.45 - Monitorização da glicemia capilar. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Os participantes são incentivados a inspecionarem os pés, antes e depois das sessões de exercício, de modo a detetar precocemente eventuais danos. São ainda aconselhados sobre a adequabilidade e qualidade do calçado desportivo utilizado.



Figura 5.46 - Garrafas de água personalizadas. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

Durante os exercícios de agilidade/equilíbrio o contacto físico entre os participantes é restringido, assim como o contacto deliberado da bola com a cabeça.

Os participantes são educados para os sintomas de hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, isquemia do miocárdio e acidente vascular cerebral, e a reportarem estes sintomas aos técnicos presentes. São também educados para evitarem a manobra de Valsalva, especialmente durante os exercícios resistidos e de flexibilidade.

Em cada sessão está presente um saco de emergência (Figura 5.47) constituído por: monitor de glicémia capilar, e respetivas tiras teste e lancetas de punção capilar; monitor digital automático da pressão arterial; hidratos de carbono de absorção rápida; *kit* de glucagon; gel e spray de frio para crioterapia; ligaduras, talas e um colar cervical; máscara facial de ventilação unidirecional; e material diverso para desinfeção e tratamento de feridas superficiais.



Figura 5.47 - Material de emergência médica. Imagem do *Diabetes em Movimento*®.

## Conclusões

O *Diabetes em Movimento*® é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2. É um programa de exercício combinado (exercício aeróbio, resistido, agilidade/equilíbrio e flexibilidade), realizado em grupo e supervisionado por profissionais de exercício. As estratégias de exercício são de elevada aplicabilidade e desenvolvidas com recursos materiais mínimos e de baixo custo. As sessões realizam-se três vezes por semana em

dias não sucessivos, com duração de 70 minutos. Durante o desenvolvimento das sessões de exercício é dada atenção especial à prevenção de eventos adversos agudos associados à prática de exercício nesta população.

## Capítulo 6

### *Efeitos de um programa comunitário de exercício no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL.** A community-based exercise program to control cardiovascular risk in type 2 diabetics. *Rev Saúde Pública* 2014;48(n.esp):57.
- **Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL.** Efeitos de um programa comunitário de exercício físico no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em doentes com diabetes tipo 2: Estudo Diabetes em Movimento®. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2014;9(S1):36.
- **Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J.** Effects of Diabetes em Movimento® community-based exercise program on body composition in patients with Type 2 Diabetes. *Atención Primaria* 2013;45(S2):89-90.
- **Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J.** Effects of a community-based exercise program in clinical blood pressure of patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadefau J, Tarragó R, Tsolakidis E, editors. *Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science*. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 473.



## Resumo

Este estudo teve por objetivo analisar os efeitos de um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade e desenvolvido com materiais de baixo custo, no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis em pessoas com diabetes tipo 2. A amostra (N = 124; 63.25 ± 7.20 anos de idade; polimedicados) participou num desenho longitudinal e controlado. Os participantes foram integrados num programa supervisionado de exercício (constituído por sessões de exercício aeróbio, resistido, de agilidade/equilíbrio e de flexibilidade; três sessões por semana; durante nove meses), ou num grupo de controlo, que manteve a sua atividade física habitual. Antes e no final da intervenção foram avaliados o controlo glicémico, o perfil lipídico, a pressão arterial, o perfil antropométrico e o risco de doença das artérias coronárias a 10 anos. A análise de variância Split-Plot (tempo\*grupo) com medidas repetidas identificou um efeito significativo ( $p < 0.001$ ) da interação tempo\*grupo nos valores da hemoglobina glicada, glicose plasmática em jejum, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicéridos, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, índice de massa corporal, perímetro abdominal e risco de doença das artérias coronárias a 10 anos. Os resultados deste estudo demonstraram que um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, desenvolvido com materiais de baixo custo e com sessões supervisionadas de exercício em grupo, foi capaz de induzir benefícios significativos no controlo glicémico, perfil lipídico, pressão arterial, perfil antropométrico e risco de doença das artérias coronárias a 10 anos, em pessoas com diabetes tipo 2.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Fatores de Risco Cardiovascular; Intervenção Comunitária



## Effects of a community-based exercise program on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes

### Abstract

This study aimed to analyze the effects of a community-based combined exercise program with high applicability and developed with low-cost materials, on glycemic control and major modifiable cardiovascular risk factors, in people with type 2 diabetes. Study sample (N = 124; 63.25 ± 7.20 years old; polymedicated) participated in a longitudinal and controlled study design. Participants were integrated in a supervised exercise program (consisting of aerobic, resistance, agility/balance and flexibility exercise sessions; three sessions per week; for nine months), or a control group who maintained their habitual physical activity. Before and after the intervention glycemic control, lipid profile, blood pressure, anthropometric profile and 10 years risk of coronary artery disease were evaluated. The Split-Plot analysis of variance (time\*group) with repeated measures identified a significant time\*group interaction effect ( $p < 0.001$ ) in the values of glycated hemoglobin, fasting plasma glucose, total cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, triglycerides, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, body mass index, abdominal circumference and 10 years risk of coronary artery disease. The results of this study showed that a community-based combined exercise program with high applicability, developed with low-cost materials and with supervised group exercise sessions, was able to induce significant benefits on glycemic control, lipid profile, blood pressure, anthropometric profile and 10 years risk of coronary artery disease, in people with type diabetes 2.

### Keywords

Exercise; Physical Activity; Type 2 Diabetes; Cardiovascular Risk Factors; Community-based Interventions



# Efeitos de um programa comunitário de exercício no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2

## Introdução

Estima-se que em 2013 a diabetes tenha sido responsável por cerca de 5.1 milhões de mortes em todo o mundo, representando 8.4% da mortalidade global por todas as causas.<sup>3</sup> As doenças cardiovasculares são a principal causa de mortalidade e uma causa importante de morbilidade entre as pessoas com diabetes, especialmente devido ao aumento da incidência das doenças das artérias coronárias e de acidentes vasculares cerebrais.<sup>2, 5, 142</sup>

A atividade física é considerada um dos pilares do tratamento e controlo da diabetes tipo 2, e está associada a uma menor incidência de doenças cardiovasculares e uma menor mortalidade por todas as causas.<sup>143-146</sup> O exercício físico (atividade física planeada e estruturada) parece promover benefícios adicionais no controlo glicémico e nos fatores de risco cardiovascular modificáveis, em relação à atividade física inerente às atividades da vida diária.<sup>33, 36, 147</sup> Os efeitos de um programa de exercício combinado, envolvendo a realização de exercício aeróbio e exercício resistido, no controlo glicémico e nos fatores de risco cardiovascular modificáveis, parecem estar já bem estabelecidos.<sup>22-24</sup> A combinação de exercício aeróbio e resistido demonstrou ser mais efetiva em melhorar o controlo glicémico, a pressão arterial (PA), o perfil lipídico e o perfil antropométrico em pessoas com diabetes tipo 2, do que a prática isolada de cada um destes tipos de exercício.<sup>75, 148-151</sup> No entanto, a grande maioria dos estudos sobre os efeitos do exercício combinado no controlo da diabetes tipo 2 e do risco cardiovascular associado foram desenvolvidos com equipamentos de exercício dispendiosos, como ergómetros para o exercício aeróbio (tapetes rolantes, bicicletas estáticas, remos, *steppers* e elípticas) e máquinas de resistência para o exercício resistido.<sup>22</sup> O acesso a este tipo de equipamentos representa um custo económico acrescido numa população com elevados gastos em saúde,<sup>4</sup> e nem sempre está à disposição da maioria das pessoas com diabetes tipo 2, especialmente em contexto comunitário, como nas instituições prestadoras de cuidados de saúde, instituições de apoio a idosos, câmaras municipais, juntas de freguesia e pequenos clubes e associações.<sup>25</sup>

Os programas comunitários de exercício para grupos de indivíduos com características homogéneas, são uma das intervenções recomendadas pela Organização Mundial de Saúde para promover a atividade física e alterações no estilo de vida.<sup>26</sup> Este tipo de intervenções comunitárias parecem ser custo-efetivas, e ter maior aplicabilidade do que as intervenções a

nível individual, e estão associadas a uma maior adesão e melhores resultados a longo prazo na população com diabetes tipo 2.<sup>129, 130</sup> Desta forma, este trabalho teve por objetivo analisar os efeitos de um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade e desenvolvido com materiais de baixo custo, no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis em pessoas com diabetes tipo 2.

## Metodologia

### Desenho do estudo

Este estudo quasi-experimental apresentou um desenho longitudinal e controlado. A amostra foi dividida em dois grupos: grupo de controlo (GCON) e grupo de exercício (GEXE). O GEXE participou num programa comunitário de exercício supervisionado com nove meses de duração, enquanto o GCON manteve a sua atividade física habitual (não supervisionada) durante o mesmo período. As variáveis em análise foram avaliadas antes (*baseline*) e no final dos nove meses.

### Amostra

Foi recrutada uma amostra de 170 indivíduos caucasianos com diabetes tipo 2, seguidos em consulta hospitalar de diabetologia, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: idade 55 a 75 anos; diagnóstico da diabetes tipo 2 há pelo menos um ano; hemoglobina glicada inferior a 10%; esquema farmacológico estabilizado pelo menos há 3 meses; não ter iniciado insulinoaterapia nos últimos 6 meses; não estar medicado com fármacos glicocorticóides nem com fármacos para redução do peso corporal; ter as principais complicações da diabetes devidamente rastreadas e controladas (retinopatia diabética, nefropatia diabética, pé diabético e principais fatores de risco cardiovascular); sem limitações na marcha ou no equilíbrio; vida independente na comunidade; sem participação em programas de exercício supervisionado nos últimos 6 meses; não ser fumador nos últimos 6 meses; padrão alimentar estabilizado pelo menos há 6 meses; e ser voluntário para um estudo de seguimento a longo prazo.

Todos os indivíduos selecionados foram inquiridos sobre o eventual interesse em participar num programa de exercício regular de longa duração. Entre os indivíduos que demonstraram interesse positivo, foram selecionados aleatoriamente 60 (30 mulheres e 30 homens). Os restantes 110 indivíduos integraram o GCON, com indicação para continuarem com as suas rotinas da vida diária (atividade física habitual não supervisionada, padrão alimentar e plano farmacológico) e manterem as consultas de diabetologia no hospital.

O GEXE foi submetido a uma avaliação médica detalhada (para o despiste de contraindicações relativas ou absolutas ao exercício de intensidade vigorosa)<sup>42</sup> incluindo um teste de esforço máximo em tapete ergómetro, para rastreio de isquemia do miocárdio ou outras anormalidades cardiovasculares. Um dos indivíduos apresentou teste de esforço positivo para isquemia do miocárdio e dois apresentaram outras anormalidades cardiovasculares. Estes três indivíduos não tiveram autorização médica para participar no programa de exercício e foram integrados no GCON, e reencaminhados para consulta de cardiologia. Foram assim selecionados aleatoriamente mais três indivíduos para o programa de exercício e realizadas as respetivas avaliações médicas. O GEXE teve também a indicação de manter as rotinas da vida diária (atividade física habitual não supervisionada, padrão alimentar e plano farmacológico) e continuarem com as consultas de diabetologia no hospital. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do trabalho e assinaram um Consentimento Livre e Informado aprovado pela Comissão de Ética do hospital local, de acordo com a Declaração de Helsínquia.<sup>104</sup>

Durante o decorrer do estudo (9 meses) foram aplicados os seguintes critérios de exclusão ao GCON: alteração no plano farmacológico para a diabetes tipo 2, hipertensão ou dislipidemia (N = 13), início de fármacos glicocorticóides ou fármacos para redução do peso corporal; alterações no padrão alimentar (nomeadamente consulta inicial com nutricionista, dietista ou outro técnico de nutrição, adesão a dieta padronizada ou a suplementos alimentares [N = 2]); participação em sessões regulares de exercício supervisionado (N = 1); acidente, doença ou cirurgia com internamento hospitalar (N = 6); consumo de tabaco; perda de contacto com as consultas de diabetologia (N = 2); e morte (N = 1).

Ao GEXE foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: desistência do programa de exercício (N = 7); adesão ao programa < 65% (N = 6); alteração no plano farmacológico para a diabetes tipo 2, hipertensão ou dislipidemia (N = 4); início de fármacos glicocorticóides ou fármacos para redução do peso corporal; alterações no padrão alimentar (nomeadamente consulta inicial com nutricionista, dietista ou outro técnico de nutrição; adesão a dieta padronizada ou a suplementos alimentares [N = 1]); participação em outras sessões de exercício supervisionado; acidente, doença ou cirurgia com internamento hospitalar (N = 2); consumo de tabaco; patologia com limitação na realização das atividades do programa (N = 1); e perda de contacto com as consultas de diabetologia. Após aplicados os critérios de exclusão a ambos os grupos (GCON e GEXE), a amostra inicial foi reduzida a 124 indivíduos (Tabela 6.1 e Tabela 6.2).

## Avaliações

Todas as variáveis dependentes (Hemoglobina Glicada [HbA1c], Glicose Plasmática em Jejum; Colesterol Total, Colesterol LDL, Colesterol HDL, Triglicerídeos, PA Sistólica, PA Diastólica, Índice de Massa Corporal [IMC], Perímetro Abdominal e Risco de Doença das Artérias Coronárias [DAC]) e a variável de controlo Atividade Física Habitual (não supervisionada) foram determinadas antes (*baseline*) e no final dos nove meses de intervenção.

Tabela 6.1 - Características da amostra.

	Amostra Total	Grupo de controlo	Grupo de exercício
Idade (anos)	63.29 ± 7.20	63.88 ± 7.62	62.05 ± 6.14
Duração da Diabetes (anos)	10.88 ± 5.48	11.32 ± 5.26	9.98 ± 5.88
Número de indivíduos	N = 124	N = 85	N = 39
Género Feminino	N = 64	N = 44	N = 20
Género Masculino	N = 60	N = 41	N = 19

As variáveis sanguíneas (HbA1c, Glicose Plasmática em Jejum; Colesterol Total, Colesterol LDL, Colesterol HDL e Triglicerídeos) foram determinadas no laboratório do hospital local através de métodos usuais consagrados, após punção venosa antecubital em jejum.

A PA foi determinada de acordo com as recomendações internacionais<sup>108</sup> e através de um monitor digital automático da pressão arterial (*BP-8800, Colin Corporation*).

O IMC foi calculado a partir da determinação do peso e da altura ( $\text{peso}[\text{kg}]/\text{altura}[\text{m}]^2$ ) através de uma balança digital (*SECA 778, SECA Corporation*) com estadiómetro incorporado (*SECA 220, SECA Corporation*). O Perímetro Abdominal foi medido com uma fita antropométrica (*SECA 201, SECA Corporation*) ao nível da cicatriz umbilical e de acordo com as recomendações internacionais.<sup>152</sup>

O Risco de DAC a 10 anos (fatal e não fatal) foi determinado através da calculadora de risco do *United Kingdom Prospective Diabetes Study*,<sup>153</sup> versão 2.0. Esta ferramenta está acessível *on-line* em <http://www.dtu.ox.ac.uk/riskengine>. Esta calculadora de risco é específica para indivíduos com diabetes tipo 2 sem doença cardíaca conhecida, e é baseada na duração da diabetes tipo 2, idade atual, género, etnia, hábitos tabágicos (fumador, não fumador ou ex-fumador), presença ou ausência de fibrilhação auricular, níveis de HbA1c, PA sistólica, colesterol total e colesterol HDL.

Tabela 6.2 - Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra.

	Grupo de controlo N (%)	Grupo de exercício N (%)
Insulina	35 (41.18)	15 (38.46)
Antidiabéticos orais	79 (92.94)	36 (92.31)
Metformina	79 (92.94)	36 (92.31)
Gliptinas	31 (36.47)	14 (35.90)
Sulfonilureias	8 (9.41)	3 (7.69)
Inibidores da glicosidase intestinal alfa	3 (3.53)	2 (5.13)
Anti-hipertensores	71 (83.53)	31 (79.49)
Diuréticos	52 (61.18)	23 (58.97)
Inibidores da enzima conversora da angiotensina	23 (27.06)	11 (28.21)
Antagonistas dos recetores da angiotensina	45 (52.94)	21 (53.85)
Bloqueadores dos canais de cálcio	32 (37.65)	15 (38.46)
Bloqueadores beta	17 (20.00)	9 (23.08)
Agonistas alfa 2 centrais	5 (5.88)	2 (5.13)
Antidislipídicos	55 (64.71)	24 (61.54)
Estatinas	48 (56.47)	21 (53.85)
Fibratos	4 (4.71)	2 (5.13)
Inibidores seletivos da absorção do colesterol	3 (3.53)	2 (5.13)
Ácido nicotínico	3 (3.53)	2 (5.13)
Outros	61 (71.76)	27 (69.23)

N(%): número de casos(% de casos).

A Atividade Física Habitual foi avaliada através do *International Physical Activity Questionnaire*,<sup>103</sup> um instrumento que mede o dispêndio energético em MET-min/semana. Um MET corresponde a 3.5 ml/kg/min de oxigénio consumido. Foi utilizada a versão curta deste instrumento, administrado por entrevista, que mede a atividade física referente aos últimos sete dias. Na determinação da Atividade Física Habitual do GEXE, nas avaliações finais do estudo, as sessões do programa de exercício não foram contabilizadas para o efeito, ou seja, foi apenas avaliada a atividade física não supervisionada, inerente às atividades da vida diária.

## Programa de exercício

O GEXE participou num programa comunitário de exercício com 9 meses de duração (*Diabetes em Movimento*®).<sup>154, 155</sup> As sessões deste programa decorreram 3 vezes por semana, em dias não sucessivos, em horário ao final da tarde, e entre os meses de Outubro e Junho. Este programa de exercício foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício para a população com diabetes tipo 2 e para a população idosa, e envolveu a combinação de exercício aeróbio, exercício resistido, exercício de agilidade/equilíbrio e exercício de flexibilidade.<sup>33, 35, 156, 157</sup> As sessões de exercício realizaram-se num complexo desportivo municipal, dotado de uma pista de atletismo, espaços relvados, uma bancada coberta e uma sala de exercício, e foram desenvolvidas com materiais de baixo custo como cadeiras, garrafas de 0.5 L com areia ( $\pm 0.75$  kg), alteres de 0.5 kg, 1 kg, 2 kg e 3 kg, bolas de ginástica, cones e sinalizadores, “estacas”, 2 cestos de compras, um *kit* de voleibol (rede e postes móveis) e coletes coloridos. As sessões foram realizadas em grupo e foram supervisionadas por profissionais de exercício. Tiveram uma duração de cerca de 70 minutos, de acordo com a seguinte estrutura:

1. Aquecimento (5 min) constituído por marcha rápida contínua na pista de atletismo, ou na área de circulação coberta da bancada em caso de condições atmosféricas adversas;
2. Exercício aeróbio (30 min) constituído por marcha rápida contínua (área envolvente do complexo desportivo) ou marcha muito rápida intervalada (prova de estafetas adaptada na pista de atletismo), ou marcha rápida com carga externa (pista de atletismo), ou marcha rápida com circuito de obstáculos (pista de atletismo) ou marcha rápida com circuito de escadas (área envolvente do complexo desportivo). Em caso de condições atmosféricas adversas, os exercícios anteriores foram adaptados para serem realizados na área de circulação cobertura da bancada.
3. Exercício resistido (20 min) na sala de exercício. Em cada sessão foram realizados seis exercícios - três para os membros inferiores e três para o tronco e membros superiores - executados com cadeiras, garrafas com areia, alteres, bolas de ginástica e o peso do próprio corpo.<sup>25</sup> Os seis exercícios foram organizados em modo de circuito (exercícios para os membros inferiores alternados com exercícios para o tronco e membros superiores), sem descanso entre cada exercício e um minuto de repouso entre cada circuito. O número de séries variou entre uma a quatro (uma série na 1ª e 2ª semana; duas séries entre a 3ª e a 8ª semana; três séries no 3º e 4º mês; e quatro séries nos meses seguintes). Nos exercícios bilaterais foram realizadas 20 repetições e nos exercícios unilaterais foram realizadas 30 repetições de forma alternada. A carga dos exercícios era selecionada de modo a atingir a fadiga muscular localizada durante a execução das últimas repetições de cada exercício. O aumento na carga era

incentivado quando as últimas repetições de cada exercício eram realizadas sem atingir a fadiga muscular localizada. Todos os exercícios foram realizados em simultâneo por todos os participantes, e o tempo de execução dos movimentos e o tempo de repouso foram controlados por um profissional de exercício.

4. Exercício de agilidade/equilíbrio (10 min) constituído por jogos pré-desportivos e jogos desportivos com bola adaptados: “Jogo dos 10 passes”; “Bola ao Capitão”; “Trocas de Bola”; Voleibol; e Basquetebol. Dependendo das condições atmosféricas estes exercícios eram realizados na sala de exercício ou em terreno relvado exterior.
5. Exercício de flexibilidade/retorno à calma (5 min) através de uma sequência de alongamentos estáticos e dinâmicos realizados na sala de exercício, com o apoio de cadeiras. Cada posição estática foi mantida durante 15 segundos, e os alongamentos dinâmicos foram organizados em 10 repetições cada.

Foram elaborados cinco planos de sessão de exercício, cada um com exercícios aeróbios, resistidos e de agilidade/equilíbrio diferentes. Os planos foram aplicados sucessivamente ao longo do tempo de forma a induzir variabilidade nos estímulos. As sessões de exercício foram planeadas para ter intensidade moderada a vigorosa (40 a 89% da frequência cardíaca de reserva ou entre 12 a 17 pontos numa escala de perceção subjetiva do esforço de 6 a 20 pontos).<sup>40</sup> A intensidade do exercício foi controlada de forma sistemática através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg (Figura 5.32).<sup>112</sup> A intensidade foi monitorizada e, se necessário ajustada, durante o exercício aeróbio, resistido e de agilidade/equilíbrio. No final de cada sessão foi pedido a todos os participantes que registassem a intensidade global da sessão. Foram também registadas a assiduidade dos participantes e a ocorrência de lesões e eventos adversos agudos associados ao exercício no decorrer das sessões do programa.

## **Tratamento estatístico**

Para analisar a influência do programa de exercício na evolução das variáveis HbA1c, Glicose Plasmática em Jejum, Colesterol Total, Colesterol LDL, Colesterol HDL, Triglicéridos, PA Sistólica, PA Diastólica, IMC, Perímetro Abdominal e Risco de DAC a 10 anos, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) Split-Plot (tempo\*grupo) com medidas repetidas. Foi aplicado o ajustamento Greenhouse-Geisser a eventuais violações da esfericidade. Os valores parciais de  $\eta^2$  ( $\eta_p^2$ ) foram reportados para quantificar a magnitude dos efeitos. Para comparar a Atividade Física Habitual (não supervisionada) entre os dois grupos nos dois momentos de avaliação foram aplicados testes U de Mann-Whitney para amostras independentes. O nível de significância estatística foi definido em  $p < 0.05$  e os dados foram analisados com o programa informático *PASW Statistics* versão 20.

## Resultados

A adesão do GEXE às sessões do programa de exercício foi de  $80.17 \pm 10.28\%$ , numa frequência média de  $2.23 \pm 0.30$  sessões por semana, durante os nove meses. Foram registados 12 eventos adversos durante o decorrer das sessões de exercício: cinco hipoglicemias sintomáticas (glicemia capilar  $< 72$  mg/dL); quatro lesões musculoesqueléticas (um agravamento agudo de gonalgia por artrose pré-existente; um agravamento agudo de coxalgia por artrose pré-existente; uma queda com traumatismo do punho; e uma queda com traumatismo do tórax) e três indisposições inespecíficas.

A intensidade do exercício, avaliada através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg,<sup>112</sup> foi de  $12.85 \pm 1.54$  pontos na fase de exercício aeróbio;  $13.03 \pm 1.35$  pontos na fase do exercício resistido;  $12.78 \pm 1.73$  pontos na fase do exercício de agilidade/equilíbrio; e a intensidade média global da sessão (pontuação atribuída no final) foi de  $13.45 \pm 1.41$  pontos.

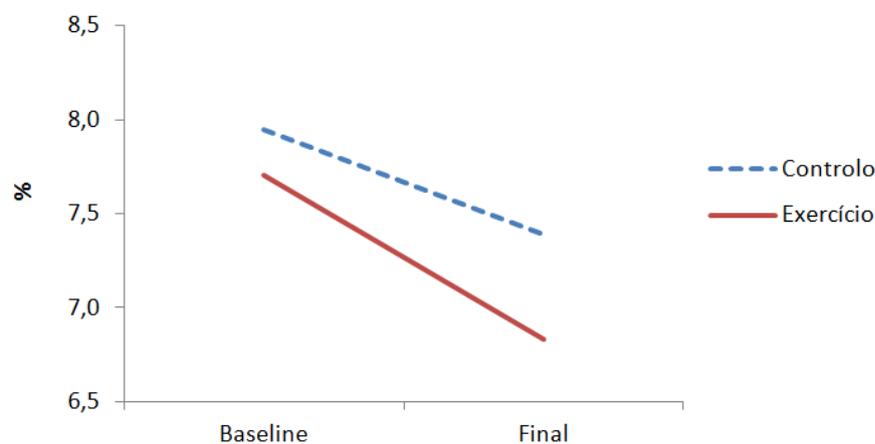
A Tabela 6.3 apresenta os valores médios das variáveis em estudo nos dois momentos de avaliação. Foi identificado um efeito significativo da interação tempo\*grupo nos valores da HbA1c ( $F = 18.025$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.127$ ; Figura. 6.1), da Glicose Plasmática em Jejum ( $F = 17.559$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.124$ ; Figura. 6.2), do Colesterol Total ( $F = 18.820$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.132$ ; Figura. 6.3), do Colesterol LDL ( $F = 16.770$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.119$ ; Figura. 6.4), do Colesterol HDL ( $F = 72.436$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.369$ ; Figura. 6.5), dos Triglicédeos ( $F = 82.555$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.400$ ; Figura. 6.6), da PA Sistólica ( $F = 69.704$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.360$ ; Figura. 6.7), da PA Diastólica ( $F = 53.479$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.301$ ; Figura. 6.8), do IMC ( $F = 150.683$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.549$ ; Figura. 6.9), do Perímetro Abdominal ( $F = 168.498$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.576$ ; Figura. 6.10) e do Risco de DAC a 10 anos ( $F = 24.676$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2_p = 0.166$ ; Figura. 6.11).

Em *baseline* não se identificaram diferenças significativas entre o GCON e o GEXE nas variáveis analisadas (HbA1c,  $p = 0.143$ ; Glicose Plasmática em Jejum,  $p = 0.430$ ; Colesterol Total,  $p = 0.618$ ; Colesterol LDL,  $p = 0.895$ ; Colesterol HDL,  $p = 0.311$ ; Triglicédeos,  $p = 0.918$ ; PA Sistólica,  $p = 0.325$ ; PA Diastólica,  $p = 0.642$ ; IMC,  $p = 0.976$ ; Perímetro Abdominal,  $p = 0.383$ ; Risco de DAC a 10 anos,  $p = 0.155$ ).

**Tabela 6.3** - Valores médios ( $\pm$  desvios padrão) das variáveis em estudo nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

	Grupo de Controle			Grupo de Exercício			<i>p</i>
	<i>Baseline</i>	Final	$\Delta$	<i>Baseline</i>	Final	$\Delta$	
HbA1c (%)	7.95 $\pm$ 0.87	7.39 $\pm$ 0.92	-0.56	7.71 $\pm$ 0.85	6.83 $\pm$ 0.62	-0.88	< 0.001
Glicose Jejum (mg/dL)	152.09 $\pm$ 34.42	138.54 $\pm$ 34.90	-13.55	146.88 $\pm$ 35.07	125.05 $\pm$ 28.61	-21.83	< 0.001
Colesterol Total (mg/dL)	180.92 $\pm$ 35.78	169.85 $\pm$ 36.04	-11.07	184.15 $\pm$ 29.94	160.05 $\pm$ 26.66	-24.10	< 0.001
Colesterol LDL (mg/dL)	105.27 $\pm$ 34.87	94.11 $\pm$ 35.28	-11.16	106.09 $\pm$ 27.86	83.41 $\pm$ 23.90	-22.68	< 0.001
Colesterol HDL (mg/dL)	48.87 $\pm$ 10.90	50.65 $\pm$ 10.92	1.78	51.15 $\pm$ 13.42	56.56 $\pm$ 14.08	5.41	< 0.001
Triglicerídeos (mg/dL)	133.75 $\pm$ 40.49	125.36 $\pm$ 39.97	-8.39	134.54 $\pm$ 39.45	100.37 $\pm$ 28.52	-34.17	< 0.001
PA Sistólica (mmHg)	136.42 $\pm$ 12.60	134.91 $\pm$ 13.81	-1.51	134.02 $\pm$ 13.09	122.29 $\pm$ 10.25	-11.73	< 0.001
PA Diastólica (mmHg)	79.33 $\pm$ 9.74	79.07 $\pm$ 10.13	-0.26	78.49 $\pm$ 8.99	73.37 $\pm$ 6.55	-5.12	< 0.001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30.97 $\pm$ 4.73	31.60 $\pm$ 4.73	0.63	31.00 $\pm$ 5.17	30.41 $\pm$ 4.96	-0.59	< 0.001
Perímetro Abdominal (cm)	107.82 $\pm$ 10.25	109.85 $\pm$ 9.99	2.03	105.94 $\pm$ 13.30	102.87 $\pm$ 12.59	-3.07	< 0.001
Risco DAC 10 anos* (%)	19.29 $\pm$ 10.27	17.32 $\pm$ 9.54	-1.97	16.56 $\pm$ 9.46	12.12 $\pm$ 7.34	-4.44	< 0.001

$\Delta$ : variação entre *baseline* o final; *p*: nível de significância estatística do efeito da interação tempo\*grupo calculada pela ANOVA Split-Plot com medidas repetidas; HbA1c: hemoglobina glicada; IMC: índice de massa corporal; PA: pressão arterial; DAC: doença das artérias coronárias; \* avaliado através da calculadora de risco do *United Kingdom Prospective Diabetes Study*.<sup>153</sup>



**Figura 6.1** - Valores médios da Hemoglobina Glicada nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

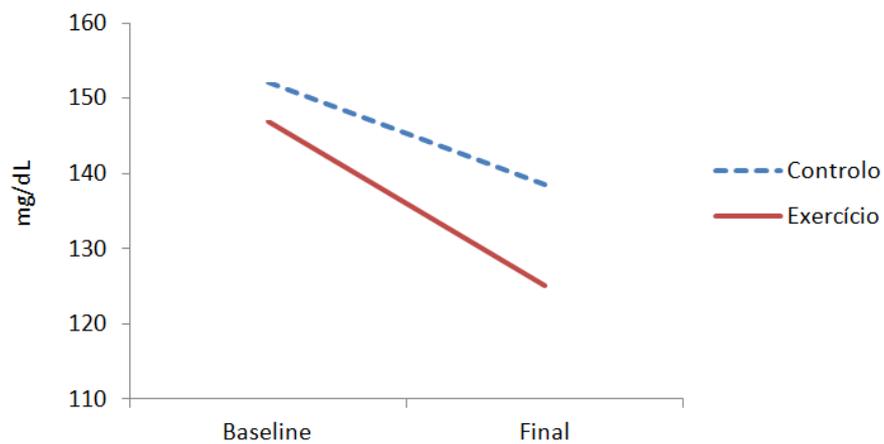


Figura 6.2 - Valores médios da Glicose Plasmática em Jejum nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

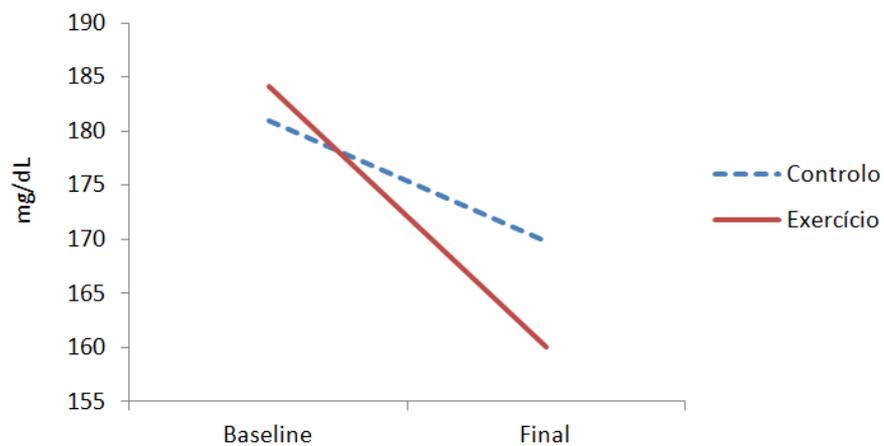
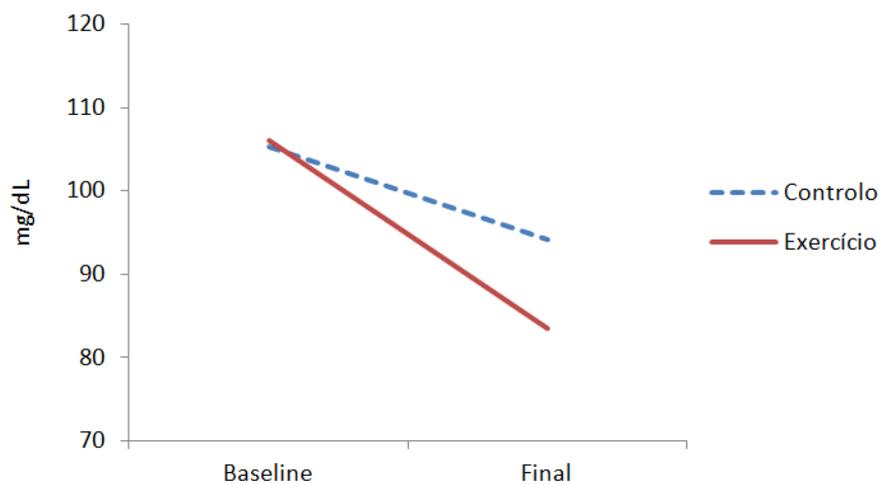
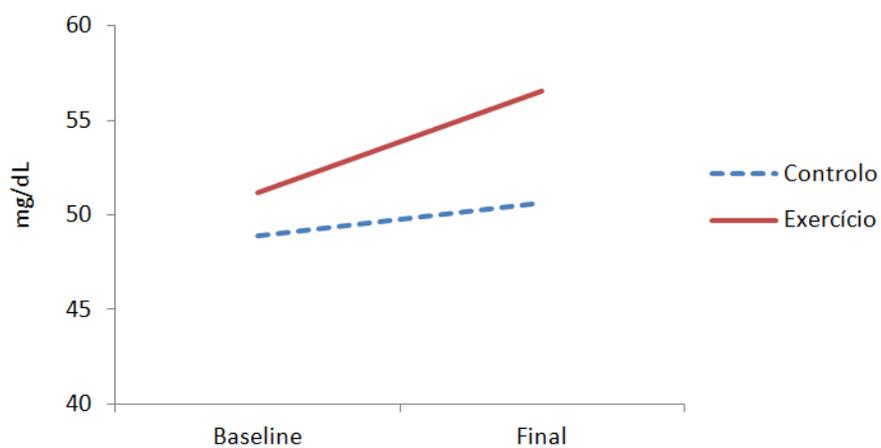


Figura 6.3 - Valores médios do Colesterol Total nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.



**Figura 6.4** - Valores médios do Colesterol LDL (lipoproteínas de baixa densidade) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.



**Figura 6.5** - Valores médios do Colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidade) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

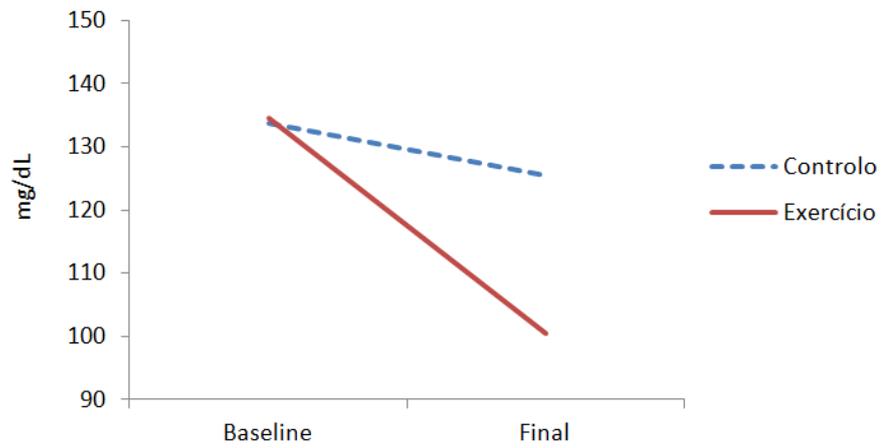


Figura 6.6 - Valores médios dos Triglicéridos nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

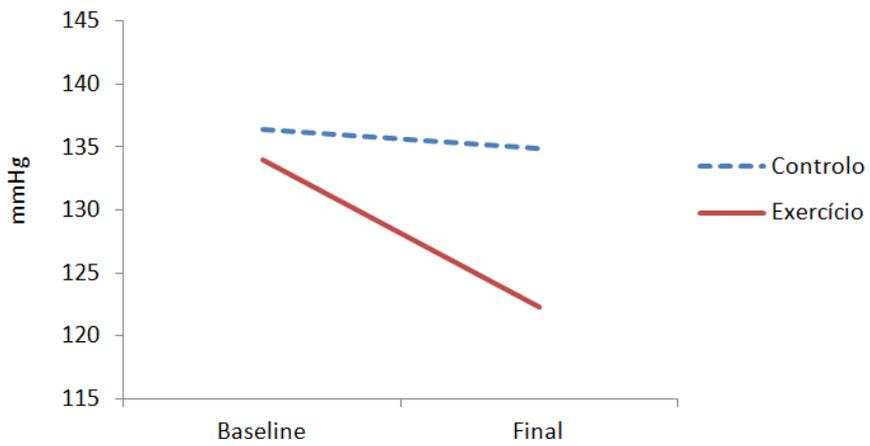


Figura 6.7 - Valores médios da Pressão Arterial Sistólica nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

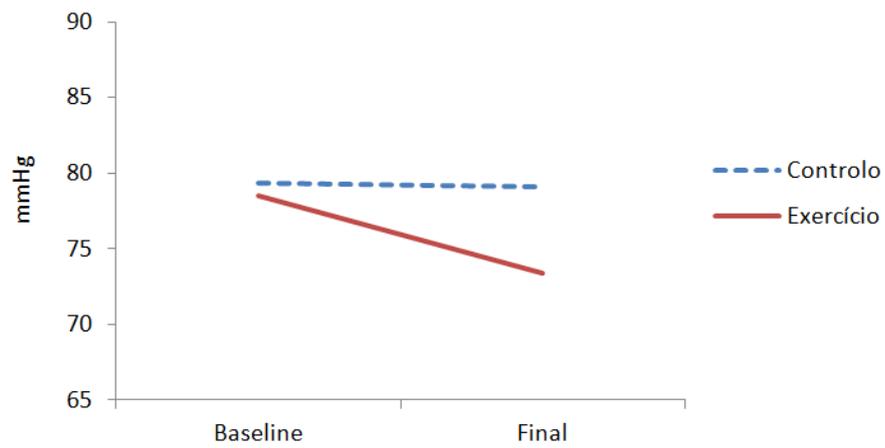


Figura 6.8 - Valores médios da Pressão Arterial Diastólica nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

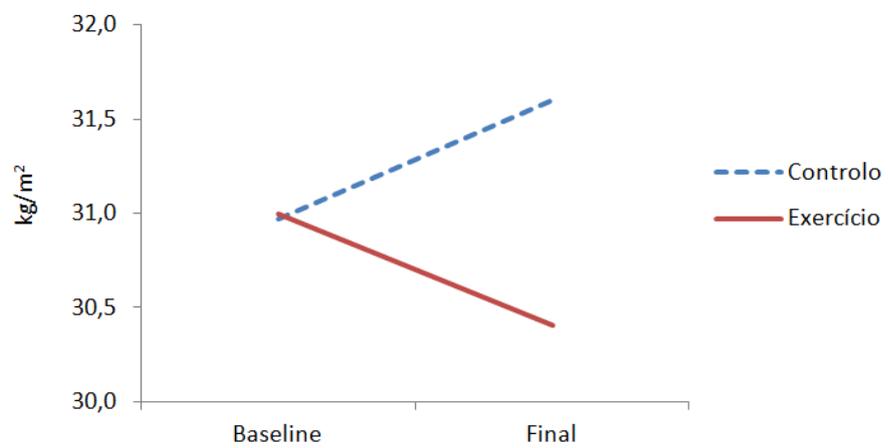


Figura 6.9 - Valores médios do Índice de Massa Corporal nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

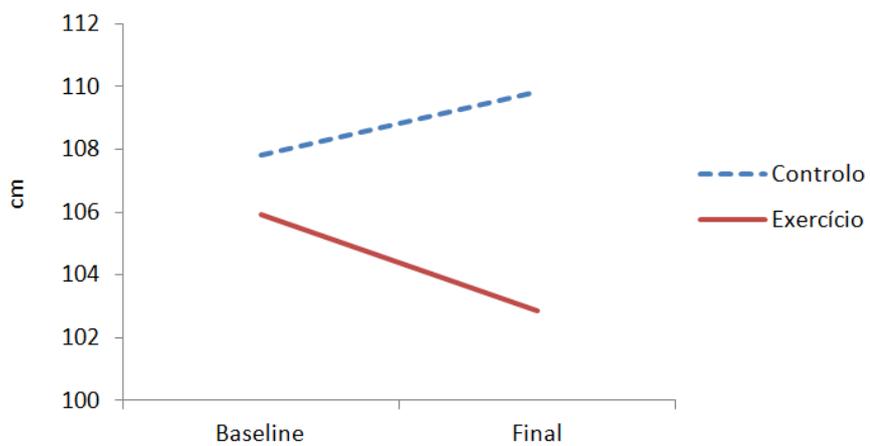


Figura 6.10 - Valores médios do Perímetro Abdominal nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

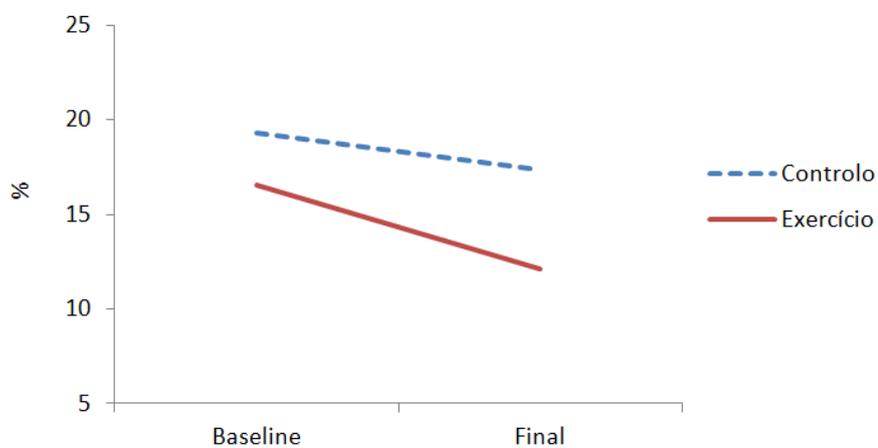


Figura 6.11 - Valores médios do Risco de Doença das Artérias Coronárias a 10 anos, calculado através da calculadora de risco do *United Kingdom Prospective Diabetes Study*<sup>153</sup> nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

Não foram identificadas diferenças significativas na Atividade Física Habitual (não supervisionada) entre os dois grupos nos dois momentos de avaliação (Tabela 6.4).

**Tabela 6.4** - Valores da mediana (amplitude interquartil) da Atividade Física Habitual (não supervisionada) nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos.

	Baseline			Final		
	GCON	GEXE	<i>p</i>	GCON	GEXE	<i>P</i>
AFH (MET-min/semana)	600.00 (965.25)	735.00 (984.75)	0.505	650.00 (971.50)	773.00 (1010.00)	0.383

GCON: grupo de controlo; GEXE: grupo de exercício; AFH; atividade física habitual (não supervisionada) avaliada através do *International Physical Activity Questionnaire*;<sup>103</sup> *p*: nível de significância estatística calculada pelo teste U de Mann-Whitney.

## Discussão

Este estudo teve por objetivo determinar os efeitos de um programa de exercício supervisionado no controlo glicémico, e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis num grupo de indivíduos com diabetes tipo 2. A principal pertinência deste programa de exercício reside no facto de ser uma intervenção de elevada aplicabilidade, desenvolvido com materiais de baixo custo e em contexto comunitário, aproveitando as infraestruturas desportivas municipais existentes a nível local. Para além de combinar exercício aeróbio, resistido e de flexibilidade, de acordo com as recomendações de exercício para o controlo da diabetes tipo 2,<sup>33, 35</sup> este programa integrou também exercício de agilidade/equilíbrio, de acordo com as recomendações de exercício para a população idosa, a faixa etária com maior prevalência desta doença.<sup>4, 156, 158</sup> Nove meses da aplicação deste programa de exercício resultaram em benefícios significativos na saúde dos participantes. Foram observadas melhorias significativas no controlo glicémico, perfil lipídico, PA, perfil antropométrico e risco de DAC a 10 anos, em relação ao grupo de controlo.

As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte da população com diabetes, e a prevenção deve basear-se no controlo da hiperglicemia e dos principais fatores de risco cardiovasculares como a PA elevada, as dislipidemias, o excesso de peso e obesidade, os hábitos tabágicos e o sedentarismo.<sup>2, 5, 21, 142</sup> Uma diminuição absoluta de 1% nos valores da HbA1c está associada a uma redução entre 15 a 20% nos principais eventos cardiovasculares.<sup>159</sup> Neste estudo foi observada uma redução de 0.32% na HbA1c e de 2.47% no risco de DAC a 10 anos, em relação ao grupo de controlo. Para além de estar associada a uma redução da mortalidade cardiovascular, a atividade física está também associada a uma

redução da mortalidade por todas as causas em pessoas com diabetes tipo 2, e parece existir uma relação dose-resposta.<sup>143-146</sup>

Na literatura encontram-se vários estudos sobre os efeitos de um programa de exercício combinado (aeróbio e resistido) e de longa duração ( $\geq 16$  semanas) no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular modificáveis, em indivíduos com diabetes tipo 2. Este tipo de programas de exercício demonstrou induzir melhorias significativas na HbA1c,<sup>148, 149, 160-165</sup> glicose plasmática em jejum,<sup>160, 161, 164, 165</sup> colesterol total,<sup>160, 161, 164</sup> colesterol LDL,<sup>160, 161</sup> colesterol HDL,<sup>160, 165</sup> triglicéridos,<sup>161, 165</sup> PA sistólica,<sup>160, 165</sup> PA diastólica,<sup>160</sup> IMC,<sup>149, 151, 160, 163</sup> perímetro abdominal<sup>149, 160, 161</sup> e risco de DAC a 10 anos,<sup>160</sup> em relação a um grupo de controlo. Apesar de nem todos os estudos terem apresentado melhorias estatisticamente significativas em todas as variáveis analisadas, foram observados benefícios clínicos da prática de exercício em todas as variáveis, em relação aos grupos de controlo. Tal facto parece dever-se aos diferentes protocolos de exercício utilizados, como duração do programa, frequência semanal, duração das sessões, massa muscular envolvida e intensidade do exercício. No entanto, estes estudos apresentaram programas desenvolvidos com máquinas de exercício, como ergómetros para o exercício aeróbio (tapetes rolantes, bicicletas estáticas, remos, *steppers* e elípticas) e/ou máquinas de resistência para o exercício resistido.

Apenas se encontram na literatura disponível três estudos que desenvolveram programas de exercício para pessoas com diabetes tipo 2, que combinaram marcha livre com exercícios resistidos realizados com o peso do próprio corpo e materiais de baixo custo (bandas elásticas e/ou pesos livres), embora com metodologias diferentes.<sup>166-168</sup> Os efeitos no controlo glicémico e nos fatores de risco cardiovascular não foram consistentes. Aylin *et al.*<sup>167</sup> observaram uma melhoria significativa na HbA1c de um grupo de indivíduos diabéticos tipo 2 (51.39  $\pm$  2.02 anos de idade; 7.67  $\pm$  0.44% de HbA1c; 28.45  $\pm$  0.95 kg/m<sup>2</sup> de IMC; polimedicados; adesão de 96%), e em relação a um grupo de controlo, após um programa de exercício de apenas 8 semanas de duração, constituído por marcha livre (60-79% FC máxima) em dois dias da semana, e exercícios resistidos realizados com pesos livres e o peso do próprio corpo, em outros dois dias da semana. Não foram observadas alterações significativas na glicose plasmática em jejum, no perfil lipídico e no IMC. Magalhães *et al.*<sup>168</sup> aplicaram um programa de exercício de 32 meses a um grupo de indivíduos com diabetes tipo 2 (mulheres: 63.3  $\pm$  5.7 anos de idade, 8.31  $\pm$  1.90% de HbA1c; homens: 62.1  $\pm$  6.7 anos de idade, 6.98  $\pm$  2.14% de HbA1c; polimedicados). O programa era constituído por quatro sessões semanais de marcha livre, combinada com exercícios resistidos realizados com o peso do próprio corpo e pesos livres, e uma sessão semanal de hidroginástica. Foram observadas melhorias significativas na hemoglobina glicada e na glicose plasmática em jejum, quando comparados os valores no final do programa com os valores de *baseline*. Este estudo não incluiu um grupo de controlo. Por outro lado, Praet *et al.*<sup>166</sup> não observaram benefícios significativos na HbA1c numa amostra de indivíduos com diabetes tipo 2 (61  $\pm$  9 anos de idade; 7.18  $\pm$  1.42% de HbA1c; 32.1  $\pm$  5.2 kg/m<sup>2</sup> de IMC; polimedicados; adesão de 75  $\pm$  16%), após um programa de

exercício de 12 meses de duração, constituído por marcha livre (75% FC máxima) e exercícios resistidos realizados com bandas elásticas e o peso do próprio corpo, em três dias por semana. Este estudo também não utilizou um grupo de controlo e os resultados foram analisados em comparação com o *baseline*. Também não observaram alterações significativas na glicose plasmática em jejum, no perfil lipídico e no IMC. Porém foi registada uma melhoria significativa na PA sistólica e diastólica. As características de *baseline* dos participantes, a frequência semanal das sessões, o nível de adesão ao exercício, o tipo de controlo da medicação utilizada e a não inclusão de um grupo de controlo em todos os estudos, podem explicar os diferentes resultados obtidos.

Nenhum dos estudos encontrados na literatura integrou o exercício de agilidade/equilíbrio nos programas combinados de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Este tipo de exercício é recomendado para a população idosa, devido ao seu impacto positivo na prevenção das quedas.<sup>156, 157</sup> Parece importante que os programas de exercício desenhados para população com diabetes tipo 2 integrem este tipo de exercício, uma vez que esta doença tem maior prevalência acima dos 60 anos<sup>3, 4</sup> e os indivíduos com diabetes apresentam um maior risco de queda em comparação com os não diabéticos.<sup>15, 31, 169</sup>

O presente estudo utilizou ainda diferentes métodos de treino no desenvolvimento dos exercícios aeróbios, como o treino intervalado de alta intensidade e o treino contínuo de intensidade moderada. O treino intervalado de alta intensidade foi aplicado em exercícios como a marcha muito rápida intervalada (prova de estafetas adaptada na pista de atletismo), a marcha rápida com carga externa e a marcha rápida com circuito de escadas. A prática de exercício de intensidade vigorosa está associada a maiores benefícios no controlo glicémico e nos fatores de risco cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2,<sup>75, 77, 78, 170</sup> e um programa de treino intervalado de alta intensidade parece induzir maiores benefícios na HbA1c do que um programa de treino contínuo de intensidade moderada.<sup>80</sup> Apenas se encontrou na literatura um estudo que integrou o treino intervalado de alta intensidade em um programa de exercício aeróbio combinado com exercício resistido, em pessoas com diabetes tipo 2. Praet *et al.*<sup>100</sup> desenvolveram um programa de exercício de 10 semanas de duração, com sessões constituídas por treino intervalado de alta intensidade em cicloergómetro e exercício resistido realizado em máquinas de resistência, três vezes por semana. No entanto, não foram observadas melhorias significativas na HbA1c e na glicose plasmática em jejum, em relação aos valores de *baseline*.

Os critérios de seleção e exclusão da amostra do presente estudo permitiram controlar as principais variáveis com influência no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis, tais como a terapia farmacológica, o padrão alimentar e a atividade física habitual. A existência de um grupo de controlo, que manteve a sua atividade física habitual, o esquema farmacológico e o padrão alimentar estabilizado ao longo dos nove meses de intervenção, foi fundamental para se comparar os resultados do programa de

exercício, uma vez que estas variáveis, em especial o tratamento farmacológico, têm efeitos positivos no controlo glicémico, na PA e no perfil lipídico, como demonstram os resultados do GCON, e tal como esta bem descrito na literatura.<sup>2, 5, 171</sup> Os resultados do GCON demonstraram ainda a dificuldade de se obterem alterações no perfil antropométrico (IMC e perímetro abdominal), e de estas se manterem a longo prazo sem uma intervenção adequada de exercício regular.<sup>48</sup>

As terapias farmacológicas utilizadas pelos participantes do presente estudo parecem ter sido equivalentes entre o GCON e o GEXE, quer na insulino-terapia (41.18% vs. 38.46%), quer nos antidiabéticos orais (92.94% vs. 92.31%), quer nos anti-hipertensores (83.53% vs. 79.49%), quer nos antilipidémicos (64.71% vs. 61.54%). Todos os participantes que alteraram a medicação para a diabetes tipo 2, hipertensão ou dislipidemias (GCON, N = 13; GEXE, N = 4) foram excluídos da análise final, apesar de terem continuado no estudo por razões éticas. Foram apenas tolerados ajustes nas doses de insulina rápida. Alguns estudos analisaram os dados da medicação de forma quantitativa e analítica.<sup>160, 162, 164</sup>

A atividade física habitual (não supervisionada) foi controlada através do *International Physical Activity Questionnaire*, um instrumento internacional, validado para a população portuguesa e amplamente utilizado na população diabética.<sup>9, 103</sup> Alguns dos estudos nesta área monitorizaram a atividade física habitual através de acelerometria ou de pedómetros.<sup>148, 149, 151</sup> Outros estudos controlaram ainda o padrão alimentar através de uma avaliação quantitativa da ingestão calórica.<sup>148, 149, 160, 163</sup>

Os critérios de seleção da amostra foram também importantes para a aplicação do programa de exercício com segurança e para a prevenção de eventos adversos agudos associados ao exercício. Para além da duração da diabetes, e da elevada prevalência de hipertensão e de dislipidemias, o perfil etário e antropométrico dos participantes constituía um risco acrescido. Todos os participantes que integraram o GEXE foram submetidos a uma avaliação médica detalhada e a um teste de esforço máximo para despiste de contra-indicações à prática de exercício, em especial ao exercício de intensidade vigorosa.<sup>33, 35, 42</sup> Três dos indivíduos inscritos para o programa de exercício não foram autorizados a integrar o GEXE por terem apresentado anomalias no teste de esforço: um por isquemia do miocárdio, um por resposta hipertensiva ao esforço, e outro por evidências de neuropatia autonómica cardiovascular. É de realçar que estes sujeitos tinham os principais fatores de risco cardiovascular controlados e nenhum deles era sintomático para doença das artérias coronárias. As evidências de anomalias cardiovasculares apenas se manifestaram com intensidades de esforço vigorosas (> 7 METs).<sup>172</sup> Estes dados reforçam a indicação do teste de esforço máximo cardiológico antes da participação em exercício de intensidade vigorosa por parte desta população. Outros estudos também observaram anomalias cardiovasculares durante um teste de esforço máximo, em especial isquemia do miocárdio, em indivíduos com diabetes tipo 2 sem sintomas de doença das artérias coronárias.<sup>173, 174</sup>

Em 108 sessões de exercício desenvolvidas ao longo de 39 semanas (9 meses) apenas foram registados 12 lesões e eventos adversos associados ao exercício. Foram na sua maioria hipoglicemias associadas ao ajuste desadequado da insulino-terapia, e lesões musculoesqueléticas associadas a condições osteoarticulares pré-existentes e a alterações no equilíbrio inerentes ao perfil antropométrico dos participantes e às comorbilidades da diabetes. Embora a maior parte dos estudos não reportem dados sobre lesões e eventos adversos associados ao exercício, os que o fazem apresentam resultados comparáveis aos do presente estudo.<sup>149, 160, 166</sup>

Outros fatores inerentes à programação e ao desenvolvimento das sessões de exercício parecem ter sido importantes na prevenção de eventos adversos, como a progressividade da carga, os períodos de aquecimento e retorno à calma, as pausas para a hidratação e a monitorização sistemática da intensidade do exercício. A observação dos pés, o controlo regular dos níveis de glicemia capilar e de pressão arterial antes e após o exercício, a restrição de contacto físico entre participantes nos exercícios de agilidade/equilíbrio e a supervisão e monitorização das sessões de exercício por profissionais com formação em primeiros socorros e suporte básico de vida também contribuíram para a prevenção de eventos adversos.<sup>42, 110</sup> A supervisão parece ser ainda fundamental para a adesão ao exercício e o cumprimento da intensidade pretendida.<sup>12, 17</sup>

A intensidade do exercício foi monitorizada através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg<sup>112</sup> devido às interações farmacológicas com a resposta da frequência cardíaca ao exercício, e ao risco de desenvolvimento de neuropatia autonómica cardiovascular.<sup>42, 51</sup> Outros estudos nesta área também utilizaram este instrumento na monitorização de programas de exercício combinado.<sup>175-177</sup> A intensidade dos vários tipos de exercício, e do global de cada sessão encontra-se de acordo com o previamente planeado e com as recomendações internacionais de exercício para esta população.<sup>33, 35</sup>

A adesão ao exercício do GEXE foi de  $80.17 \pm 10.28\%$ , no entanto, seis participantes foram excluídos da análise final por apresentaram níveis de adesão  $< 65\%$ , e sete participantes desistiram do programa de exercício por questões familiares ou por falta de tempo. Estes níveis de adesão e desistências são comparáveis aos relatados por outros estudos da mesma área.<sup>100, 148, 149, 164, 166</sup> A questão da motivação e adesão ao exercício na população com diabetes tipo 2 tem sido particularmente estudada nos últimos anos, devido às dificuldades sentidas e relatadas pela maioria dos estudos de intervenção a médio e a longo prazo. Dificuldades na gestão de tempo, falta de apoio social e familiar, falta de disposição mental, barreiras culturais, atividades desmotivantes, desconforto provocado pelo exercício, custos da prática desportiva e condições atmosféricas adversas, são alguns dos principais motivos apontados como barreiras à prática de exercício pelos indivíduos com diabetes tipo 2.<sup>178-182</sup>

Programas de exercício como o aplicado neste estudo, desenvolvidos com recursos materiais mínimos e de baixo custo, parecem ser intervenções custo-efetivas para melhorar a saúde metabólica e cardiovascular em pessoas com diabetes tipo 2. Praet *et al.*<sup>166</sup> compararam os custos de um programa comunitário de exercício constituído por marcha livre e exercícios resistidos realizados com o peso do próprio corpo e bandas elásticas, com um programa de exercício desenvolvido num ginásio com ergómetros e máquinas de musculação, em pessoas com diabetes tipo 2. No final de 12 meses de intervenção, os custos por participante foram de 396€ no programa comunitário e de 853€ no programa de ginásio. Estes custos envolveram as avaliações médicas iniciais com testes de esforço e a monitorização das sessões por profissionais de exercício em ambos os programas, e ainda os custos de utilização do ginásio no segundo programa. No entanto, os autores não identificaram diferenças significativas entre os dois programas nos indicadores de saúde estudados, nomeadamente no controlo glicémico (HbA1c e glicose plasmática de jejum).

Este trabalho apresenta algumas limitações que podem comprometer a generalização dos resultados a outros grupos de diabéticos: 1) o padrão alimentar durante o decorrer do estudo não foi controlado de forma quantitativa; 2) a atividade física habitual não supervisionada foi controlada através de um questionário; 3) não foi analisada a influência dos vários tipos de combinações farmacológicas nos benefícios obtidos com o programa de exercício; 4) a falta de estudos com utilização de programas de exercício de baixo custo nesta área, e a heterogeneidade dos protocolos de exercício encontrados, dificultam a discussão e a comparação dos nossos resultados.

Investigações futuras deverão envolver o GCON numa intervenção em grupo mas com menor efeito metabólico, como um programa supervisionado de exercícios de relaxamento; controlar o padrão alimentar através de instrumentos de análise quantitativa da ingestão calórica; controlar a atividade física habitual não supervisionada através de acelerometria; analisar a sinergia entre as várias combinações de terapias farmacológicas e o programa de exercício nos benefícios obtidos; potenciar a adesão ao exercício através de técnicas motivacionais; e estudar a relação custo-benefício deste tipo de intervenções em comparação com os tradicionais programas com recurso máquinas de exercício aeróbio e resistido.

## Conclusões

Um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, desenvolvido com materiais de baixo custo, com sessões supervisionadas de exercício em grupo, e com a duração de nove meses, foi capaz de induzir benefícios significativos no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis, em pessoas com diabetes tipo 2, e em relação a grupo de controlo.

Este tipo de intervenção melhorou de forma significativa os níveis da HbA1c, da glicose plasmática em jejum, do colesterol total, do colesterol HDL, do colesterol LDL, dos triglicérides, da PA sistólica, da PA diastólica, o IMC, o perímetro abdominal e o risco de DAC a 10 anos.



## Capítulo 7

### *Efeitos de um programa comunitário de exercício na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2*



Este Capítulo deu origem às seguintes publicações:

- **Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM.** Effects of an exercise program on physical fitness in patients with type 2 diabetes. *Rev Saúde Pública* 2014;48(n.esp):220.
- **Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J.** Falls prevention in patients with type 2 diabetes: Results from Diabetes em Movimento<sup>®</sup> pilot study. *Atención Primaria* 2013;45(S2):89.
- **Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM.** Como melhorar a aptidão física em doentes com diabetes tipo 2? Estudo piloto do Diabetes em Movimento<sup>®</sup>. In: Vilaça J, Saavedra F, Fernandes HM, Reis VM, editors. *Actas do 3º Simpósio Internacional de Força e Condição Física*. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2013. p. 70-1.



## Resumo

Este estudo teve por objetivo analisar os efeitos de um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2. A amostra (N = 43; 62.92 ± 5.92 anos de idade) participou num programa supervisionado de exercício (constituído por sessões de exercício aeróbio, resistido, de agilidade/equilíbrio e de flexibilidade; três sessões por semana) com nove meses de duração. Antes (*baseline*) e no final da intervenção foram avaliadas a aptidão aeróbia (*6-Minute Walk Test*), a força muscular dos membros inferiores (*30-Second Chair Stand Test*), a agilidade/equilíbrio (*Timed Up and Go Test*) e a flexibilidade dos membros inferiores e coluna lombar (*Chair Sit and Reach Test*). Os testes t para amostras emparelhadas identificaram diferenças significativas ( $p < 0.001$ ) em todos os componentes da aptidão física avaliados, entre o *baseline* e o final do programa de exercício. Os resultados deste estudo demonstraram que um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, com sessões supervisionadas de exercício em grupo, e com nove meses de duração, foi capaz de induzir benefícios significativos na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2, através de melhorias na aptidão aeróbia, na força muscular, na agilidade/equilíbrio e na flexibilidade.

## Palavras-chave

Exercício; Atividade Física; Diabetes Tipo 2; Intervenção Comunitária; Aptidão Física; Aptidão Aeróbia, Força Muscular; Agilidade; Equilíbrio; Flexibilidade



## Effects of a community-based exercise program on physical fitness in patients with type 2 diabetes

### Abstract

This study aimed to analyze the effects of a community-based combined exercise program, with high applicability and developed with minimum and low cost material resources in physical fitness in people with type 2 diabetes. Study sample (N = 43; 62.92 ± 5.92 years old) participated in a supervised exercise program (consisting of aerobic, resistance, agility/balance and flexibility exercise sessions; three sessions per week) with nine months duration. Before (baseline) and at the end of the intervention program, aerobic fitness (6-Minute Walk Test), lower limbs muscle strength (30-Second Chair Stand Test), agility/balance (Timed Up and Go Test) and lower limbs and lumbar spine flexibility (Chair Sit and Reach Test) were measured. Paired samples t tests identified significant differences ( $p < 0.001$ ) in all components of physical fitness assessed, between baseline and the end of the exercise program. The results of this study demonstrated that a community-based combined exercise program, with high applicability, developed with minimum and low cost material resources, with supervised group exercise sessions, and nine months duration, was able to induce significant benefits in physical fitness in people with type 2 diabetes, through improvements in aerobic fitness, muscular strength, agility/balance and flexibility.

### Keywords

Exercise; Physical Activity; Type 2 Diabetes; Community-based intervention; Physical Fitness; Aerobic fitness; Muscle Strength; Agility; Balance; Flexibility



# Efeitos de um programa comunitário de exercício na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2

## Introdução

A aptidão física tem sido tradicionalmente definida como a habilidade de realizar as tarefas da vida diária de forma eficaz e sem fadiga, e inclui uma variedade de componentes, entre eles a aptidão aeróbia, a força muscular, a flexibilidade, a agilidade e o equilíbrio.<sup>183, 184</sup> Um dos aspetos mais importantes da aptidão física é a sua relação com a saúde, e neste contexto pode ser entendida como a demonstração de capacidades que estão associadas com um baixo risco de desenvolver doenças hipocinéticas de forma prematura.<sup>185</sup>

A diabetes tipo 2 está associada a baixos níveis de aptidão física, e as pessoas com esta doença apresentam tolerância exercício inferior à das pessoas sem diabetes.<sup>14, 186</sup> Elevados níveis de sedentarismo, excesso de peso e obesidade, fraco controlo glicémico, história de doenças cardiovasculares, insulinoresistência, disfunção endotelial, perfusão miocárdica diminuída, alterações nas funções mitocondriais, e uso de medicação com influência na resposta cardiovascular ao exercício, parecem estar na base destas diferenças.<sup>14, 27, 47, 187</sup> A aptidão física, em especial a aptidão aeróbia, é um forte preditor de eventos cardiovasculares, e está inversamente relacionada com a mortalidade cardiovascular e a mortalidade por todas as causas na população com diabetes tipo 2.<sup>28, 29, 188</sup> A aptidão física está também associada com a qualidade de vida nesta população,<sup>30, 189</sup> e ainda com o risco de queda, em especial nos indivíduos diabéticos idosos.<sup>15, 31, 190</sup>

Os efeitos de um programa regular de exercício combinado, desenvolvido de acordo com as recomendações de exercício para as pessoas com diabetes tipo 2,<sup>33, 35</sup> nos principais componentes da aptidão física, parecem estar bem estabelecidos.<sup>150, 160-162, 165, 191-194</sup> No entanto, a grande maioria dos estudos desenvolveram programas de exercício com equipamentos dispendiosos, como ergómetros para o exercício aeróbio (tapetes rolantes, bicicletas estáticas, remos, *steppers* e elípticas) e máquinas de resistência para o exercício resistido. A avaliação dos vários componentes da aptidão física foi também realizada nestes mesmos equipamentos. O acesso a este tipo de recursos materiais representa um custo económico acrescido numa população com elevados gastos em saúde,<sup>4</sup> e nem sempre estão ao alcance da maioria das pessoas com diabetes tipo 2, especialmente em contexto comunitário, como nas instituições prestadoras de cuidados de saúde, instituições de apoio a idosos, câmaras municipais, juntas de freguesia e pequenos clubes e associações.<sup>25</sup>

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo analisar os efeitos de um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2.

## Metodologia

### Desenho do estudo

Este estudo de intervenção apresentou um desenho longitudinal. A amostra participou em um programa de exercício supervisionado com nove meses de duração. As variáveis em análise foram avaliadas antes (*baseline*) e no final do programa de exercício.

### Amostra

Foi selecionada uma amostra de 170 indivíduos caucasianos com diabetes tipo 2, seguidos em consulta hospitalar de diabetologia, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: idade entre 55 a 75 anos; diagnóstico da diabetes tipo 2 há pelo menos um ano; hemoglobina glicada inferior a 10%; esquema farmacológico estabilizado pelo menos há 3 meses; não ter iniciado insulino-terapia nos últimos 6 meses; não estar medicado com fármacos glicocorticóides nem com fármacos para redução do peso corporal; principais complicações da diabetes devidamente rastreadas e controladas (retinopatia diabética, nefropatia diabética, pé diabético e principais fatores de risco cardiovascular); sem limitações na marcha ou no equilíbrio; ter vida independente na comunidade; sem participação em programas de exercício supervisionado nos últimos 6 meses; não ser fumador nos últimos 6 meses; padrão alimentar estabilizado pelo menos há 6 meses.

Todos os indivíduos selecionados foram inquiridos sobre o eventual interesse em participar num programa de exercício regular de longa duração. Entre os indivíduos que demonstraram interesse positivo, foram selecionados aleatoriamente 60 (30 mulheres e 30 homens).

Todos os sujeitos recrutados foram submetidos a uma avaliação médica detalhada (para o despiste de contraindicações relativas ou absolutas ao exercício de intensidade vigorosa),<sup>42</sup> incluindo um teste de esforço máximo em tapete ergómetro para rastreio de isquemia do miocárdio ou outras anormalidades cardiovasculares. Um dos sujeitos apresentou teste de esforço positivo para isquemia do miocárdio, e dois apresentaram outras anormalidades cardiovasculares. Estes três indivíduos não tiveram autorização médica para participar no programa de exercício, e foram recrutados mais três participantes e realizadas as respetivas avaliações médicas.

Os participantes tiveram a indicação de manterem as rotinas da vida diária (atividade física habitual não supervisionada, padrão alimentar e plano farmacológico), e continuarem com as consultas de diabetologia no hospital. Todos os indivíduos foram informados sobre os objetivos do trabalho e assinaram um Consentimento Livre e Informado aprovado pela Comissão de Ética do hospital local, de acordo com a Declaração de Helsínquia.<sup>104</sup>

Durante o decorrer do estudo (9 meses) foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: desistência do programa de exercício (N = 7); adesão ao programa < 65% (N = 6); início de insulinoterapia, fármacos glicocorticóides ou fármacos para redução do peso corporal; alterações no padrão alimentar (nomeadamente consulta inicial com nutricionista, dietista ou outro técnico de nutrição; adesão a dieta padronizada ou a suplementos alimentares [N = 1]); participação em outras sessões de exercício supervisionado; acidente, doença ou cirurgia com internamento hospitalar (N = 2); consumo de tabaco; patologia com limitação na realização das atividades do programa (N = 1); e perda de contacto com as consultas de diabetologia. Após aplicados os critérios de exclusão a amostra inicial foi reduzida a 43 indivíduos (Tabela 7.1 e Tabela 7.2).

Tabela 7.1 - Características da amostra.

Idade (anos)	62.51 ± 5.92
Duração da Diabetes (anos)	9.95 ± 6.03
Hemoglobina Glicada (%)	7.72 ± 0.84
Índice de Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	30.89 ± 5.28
Perímetro Abdominal (cm)	105.79 ± 13.63
Número de indivíduos	N = 43
Género Feminino	N = 22
Género Masculino	N = 21

## Avaliações

Todas as variáveis dependentes (Aptidão Aeróbia, Força Muscular, Agilidade/Equilíbrio e Flexibilidade) e a variável de controlo Atividade Física Habitual (não supervisionada) foram determinadas antes (*baseline*) e no final do programa de exercício.

A Aptidão Aeróbia foi avaliada através do desempenho no *6-Minute Walk Test*.<sup>138</sup> A Força Muscular dos membros inferiores foi avaliada através do desempenho no *30-Second Chair Stand Test*.<sup>139</sup> A Agilidade/Equilíbrio foram avaliadas através do desempenho no *Timed Up and Go Test*.<sup>141</sup> A Flexibilidade dos membros inferiores e coluna lombar foi avaliada através do desempenho no *Chair Sit and Reach Test*.<sup>140</sup>

Tabela 7.2 - Fármacos em uso pelos sujeitos da amostra.

	N (%)
Insulinas	17 (39.53)
Antidiabéticos orais	40 (93.02)
Metformina	40 (93.02)
Gliptinas	15 (34.88)
Sulfonilureias	3 (6.98)
Inibidores da glicosidase intestinal alfa	2 (4.65)
Anti-hipertensores	35 (81.40)
Diuréticos	25 (58.14)
Inibidores da enzima conversora da angiotensina	12 (27.91)
Antagonistas dos recetores da angiotensina	23 (53.49)
Bloqueadores dos canais de cálcio	17 (39.53)
Bloqueadores beta	9 (20.93)
Agonistas alfa 2 centrais	2 (4.65)
Antidislipídicos	27 (62.79)
Estatinas	24 (55.81)
Fibratos	2 (4.65)
Inibidores seletivos da absorção do colesterol	2 (4.65)
Ácido Nicotínico	2 (4.65)
Outros	31 (72.09)

N(%): número de casos(% de casos).

A Atividade Física Habitual foi avaliada através do *International Physical Activity Questionnaire*,<sup>103</sup> um instrumento que mede o dispêndio energético em MET-min/semana. Um MET corresponde a 3.5 ml/kg/min de oxigénio consumido. Foi utilizada a versão curta deste instrumento, administrado por entrevista, que mede a atividade física referente aos últimos sete dias. Na determinação da Atividade Física Habitual, nas avaliações finais do estudo, as sessões do programa de exercício não foram contabilizadas para o efeito, ou seja, foi apenas avaliada a atividade física não supervisionada, inerente às atividades da vida diária.

### Programa de exercício

A amostra participou num programa comunitário de exercício com 9 meses de duração (*Diabetes em Movimento*®).<sup>154, 155</sup> As sessões deste programa decorreram 3 vezes por semana, em dias não sucessivos, em horário ao final da tarde, e entre os meses de Outubro e Junho.

Este programa de exercício foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício para a população com diabetes tipo 2 e para a população idosa, e envolveu a combinação de exercício aeróbio, exercício resistido, exercício de agilidade/equilíbrio e exercício de flexibilidade.<sup>33, 35, 156, 157</sup> As sessões de exercício realizaram-se num complexo desportivo municipal, dotado de uma pista de atletismo, espaços relvados, uma bancada coberta e uma sala de exercício, e foram desenvolvidas com materiais de baixo custo como cadeiras, garrafas de 0.5 L com areia ( $\pm 0.75$  kg), alteres de 0.5 kg, 1 kg, 2 kg e 3 kg, bolas de ginástica, cones e sinalizadores, “estacas”, 2 cestos de compras, um *kit* de voleibol (rede e postes moveis) e coletes coloridos. As sessões foram realizadas em grupo e foram supervisionadas por profissionais de exercício. Tiveram uma duração de cerca de 70 minutos, de acordo com a seguinte estrutura:

1. Aquecimento (5 min) constituído por marcha rápida contínua na pista de atletismo, ou na área de circulação coberta da bancada em caso de condições atmosféricas adversas;
2. Exercício aeróbio (30 min) constituído por marcha rápida contínua (área envolvente do complexo desportivo) ou marcha muito rápida intervalada (prova de estafetas adaptada na pista de atletismo), ou marcha rápida com carga externa (pista de atletismo), ou marcha rápida com circuito de obstáculos (pista de atletismo) ou marcha rápida com circuito de escadas (área envolvente do complexo desportivo). Em caso de condições atmosféricas adversas, os exercícios anteriores foram adaptados para serem realizados na área de circulação cobertura da bancada.
3. Exercício resistido (20 min) na sala de exercício. Em cada sessão foram realizados seis exercícios - três para os membros inferiores e três para o tronco e membros superiores - executados com cadeiras, garrafas com areia, alteres, bolas de ginástica e o peso do próprio corpo.<sup>25</sup> Os seis exercícios foram organizados em modo de circuito (exercícios para os membros inferiores alternados com exercícios para o tronco e membros superiores), sem descanso entre cada exercício e um minuto de repouso entre cada circuito. O número de séries variou entre uma a quatro (uma série na 1ª e 2ª semana; duas séries entre a 3ª e a 8ª semana; três séries no 3º e 4º mês; e quatro séries nos meses seguintes). Nos exercícios bilaterais foram realizadas 20 repetições, e nos exercícios unilaterais foram realizadas 30 repetições de forma alternada. A carga dos exercícios era selecionada de modo a atingir a fadiga muscular localizada durante a execução das últimas repetições de cada exercício. O aumento na carga era incentivado quando as últimas repetições de cada exercício eram realizadas sem atingir a fadiga muscular localizada. Todos os exercícios foram realizados em simultâneo por todos os participantes, e o tempo de execução dos movimentos e o tempo de repouso foram controlados por um profissional de exercício.

4. Exercício de agilidade/equilíbrio (10 min) constituído por jogos pré-desportivos e jogos desportivos com bola adaptados: “Jogo dos 10 passes”; “Bola ao Capitão”; “Trocas de Bola”; Voleibol; e Basquetebol. Dependendo das condições atmosféricas estes exercícios eram realizados na sala de exercício ou em terreno relvado exterior.
5. Exercício de flexibilidade/retorno à calma (5 min) através de uma sequência de alongamentos estáticos e dinâmicos realizados na sala de exercício, com o apoio de cadeiras. Cada posição estática foi mantida durante 15 segundos e os alongamentos dinâmicos foram organizados em 10 repetições cada.

Foram elaborados cinco planos de sessão de exercício, cada um com exercícios aeróbios, resistidos e de agilidade/equilíbrio diferentes. Os planos foram aplicados sucessivamente ao longo do tempo de forma a induzir variabilidade nos estímulos. As sessões de exercício foram planeadas para ter intensidade moderada a vigorosa (40 a 89% da frequência cardíaca de reserva ou entre 12 a 17 pontos numa escala de perceção subjetiva do esforço de 6 a 20 pontos).<sup>40</sup> A intensidade do exercício foi controlada de forma sistemática através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg (Figura 5.32).<sup>112</sup> A intensidade foi monitorizada e, se necessário ajustada, durante o exercício aeróbio, resistido e de agilidade/equilíbrio. No final de cada sessão foi pedido a todos os participantes que registassem a intensidade global da sessão. Foram também registadas a assiduidade dos participantes e a ocorrência de eventos adversos associados ao exercício no decorrer das sessões do programa.

## Tratamento estatístico

Para comparar o desempenho no *6-Minute Walk Test*, no *30-Second Chair Stand Test*, no *Timed Up and Go Test* e no *Chair Sit and Reach Test*, entre os dois momentos de avaliação, foram aplicados testes t para amostras emparelhadas. Para comparar a Atividade Física Habitual (não supervisionada), entre os dois momentos de avaliação, foi aplicado um teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas. O nível de significância estatística foi definido em  $p < 0.05$  e o dados foram analisados com o programa informático *PASW Statistics* versão 20.

## Resultados

A adesão dos participantes às sessões do programa de exercício foi de  $79.51 \pm 10.05\%$ , numa frequência média de  $2.21 \pm 0.29$  sessões por semana, durante os nove meses. Foram registados 13 eventos adversos durante o decorrer das sessões de exercício: seis hipoglicemias sintomáticas (glicemia capilar  $< 72$  mg/dL); quatro lesões musculoesqueléticas (um agravamento agudo de gonalgia por artrose pré-existente; um agravamento agudo de coxalgia

por artrose pré-existente; uma queda com traumatismo do punho; e uma queda com traumatismo do tórax) e três indisposições inespecíficas.

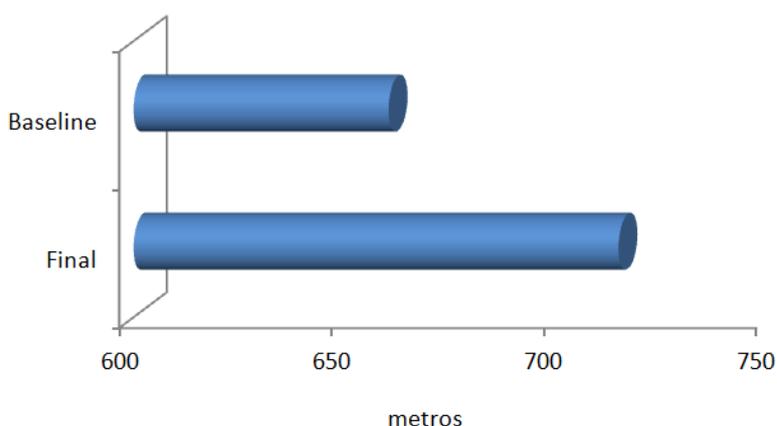
A intensidade do exercício, avaliada através da Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg,<sup>112</sup> foi de  $12.85 \pm 1.54$  pontos na fase de exercício aeróbio;  $13.03 \pm 1.35$  pontos na fase do exercício resistido;  $12.78 \pm 1.73$  pontos na fase do exercício de agilidade/equilíbrio; e a intensidade média global da sessão (pontuação atribuída no final) foi de  $13.45 \pm 1.41$  pontos.

A Tabela 7.3 apresenta os valores médios do desempenho nos testes de aptidão física nos dois momentos de avaliação. Foram identificadas diferenças significativas no desempenho do *6-Minute Walk Test* ( $t = -7.891$ ;  $p < 0.001$ ; Figura 7.1), do *30-Second Chair Stand Test* ( $t = -9.950$ ;  $p < 0.001$ ; Figura 7.2), do *Timed Up and Go Test* ( $t = 11.848$ ;  $p < 0.001$ ; Figura 7.3) e do *Chair Sit and Reach Test* ( $t = -11.935$ ;  $p < 0.001$ ; Figura 7.4).

**Tabela 7.3** - Valores médios ( $\pm$  desvios padrão) do desempenho nos testes de aptidão física nos dois momentos de avaliação.

	Baseline	Final	$\Delta$ (% $\Delta$ )	$p$
<i>6-Minute Walk Test</i> (m)	$660.05 \pm 74.86$	$714.15 \pm 93.48$	54.10 (8.20)	$< 0.001$
<i>30-Second Chair Stand Test</i> (reps)	$16.68 \pm 3.21$	$21.49 \pm 3.54$	4.81 (28.84)	$< 0.001$
<i>Timed Up and Go Test</i> (s)	$6.15 \pm 0.98$	$5.27 \pm 0.76$	-0.88 (-14.31)	$< 0.001$
<i>Chair Sit and Reach Test</i> (cm)	$-6.89 \pm 11.83$	$0.20 \pm 11.55$	7.09 (102.90)	$< 0.001$

$\Delta$ : variação entre o *baseline* e o final;  $p$ : nível de significância estatística da diferença entre os dois momentos de avaliação calculada pelo teste t para amostras emparelhadas; Reps: repetições.



**Figura 7.1** - Valores médios do *6-Minute Walk Test* nos dois momentos de avaliação.

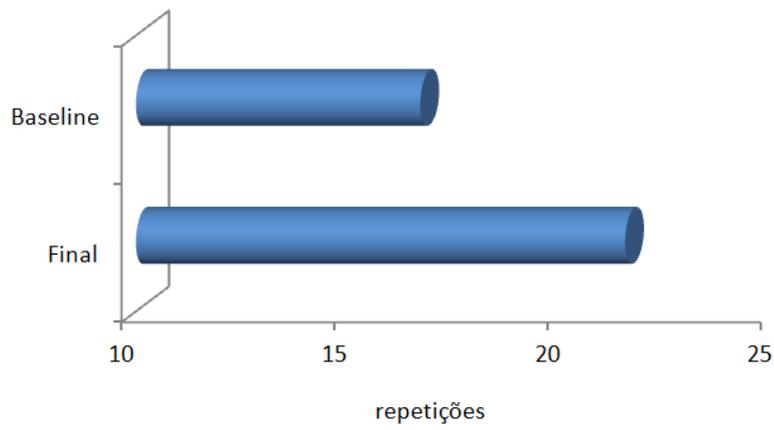


Figura 7.2 - Valores médios do *30-Second Chair Stand Test* nos dois momentos de avaliação.

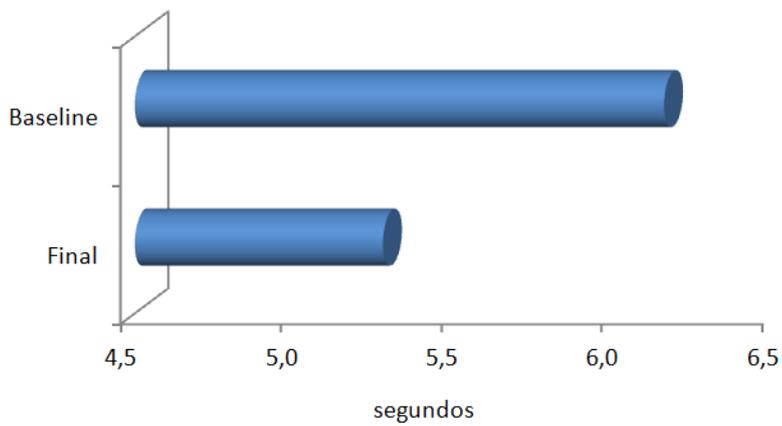


Figura 7.3 - Valores médios do *Timed Up and Go Test* nos dois momentos de avaliação.

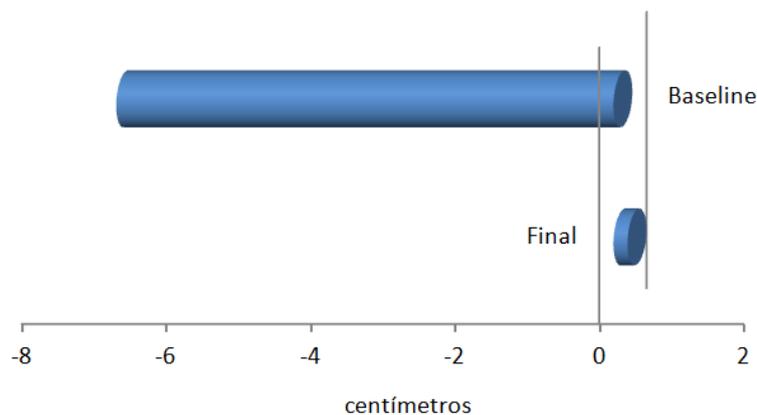


Figura 7.4 - Valores médios do *Chair Sit and Reach Test* nos dois momentos de avaliação.

Não foram identificadas diferenças significativas na Atividade Física Habitual (não supervisionada) entre os dois momentos de avaliação (Tabela 7.4).

Tabela 7.4 - Valores da mediana (amplitude interquartil) da Atividade Física Habitual (não supervisionada) nos dois momentos de avaliação.

	Baseline	Final	p
AFH (MET-min/semana)	735.00 (925.50)	773.00 (992.00)	0.461

AFH; atividade física habitual não supervisionada avaliada através do *International Physical Activity Questionnaire*;<sup>103</sup>; p: nível de significância estatística calculada pelo teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas.

## Discussão

Os resultados deste estudo demonstraram que um programa comunitário de exercício combinado, com estratégias de exercício de elevada aplicabilidade e desenvolvidas com recursos materiais mínimos e de baixo custo, induziu benefícios significativos na aptidão física de um grupo de pessoas com diabetes tipo 2. Foram identificadas melhorias significativas na aptidão aeróbia, na força muscular, na agilidade/equilíbrio e na flexibilidade, após nove meses de intervenção.

A aptidão física assume um papel de destaque na saúde desta população, estando associada com a mortalidade cardiovascular e por todas as causas,<sup>28, 29, 188, 195</sup> com a qualidade de vida,<sup>30, 189</sup> e com o risco de queda.<sup>31, 190</sup> Alterações positivas na aptidão física parecem prever melhorias nos fatores de risco cardiovascular, independentemente da perda de peso, em indivíduos com diabetes tipo 2.<sup>196</sup>

Vários estudos demonstraram que um programa de exercício combinado foi eficaz em melhorar significativamente a aptidão aeróbia,<sup>150, 160-162, 165, 191-194</sup> a força muscular,<sup>150, 160-162, 165, 191-194</sup> e a flexibilidade,<sup>160</sup> em indivíduos com diabetes tipo 2, apesar de diferentes protocolos de exercício e de diferentes durações dos programas. No entanto, estes estudos apresentaram programas desenvolvidos com máquinas de exercício, como ergômetros para o exercício aeróbio (tapetes rolantes, bicicletas estáticas, remos, *steppers* e elípticas) e/ou máquinas de resistência para o exercício resistido. Apesar da maioria dos estudos terem avaliado a aptidão aeróbia e a força muscular através de testes ergométricos e testes de repetições máximas, respetivamente, alguns dos trabalhos supra-citados também utilizaram testes de terreno e de fácil aplicação, como o *6-Minute Walk Test*<sup>150, 161</sup> e o *30-Second Chair Stand Test*.<sup>150, 162</sup> Os testes de avaliação da aptidão física utilizados no presente estudo foram todos validados contra testes de laboratório mais complexos.<sup>138-141</sup>

Apenas se encontram na literatura disponível dois estudos<sup>166, 167</sup> que desenvolveram programas de exercício para pessoas com diabetes tipo 2, que combinaram marcha livre com exercícios resistidos realizados com o peso do próprio corpo e materiais de baixo custo (bandas elásticas e/ou pesos livres), embora com diferentes protocolos de exercício. Aylin *et al.*<sup>167</sup> observaram uma melhoria significativa na força muscular (membros inferiores; avaliada através de uma repetição máxima) de um grupo de indivíduos diabéticos tipo 2 (51.39 ± 2.02 anos de idade; 28.45 ± 0.95 kg/m<sup>2</sup> de IMC; adesão de 96%), e em relação a um grupo de controlo, após um programa de exercício de apenas 8 semanas de duração, constituído por marcha livre (60-79% FC máxima) em dois dias da semana, e exercícios resistidos realizados com pesos livres e o peso do próprio corpo, em outros dois dias da semana. Praet *et al.*<sup>166</sup> observaram benefícios significativos na aptidão aeróbia (avaliada através de um teste ergométrico) numa amostra de indivíduos com diabetes tipo 2 (61 ± 9 anos de idade; 32.1 ± 5.2 kg/m<sup>2</sup> de IMC, adesão de 75 ± 16%), após um programa de exercício de 12 meses de duração, constituído por marcha livre (75% FC máxima) e exercícios resistidos realizados com bandas elásticas e o peso do próprio corpo, em três dias por semana. Estes resultados foram obtidos em comparação com os valores *baseline*. Estes autores compararam ainda estes resultados com um programa de exercício combinado desenvolvido num ginásio com máquinas de exercício, quer para o treino aeróbio, quer para o treino resistido. Não foram identificadas diferenças significativas nos ganhos na aptidão aeróbia entre os dois programas de exercício, e foram relatados custos financeiros cerca de 100% superiores no programa desenvolvido com máquinas de exercício.

Apesar dos efeitos de um programa de exercício combinado na aptidão física de pessoas com diabetes tipo 2 estarem bem estabelecidos, o treino isolado de uma componente específica da aptidão física parece ser mais eficaz do que o treino combinado, no desenvolvimento dessa mesma componente. Os estudos de Larose *et al.*<sup>197</sup> e Johannsen *et al.*<sup>198</sup> demonstraram que um programa isolado de exercício resistido e aeróbio, respetivamente, induziram ganhos superiores na força muscular e na aptidão aeróbia de diabéticos tipo 2, do que um programa de exercício combinado. Porém, os benefícios do exercício combinado no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular nesta população, são superiores ao exercício aeróbio ou resistido, de forma isolada.<sup>148, 149, 151</sup>

Não se encontram na literatura estudos que tenham integrado o exercício de agilidade/equilíbrio nos programas combinados de exercício para pessoas com diabetes tipo 2, e que tenham avaliado estas componentes da aptidão física. Os exercícios de agilidade/equilíbrio são recomendados para populações com risco de queda, como os idosos,<sup>156, 157</sup> e os indivíduos com diabetes apresentam um maior risco de queda em comparação com os não diabéticos.<sup>15, 31, 169</sup> Morrison *et al.*<sup>190</sup> desenvolveram um programa de exercício de seis meses de duração, com três sessões semanais de exercício de equilíbrio e força muscular, para pessoas com diabetes tipo 2. A amostra do estudo melhorou de forma significativa a força muscular dos membros inferiores, o tempo de reação, o equilíbrio, a propriocepção, e consequentemente o risco de queda. Parece importante que os programas de exercício desenhados para esta população integrem exercícios de agilidade/equilíbrio, e os resultados do presente estudo evidenciaram uma melhoria significativa destas componentes da aptidão física, avaliadas através do *Timed Up and Go Test*. O desempenho neste instrumento tem sido amplamente usado como preditor do risco de queda na população idosa.<sup>199</sup>

Um dos aspetos inovadores do presente estudo foi a inclusão de diferentes métodos de treino no desenvolvimento dos exercícios aeróbios, como o treino intervalado de alta intensidade e o treino contínuo de intensidade moderada. O treino intervalado de alta intensidade foi aplicado em exercícios como a marcha muito rápida intervalada (prova de estafetas adaptada na pista de atletismo), a marcha rápida com carga externa e a marcha rápida com circuito de escadas. A prática de exercício de intensidade vigorosa está associada a maiores benefícios na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2,<sup>77, 78, 170</sup> e um programa de treino intervalado de alta intensidade parece induzir maiores benefícios na aptidão aeróbia do que um programa de treino contínuo de intensidade moderada.<sup>80</sup> Apenas se encontrou, na literatura disponível, um estudo que integrou o treino intervalado de alta intensidade em um programa de exercício aeróbio combinado com exercício resistido em pessoas com diabetes tipo 2. Praet *et al.*<sup>100</sup> desenvolveram um programa de exercício de 10 semanas de duração, com sessões constituídas por treino intervalado de alta intensidade em cicloergómetro e exercício resistido realizado em máquinas de resistência, três vezes por semana. Foram observadas melhorias significativas na aptidão aeróbia e na força muscular, em relação aos valores de *baseline*.

Tal como muitos outros estudos nesta área,<sup>100, 165, 192, 194, 200</sup> o presente estudo também não incluiu um grupo de controlo para comparação dos resultados, o que pode ser interpretado como uma limitação. No entanto foi controlada a principal variável que poderia ter influência na aptidão física dos participantes: a atividade física habitual (não supervisionada). Esta variável foi controlada através do *International Physical Activity Questionnaire*, um instrumento internacional validado para a população portuguesa e amplamente utilizado na população diabética.<sup>9, 103</sup> Alguns dos estudos nesta área monitorizaram a atividade física habitual através de pedómetros.<sup>148, 151</sup>

Todos os participantes que integraram o GEXE foram submetidos a uma avaliação médica detalhada, e a um teste de esforço máximo para despiste de contra-indicações à prática de exercício, em especial ao exercício de intensidade vigorosa.<sup>33, 35, 42</sup> Para além da duração da diabetes, e da elevada prevalência de hipertensão e de dislipidemias, o perfil etário e antropométrico dos participantes constituía um risco acrescido. Três dos indivíduos inscritos para o programa de exercício não foram autorizados a integrar o GEXE por terem apresentado anomalias no teste de esforço: um por isquemia do miocárdio, um por resposta hipertensiva ao esforço, e outro por evidências de neuropatia autonómica cardiovascular. É de realçar que estes indivíduos tinham os principais fatores de risco cardiovascular controlados e nenhum deles era sintomático para doença das artérias coronárias. As evidências de anomalias cardiovasculares apenas se manifestaram com intensidades de esforço vigorosas (> 7 METs).<sup>172</sup> Estes dados, reforçam a indicação do teste de esforço máximo cardiológico antes da participação em exercício de intensidade vigorosa por parte desta população. Outros estudos também observaram anomalias cardiovasculares durante um teste de esforço máximo, em especial isquemia do miocárdio, em indivíduos com diabetes tipo 2 sem sintomas de doença das artérias coronárias.<sup>173, 174</sup>

Foram apenas registados 13 lesões e eventos adversos associados ao exercício, nas 108 sessões desenvolvidas ao longo de 39 semanas (9 meses). Foram na sua maioria hipoglicemias associadas ao ajuste desadequado da insulino-terapia, e lesões musculoesqueléticas associadas a condições osteoarticulares pré-existentes e a alterações no equilíbrio inerentes ao perfil antropométrico dos participantes e às comorbilidades da diabetes. As preocupações inerentes à programação e ao desenvolvimento das sessões de exercício parecem ter sido importantes na prevenção de lesões e eventos adversos, como a progressividade da carga, os períodos de aquecimento e retorno à calma, as pausas para a hidratação e a monitorização sistemática da intensidade do exercício. A observação dos pés, o controlo regular dos níveis de glicemia capilar e de pressão arterial antes e após o exercício, a restrição de contacto físico entre participantes nos exercícios de agilidade/equilíbrio e a supervisão e monitorização das sessões de exercício por profissionais com formação em primeiros socorros e suporte básico de vida, também contribuíram para a prevenção de eventos adversos.<sup>42, 110</sup> Embora a maior parte dos estudos não reportem dados sobre lesões e eventos adversos associados ao

exercício, os que o fazem apresentam resultados equivalentes aos do presente estudo.<sup>160, 166, 193</sup>

A intensidade do exercício foi monitorizada através da Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg<sup>112</sup> devido às interações farmacológicas com a resposta da frequência cardíaca ao exercício, e ao risco de desenvolvimento de neuropatia autonómica cardiovascular.<sup>42, 51</sup> Outros estudos nesta área também utilizaram este instrumento na monitorização de programas de exercício combinado.<sup>175-177</sup> A intensidade dos vários tipos de exercício, e do global de cada sessão encontra-se de acordo com o previamente planeado e com as recomendações internacionais de exercício para esta população.<sup>33, 35</sup> A supervisão das sessões, e a monitorização da intensidade em cada tipo de exercício, parecem ter tido um papel fundamental no cumprimento da intensidade pretendida, e ainda na adesão ao programa de exercício.<sup>12, 17</sup> A adesão ao exercício do GEXE foi de  $79.51 \pm 10.05\%$ , no entanto, seis participantes foram excluídos da análise final por apresentaram níveis de adesão  $< 65\%$ , e sete participantes desistiram do programa de exercício por questões familiares ou por falta de tempo. Estes níveis de adesão e desistências são comparáveis aos relatados por outros estudos da mesma área.<sup>100, 148, 166, 193</sup>

Para além da não inclusão de um grupo de controlo, este estudo apresenta outras limitações: 1) a atividade física habitual não supervisionada foi controlada através de um questionário; 2) apenas foram avaliadas a força muscular e a flexibilidade dos membros inferiores; 3) a falta de estudos com utilização de programas de exercício de baixo custo nesta área, e a heterogeneidade dos protocolos de exercício encontrados, dificultam a discussão e a comparação dos resultados.

Futuras investigações deverão integrar um grupo de controlo para comparação dos resultados e envolve-lo numa intervenção em grupo, como um programa supervisionado de exercícios de relaxamento; controlar a atividade física habitual não supervisionada através de acelerometria; potenciar a adesão ao exercício através de técnicas motivacionais; e estudar a relação custo-benefício deste tipo de intervenções em comparação com os tradicionais programas com recurso máquinas de exercício aeróbio e resistido.

## Conclusões

Um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, desenvolvido com materiais de baixo custo, com sessões supervisionadas de exercício em grupo, e com nove meses de duração, foi capaz de induzir benefícios significativos na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2. Este tipo de intervenção melhorou de forma significativa a

aptidão aeróbia, a força muscular, a agilidade/equilíbrio e a flexibilidade, avaliados com testes de terreno e de fácil aplicação.

## **Capítulo 8**

### ***Conclusão geral***



## Conclusão geral

A constatação dos resultados dos estudos realizados permitiram responder às questões inicialmente colocadas da seguinte forma:

*Quais são as recomendações de prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2? Qual o tipo de exercício, modo, duração, intensidade e frequência semanal mais adequados?*

Parece razoável recomendar que as pessoas com diabetes tipo 2 devem seguir as recomendações de atividade física e exercício para a população geral, mas tendo em consideração que o exercício deve ser adaptado às comorbilidades da diabetes e contra-indicações de cada indivíduo. As organizações científicas recomendam a acumulação semanal de um mínimo de 150 min de exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa (marcha e/ou *jogging*), distribuídos por um mínimo de três dias por semana. O exercício resistido é também recomendado, pelo menos em dois dias por semana e de forma adicional ao exercício aeróbio, assim como exercícios de flexibilidade, integrados em todas as sessões de exercício

*Quais são as complicações da diabetes que podem agravar com o exercício? E de que forma se podem prevenir as lesões e eventos adversos agudos associados à prática de exercício, em pessoas com diabetes tipo 2?*

A prescrição de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 deve incluir recomendações para a prevenção e controlo de complicações como o pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica diabética, risco cardiovascular, patologias musculoesqueléticas, hipoglicemia, hiperglicemia, desidratação e interações entre os medicamentos e o exercício. É também importante considerar a idade, a atividade física habitual, o perfil antropométrico e outros fatores de risco cardiovascular. As complicações da diabetes, as características individuais e a intensidade do exercício pretendido, podem determinar a necessidade de uma avaliação médica inicial que, poderá incluir um teste de esforço. A programação adequada das sessões de exercício, e a sua monitorização por profissionais de exercício, são aspetos cruciais para garantir a segurança dos participantes e prevenir lesões associadas.

*Será o treino intervalado de alta intensidade (TIAI) um método seguro e eficaz no controlo glicémico agudo de pessoas com diabetes tipo 2? Os seus benefícios serão superiores aos do treino contínuo de intensidade moderada (TCIM)?*

O TIAI parece ter aplicabilidade em pessoas com diabetes tipo 2, e demonstrou ser um método seguro em indivíduos medicados com metformina ou com uma combinação de metformina com gliptinas. Esta estratégia de exercício revelou-se mais eficaz no controlo glicémico agudo imediato do que o TCIM. Contudo, as relações de risco-benefício e custo-benefício do TIAI devem ser analisadas individualmente de forma a se poder determinar a relevância da sua prescrição.

*Será um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, e desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, capaz de induzir benefícios no controlo glicémico, nos principais fatores de risco cardiovascular, e na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2?*

Um programa comunitário de exercício combinado, de elevada aplicabilidade, desenvolvido com recursos materiais mínimos e de baixo custo, com sessões supervisionadas de exercício em grupo, e com a duração de nove meses, foi capaz de induzir benefícios significativos no controlo glicémico, nos principais fatores de risco cardiovascular modificáveis, e na aptidão física em pessoas com diabetes tipo 2. Este tipo de intervenção melhorou de forma significativa os níveis da hemoglobina glicada, da glicose plasmática em jejum, do colesterol total, do colesterol HDL, do colesterol LDL, dos triglicéridos, da pressão arterial sistólica, da pressão arterial diastólica, o IMC, o perímetro abdominal, o risco de doença das artérias coronárias a 10 anos, a aptidão aeróbia, a força muscular, a agilidade/equilíbrio, e a flexibilidade.

A dose ideal de exercício para controlar a diabetes tipo 2 está longe de estar definida e são necessários mais estudos para esclarecer a relação dose-resposta, especialmente no controlo glicémico agudo. Contudo, os programas comunitários de exercício, desenvolvidos com recursos materiais de baixo custo, parecem ser estratégias efetivas em induzir benefícios no controlo metabólico, risco cardiovascular, e aptidão física desta população, melhorando significativamente a sua saúde e qualidade de vida. Este tipo de intervenções devem obedecer às recomendações de prescrição exercício para as pessoas com diabetes tipo 2, e podem ser aplicadas com segurança se forem adaptadas às complicações e contra-indicações de cada indivíduo.

## Referências bibliográficas



## Referências bibliográficas

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2013;36(Supplement 1):S67-S74.
2. Ryden L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, *et al.* ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: The Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J* 2013;34(39):3035-87.
3. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*. Brussels 2013.
4. Gardete Correia L, Boavida JM, Fragoso de Almeida JP, Massano Cardoso S, Dores J, Sequeira Duarte J, *et al.* *Diabetes: Factos e Números 2013 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Diabetologia 2013.
5. Buse J, Ginsberg H, Bakris G, Clark N, Costa F, Eckel R, *et al.* Primary Prevention of Cardiovascular Diseases in People With Diabetes Mellitus. A Scientific Statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2007;30(1):162-72.
6. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes - 2013. *Diabetes Care* 2013;36(Supplement 1):S11-S66.
7. International Diabetes Federation. *Global Guideline for Type 2 Diabetes*. Brussels 2012.
8. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, *et al.* 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* 2012;35(6):1364-79.
9. Mendes R, Dias E, Gama A, Castelo Branco M, Themudo Barata JL. [Exercise practice and habitual physical activity levels in patients with type 2 diabetes: A pilot study in Portugal]. *Rev Port Endocrinol Diabetes Metab* 2013;8(1):9-15.
10. Zhao G, Ford ES, Li C, Balluz LS. Physical activity in u.s. Older adults with diabetes mellitus: prevalence and correlates of meeting physical activity recommendations. *J Am Geriatr Soc* 2011;59(1):132-7.
11. O'Hagan C, De Vito G, Boreham CA. Exercise prescription in the treatment of type 2 diabetes mellitus: current practices, existing guidelines and future directions. *Sports Med* 2013;43(1):39-49.
12. Balducci S, Sacchetti M, Haxhi J, Orlando G, D'Errico V, Fallucca S, *et al.* Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab Res Rev* 2014;30 Suppl 1:13-23.
13. Colberg SR. Physical Activity: The Forgotten Tool for Type 2 Diabetes Management. *Frontiers in Endocrinology* 2012;3.
14. Reusch JE, Bridenstine M, Regensteiner JG. Type 2 diabetes mellitus and exercise impairment. *Rev Endocr Metab Disord* 2013;14(1):77-86.

15. Crews RT, Yalla SV, Fleischer AE, Wu SC. A growing troubling triad: diabetes, aging, and falls. *J Aging Res* 2013;2013:342650.
16. Burr JF, Shephard RJ, Riddell MC. Prediabetes and type 2 diabetes mellitus: assessing risks for physical activity clearance and prescription. *Can Fam Physician* 2012;58(3):280-4.
17. Colberg SR, Sigal RJ. Prescribing exercise for individuals with type 2 diabetes: recommendations and precautions. *Phys Sportsmed* 2011;39(2):13-26.
18. Finch CF, Owen N. Injury prevention and the promotion of physical activity: what is the nexus? *J Sci Med Sport* 2001;4(1):77-87.
19. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012;590(Pt 5):1077-84.
20. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab* 2014;39(3):409-12.
21. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Ž, Verschuren M, *et al.* European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). *Eur Heart J* 2012;33(13):1635-701.
22. Oliveira C, Simoes M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2012;98(2):187-98.
23. Hayashino Y, Jackson JL, Fukumori N, Nakamura F, Fukuhara S. Effects of supervised exercise on lipid profiles and blood pressure control in people with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract* 2012;98(3):349-60.
24. Chudyk A, Petrella RJ. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2011;34(5):1228-37.
25. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2011;6(2):62-70.
26. World Health Organization. Interventions on diet and physical activity: what works: summary report. Geneva: World Health Organization 2009.
27. Erdogan D, Akcay S, Ersoy IH, Icli A, Yucel H, Kutlucan A, *et al.* Cardiac determinants of impaired exercise performance in patients with type 2 diabetes mellitus. *Int J Cardiol* 2011;152(1):143-6.
28. Kokkinos P, Myers J, Nysten E, Panagiotakos DB, Manolis A, Pittaras A, *et al.* Exercise capacity and all-cause mortality in African American and Caucasian men with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009;32(4):623-8.
29. Seyoum B, Estacio R, Berhanu P, Schrier R. Exercise capacity is a predictor of cardiovascular events in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diab Vasc Dis Res* 2006;3(3):197-201.
30. Eckert K. Impact of physical activity and bodyweight on health-related quality of life in people with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2012;5:303-11.

31. Roman de Mettelinge T, Cambier D, Calders P, Van Den Noortgate N, Delbaere K. Understanding the relationship between type 2 diabetes mellitus and falls in older adults: a prospective cohort study. *PLoS One* 2013;8(6):e67055.
32. Bird SR, Hawley JA. Exercise and type 2 diabetes: New prescription for an old problem. *Maturitas* 2012;72(4):311-6.
33. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, *et al.* Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33(12):e147-67.
34. Hansen D, Peeters S, Zwaenepoel B, Verleyen D, Wittebrood C, Timmerman N, *et al.* Exercise assessment and prescription in patients with type 2 diabetes in the private and home care setting: clinical recommendations from AXXON (Belgian Physical Therapy Association). *Phys Ther* 2013;93(5):597-610.
35. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, *et al.* Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2009;119(25):3244-62.
36. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med Sport* 2012;15(1):25-31.
37. Duclos M, Oppert JM, Verges B, Coliche V, Gautier JF, Guezennec Y, *et al.* Physical activity and type 2 diabetes. Recommendations of the SFD (Francophone Diabetes Society) diabetes and physical activity working group. *Diabetes Metab* 2013;39(3):205-16.
38. Mendes R, Sousa N, Barata JL. [Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription]. *Acta Med Port* 2011;24(6):1025-30.
39. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization 2010.
40. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, *et al.* Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59.
41. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sports Science Australia. *J Sci Med Sport* 2012;15(1):25-31.
42. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL. Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes. *Postgrad Med J* 2013;89(1058):715-21.
43. Duarte R, Rodrigues E, Duarte JS, Duarte A, Ruas MMA. Recomendações da Sociedade Portuguesa de Diabetologia para o Tratamento da Hiperglicemia e Factores de Risco na Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2007;2(4 Suppl):5-18.
44. Burr JF, Rowan CP, Jamnik VK, Riddell MC. The role of physical activity in type 2 diabetes prevention: physiological and practical perspectives. *Phys Sportsmed* 2010;38(1):72-82.

45. Lee D-c, Park I, Jun T-W, Nam B-H, Cho S-i, Blair SN, *et al.* Physical Activity and Body Mass Index and Their Associations With the Development of Type 2 Diabetes in Korean Men. *Am J Epidemiol* 2012;176(1):43-51.
46. Duarte CK, Almeida JC, Merker AJS, Brauer FO, Rodrigues TC. Nível de atividade física e exercício físico em pacientes com diabetes mellitus. *Rev Assoc Med Bras* 2012;58(2):215-21.
47. Ribisl PM, Lang W, Jaramillo SA, Jakicic JM, Stewart KJ, Bahnson J, *et al.* Exercise capacity and cardiovascular/metabolic characteristics of overweight and obese individuals with type 2 diabetes: the Look AHEAD clinical trial. *Diabetes Care* 2007;30(10):2679-84.
48. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(2):459-71.
49. Baarveld F, Visser CA, Kollen BJ, Backx FJ. Sports-related injuries in primary health care. *Fam Pract* 2011;28(1):29-33.
50. Aaltonen S, Karjalainen H, Heinonen A, Parkkari J, Kujala UM. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2007;167(15):1585-92.
51. Boulton AJM, Vinik AI, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R, *et al.* Diabetic Neuropathies. *Diabetes Care* 2005;28(4):956-62.
52. Boulton AJM, Armstrong DG, Albert SF, Frykberg RG, Hellman R, Kirkman MS, *et al.* Comprehensive Foot Examination and Risk Assessment. *Diabetes Care* 2008;31(8):1679-85.
53. Kim T, Nunes AP, Mello MJ, Greenberg PB. Incidence of sports-related eye injuries in the United States: 2001-2009. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(11):1743-4.
54. Guimarães J, Bastos M, Melo M, Carvalheiro M. [Diabetic nephropathy: glomerular filtration rate and estimated creatinine clearance]. *Acta Med Port* 2007;20:145-50.
55. Koh KH, Dayanath B, Doery JC, Polkinghorne KR, Teede H, Kerr PG. Effect of exercise on albuminuria in people with diabetes. *Nephrology (Carlton)* 2011;16(8):704-9.
56. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS, editors. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2009.
57. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NA, 3rd, *et al.* Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007;115(17):2358-68.
58. Mendes R, Sousa N, Themudo Barata JL. [Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription]. *Acta Med Port* 2011;24(6):1025-30.
59. Goodman J, Thomas S, Burr JF. Physical activity series: cardiovascular risks of physical activity in apparently healthy individuals: risk evaluation for exercise clearance and prescription. *Can Fam Physician* 2013;59(1):46-9, e6-e10.

60. Sieira MC, Ricart AO, Estrany RS. Blood pressure response to exercise testing. *Apunts Med Esport* 2010;45(167):191-200.
61. Seaquist ER, Anderson J, Childs B, Cryer P, Dagogo-Jack S, Fish L, *et al.* Hypoglycemia and diabetes: a report of a workgroup of the american diabetes association and the endocrine society. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98(5):1845-59.
62. Younk LM, Mikeladze M, Tate D, Davis SN. Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2011;6(1):93-108.
63. Cryer PE. Exercise-related hypoglycemia-associated autonomic failure in diabetes. *Diabetes* 2009;58(9):1951-2.
64. Cryer PE, Davis SN, Shamoon H. Hypoglycemia in Diabetes. *Diabetes Care* 2003;26(6):1902-12.
65. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. Hyperglycemic Crises in Adult Patients With Diabetes. *Diabetes Care* 2009;32(7):1335-43.
66. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and Fluid Replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):377-90.
67. Derman W. Antihypertensive medications and exercise. *FIMS Positions Stand. Int SportsMed J* 2008;9(1):32-8.
68. Parker BA, Thompson PD. Effect of statins on skeletal muscle: exercise, myopathy, and muscle outcomes. *Exerc Sport Sci Rev* 2012;40(4):188-94.
69. Goldstein MR, Mascitelli L. Do statins cause diabetes? *Curr Diab Rep* 2013;13(3):381-90.
70. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF, *et al.* ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 2002;106(14):1883-92.
71. Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Effects of a community-based exercise program in clinical blood pressure of patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadefau J, Tarragó R, Tsolakidis E, editors. *Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science*. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 473.
72. Eston R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *Int J Sports Physiol Perform* 2012;7(2):175-82.
73. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
74. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res* 2004;18(2):353-8.
75. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetol* 2009;47(1):15-22.

76. Assah FK, Brage S, Ekelund U, Wareham NJ. The association of intensity and overall level of physical activity energy expenditure with a marker of insulin resistance. *Diabetologia* 2008;51(8):1399-407.
77. Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003;46(8):1071-81.
78. Jung JY, Han KA, Ahn HJ, Kwon HR, Lee JH, Park KS, *et al.* Effects of aerobic exercise intensity on abdominal and thigh adipose tissue and skeletal muscle attenuation in overweight women with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab J* 2012;36(3):211-21.
79. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boule NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2013;99(2):120-9.
80. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24(2):e69-76.
81. Meyer P, Gayda M, Juneau M, Nigam A. High-intensity aerobic interval exercise in chronic heart failure. *Curr Heart Fail Rep* 2013;10(2):130-8.
82. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med* 2012;42(7):587-605.
83. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med* 2012;42(6):489-509.
84. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med* 2013;43(10):927-54.
85. Gibala M. Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009;34(3):428-32.
86. Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, Jianxiong W. High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52(3):255-62.
87. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes* 2011;2011:868305.
88. Currie KD, Dubberley JB, McKelvie RS, MacDonald MJ. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(8):1436-42.
89. Ciolac EG. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? *Am J Cardiovasc Dis* 2012;2(2):102-10.
90. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc* 2007;82(7):803-11.
91. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, *et al.* Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation* 2008;118(4):346-54.

92. Flemmen G, Unhjem R, Wang E. High-intensity interval training in patients with substance use disorder. *Biomed Res Int* 2014;2014:616935.
93. Adams J, Ogola G, Stafford P, Koutras P, Hartman J. High-intensity interval training for intermittent claudication in a vascular rehabilitation program. *J Vasc Nurs* 2006;24(2):46-9.
94. Arnardottir RH, Boman G, Larsson K, Hedenstrom H, Emtner M. Interval training compared with continuous training in patients with COPD. *Respir Med* 2007;101(6):1196-204.
95. Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med* 2011;28(7):824-32.
96. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, *et al.* Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2011;111(6):1554-60.
97. Shaban N, Kenno KA, Milne KJ. The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;54(2):203-9.
98. Gillen JB, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC, Gibala MJ. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2012;14(6):575-7.
99. Mackenzie R, Maxwell N, Castle P, Elliott B, Brickley G, Watt P. Intermittent Exercise with and without Hypoxia Improves Insulin Sensitivity in Individuals with Type 2 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;97(4):E546-55.
100. Praet SF, Jonkers RA, Schep G, Stehouwer CD, Kuipers H, Keizer HA, *et al.* Long-standing, insulin-treated type 2 diabetes patients with complications respond well to short-term resistance and interval exercise training. *Eur J Endocrinol* 2008;158(2):163-72.
101. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, *et al.* The Effects of Free-Living Interval-Walking Training on Glycemic Control, Body Composition, and Physical Fitness in Type 2 Diabetes Patients: A randomized, controlled trial. *Diabetes Care* 2013;36(2):228-36.
102. Gaesser GA, Angadi SS. High-intensity interval training for health and fitness: can less be more? *J Appl Physiol* 2011;111(6):1540-1.
103. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(8):1381-95.
104. World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *J Indian Med Assoc* 2009;107(6):403-5.
105. Freckmann G, Baumstark A, Jendrike N, Zschornack E, Kocher S, Tshiananga J, *et al.* System accuracy evaluation of 27 blood glucose monitoring systems according to DIN EN ISO 15197. *Diabetes Technol Ther* 2010;12(3):221-31.

106. Ferraz D, Maia F, Araújo L. Glicemia Capilar em Ponta do Dedo Versus Lóbulo de Orelha: Estudo Comparativo dos Valores Resultantes e Preferências dos Pacientes. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2004;48(3):389-93.
107. Laguna Neto D, Robles FC, Dias FG, Pires AC. [Analysis of fingerstick capillary glycemia versus alternative site: Results and patients preferences]. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009;53(3):344-7.
108. O'Brien E, Asmar R, Beilin L, Imai Y, Mallion JM, Mancia G, *et al.* European Society of Hypertension recommendations for conventional, ambulatory and home blood pressure measurement. *J Hypertens* 2003;21(5):821-48.
109. Belghazi J, El Feghali RN, Moussalem T, Rejdych M, Asmar RG. Validation of four automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension. *Vasc Health Risk Manag* 2007;3(4):389-400.
110. Myers J, Arena R, Franklin B, Pina I, Kraus WE, McInnis K, *et al.* Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the american heart association. *Circulation* 2009;119(24):3144-61.
111. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med* 1988;5(5):303-11.
112. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5):377-81.
113. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):377-90.
114. Saenz A, Fernandez-Esteban I, Mataix A, Ausejo M, Roque M, Moher D. Metformin monotherapy for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2005(3):CD002966.
115. Goldstein BJ, Feinglos MN, Lunceford JK, Johnson J, Williams-Herman DE. Effect of initial combination therapy with sitagliptin, a dipeptidyl peptidase-4 inhibitor, and metformin on glycemic control in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2007;30(8):1979-87.
116. Guarino E, Nigi L, Patti A, Fondelli C, Dotta F. Combination therapy with metformin plus vildagliptin in type 2 diabetes mellitus. *Expert Opin Pharmacother* 2012;13(9):1377-84.
117. Fritz T, Rosenqvist U. Walking for exercise - immediate effect on blood glucose levels in type 2 diabetes. *Scand J Prim Health Care* 2001;19(1):31-3.
118. Kato M, Goto A, Tanaka T, Sasaki S, Igata A, Noda M. Effects of walking on medical cost: A quantitative evaluation by simulation focusing on diabetes. *J Diabetes Investig* 2013;4(6):667-72.
119. Tudor-Locke CE, Bell RC, Myers AM, Harris SB, Lauzon N, Rodger NW. Pedometer-determined ambulatory activity in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2002;55(3):191-9.

120. Bjorgaas M, Vik JT, Saeterhaug A, Langlo L, Sakshaug T, Mohus RM, *et al.* Relationship between pedometer-registered activity, aerobic capacity and self-reported activity and fitness in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2005;7(6):737-44.
121. Strycker LA, Duncan SC, Chaumeton NR, Duncan TE, Toobert DJ. Reliability of pedometer data in samples of youth and older women. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007;4:4.
122. Harris TJ, Owen CG, Victor CR, Adams R, Ekelund U, Cook DG. A comparison of questionnaire, accelerometer, and pedometer: measures in older people. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1392-402.
123. Mendes R, Sousa N, Sampaio J, Oliveira J. Acute effects of aerobic exercise on ambulatory blood pressure of institutionalized elderly: a pilot study. *Gazz Med Ital* 2013;172(7-8):569-77.
124. Dube MC, Tremblay A, Lavoie C, John Weisnagel S. Effect of exercise on food consumption and appetite sensations in subjects with diabetes. *Appetite* 2013;71:403-10.
125. Harrell RM, Orzeck EA. Coding guidelines for continuous glucose monitoring. *Endocr Pract* 2010;16(2):151-4.
126. Klonoff DC. Continuous glucose monitoring: roadmap for 21st century diabetes therapy. *Diabetes Care* 2005;28(5):1231-9.
127. Bartlett JD, Close GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J Sports Sci* 2011;29(6):547-53.
128. Lunt H, Draper N, Marshall HC, Logan FJ, Hamlin MJ, Shearman JP, *et al.* High intensity interval training in a real world setting: a randomized controlled feasibility study in overweight inactive adults, measuring change in maximal oxygen uptake. *PLoS One* 2014;9(1):e83256.
129. Plotnikoff RC, Costigan SA, Karunamuni ND, Lubans DR. Community-based physical activity interventions for treatment of type 2 diabetes: a systematic review with meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2013;4(3):1-17.
130. Sazlina SG, Browning C, Yasin S. Interventions to Promote Physical Activity in Older People with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Front Public Health* 2013;1:71.
131. Gardete Correia L, Boavida JM, Fragoso de Almeida JP, Massano Cardoso S, Dores J, Sequeira Duarte J, *et al.* Diabetes: Factos e Números 2012 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Diabetologia 2013.
132. Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM. Como melhorar a aptidão física em doentes com diabetes tipo 2? Estudo piloto do Diabetes em Movimento®. In: Vilaça J, Saavedra F, Fernandes HM, Reis VM, editors. *Actas do 3º Simpósio Internacional de Força e Condição Física*. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2013. p. 70-1.
133. Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Falls prevention in patients with type 2 diabetes: Results from Diabetes em Movimento® pilot study. *Atención Primaria* 2013;45(S2):89.

134. Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata JL, Reis VM. Efficacy of acute high-intensity interval training in lowering glycemia in patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. *Br J Sports Med* 2013;47(10):e3.11.
135. Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata J, Reis V. Safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes treated with oral hypoglycemic agents: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadefau J, Tarragó R, Tsolakidis E, editors. *Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science*. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 113-4.
136. Mendes R, Sousa N, Pon J, Reis VM, Themudo Barata JL. Eventos adversos associados ao exercício em doentes com diabetes tipo 2 - estudo da fase piloto do Diabetes em Movimento® um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 19.
137. Mendes R, Sousa N, Dias F, Domingues M, Marinho D, Reis VM, *et al.* Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 - estudo da frequência e aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento®. Livro de Resumos do X Curso Pós-Graduado sobre Envelhecimento: Geriatria Prática; Coimbra 2012. p. 17.
138. Rikli RE, Jones CJ. The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *J Aging Phys Act* 1998;6:363-75.
139. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport* 1999;70(2):113-9.
140. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport* 1998;69(4):338-43.
141. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-8.
142. Park J, Peters PA. Mortality from diabetes mellitus, 2004 to 2008: A multiple-cause-of-death analysis. *Health Rep* 2014;25(3):12-6.
143. Zethelius B, Gudbjornsdottir S, Eliasson B, Eeg-Olofsson K, Cederholm J. Level of physical activity associated with risk of cardiovascular diseases and mortality in patients with type-2 diabetes: report from the Swedish National Diabetes Register. *Eur J Prev Cardiol* 2014;21(2):244-51.
144. Kodama S, Tanaka S, Heianza Y, Fujihara K, Horikawa C, Shimano H, *et al.* Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2013;36(2):471-9.
145. Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, Kaaks R, Teucher B, Johnsen NF, *et al.* Physical Activity and Mortality in Individuals With Diabetes Mellitus: A Prospective Study and Meta-analysis. *Arch Intern Med* 2012:1-11.
146. Hermann G, Herbst A, Schutt M, Kempe HP, Krakow D, Muller-Korbsch M, *et al.* Association of physical activity with glycaemic control and cardiovascular risk profile in 65 666 people with Type 2 diabetes from Germany and Austria. *Diabet Med* 2014(Epub ahead of print).

147. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, *et al.* Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;305(17):1790-9.
148. Church TS, Blair SN, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, *et al.* Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010;304(20):2253-62.
149. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, *et al.* Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007;147(6):357-69.
150. Lambers S, Van Laethem C, Van Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clin Rehabil* 2008;22(6):483-92.
151. Sparks LM, Johannsen NM, Church TS, Earnest CP, Moonen-Kornips E, Moro C, *et al.* Nine months of combined training improves ex vivo skeletal muscle metabolism in individuals with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98(4):1694-702.
152. Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, *et al.* Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr* 2007;85(5):1197-202.
153. Stevens RJ, Kothari V, Adler AI, Stratton IM. The UKPDS risk engine: a model for the risk of coronary heart disease in Type II diabetes (UKPDS 56). *Clin Sci (Lond)* 2001;101(6):671-9.
154. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Community-based exercise program for patients with type 2 diabetes. *Br J Sports Med* 2013;47(10):e3.43.
155. Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. *Rev Medicina Desportiva informa* 2013;4(4):18-20.
156. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(7):1510-30.
157. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116(9):1094-105.
158. Sue Kirkman M, Briscoe VJ, Clark N, Florez H, Haas LB, Halter JB, *et al.* Diabetes in older adults: a consensus report. *J Am Geriatr Soc* 2012;60(12):2342-56.
159. Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, Rami T, Brancati FL, Powe NR, *et al.* Meta-analysis: glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus. *Ann Intern Med* 2004;141(6):421-31.
160. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, De Feo P, Cavallo S, Cardelli P, *et al.* Effect of an intensive exercise intervention strategy on modifiable cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Arch Intern Med* 2010;170(20):1794-803.

161. Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *J Sports Sci Med* 2012;11(3):495-501.
162. Loimaala A, Groundstroem K, Rinne M, Nenonen A, Huhtala H, Parkkari J, *et al.* Effect of long-term endurance and strength training on metabolic control and arterial elasticity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol* 2009;103(7):972-7.
163. Dobrosielski DA, Barone Gibbs B, Chaudhari S, Ouyang P, Silber HA, Stewart KJ. Effect of exercise on abdominal fat loss in men and women with and without type 2 diabetes. *BMJ Open* 2013;3(11):e003897.
164. Ferrer-Garcia JC, Sanchez Lopez P, Pablos-Abella C, Albalat-Galera R, Elvira-Macagno L, Sanchez-Juan C, *et al.* [Benefits of a home-based physical exercise program in elderly subjects with type 2 diabetes mellitus]. *Endocrinol Nutr* 2011;58(8):387-94.
165. Christos Z, Tokmakidis SP, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM, Douda E, *et al.* Lipoprotein profile, glycemic control and physical fitness after strength and aerobic training in post-menopausal women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2009;106(6):901-7.
166. Praet SF, van Rooij ES, Wijtvliet A, Boonman-de Winter LJ, Enneking T, Kuipers H, *et al.* Brisk walking compared with an individualised medical fitness programme for patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2008;51(5):736-46.
167. Aylin K, Arzu D, Sabri S, Handan TE, Ridvan A. The effect of combined resistance and home-based walking exercise in type 2 diabetes patients. *Int J Diabetes Dev Ctries* 2009;29(4):159-65.
168. Magalhães P, Duarte J, Lopes V. Efeito de um programa de exercício físico de longa duração no controlo glicémico de doentes com diabetes mellitus do tipo 2. In: Lopes V, Rodrigues V, Coelho E, Monteiro M, editors. *Promoção da Saúde e Actividade Física: Contributos para o Desenvolvimento Humano*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; 2010. p. 153-69.
169. Pijpers E, Ferreira I, de Jongh RT, Deeg DJ, Lips P, Stehouwer CD, *et al.* Older individuals with diabetes have an increased risk of recurrent falls: analysis of potential mediating factors: the Longitudinal Ageing Study Amsterdam. *Age Ageing* 2012;41(3):358-65.
170. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, *et al.* Effect of High-versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *PLoS One* 2012;7(11):e49297.
171. Duarte R, Silva Nunes J, Dores J, Rodrigues E, Raposo J, Carvalho D, *et al.* Recomendações Nacionais da SPD para o Tratamento da Hiperglicemia na Diabetes Tipo 2 - Versão Resumida. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2013;8(1):30-41.
172. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, *et al.* Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128(8):873-934.
173. Hage FG, Lusa L, Dondi M, Giubbini R, Iskandrian AE. Exercise stress tests for detecting myocardial ischemia in asymptomatic patients with diabetes mellitus. *Am J Cardiol* 2013;112(1):14-20.

174. Kim MK, Baek KH, Song KH, Kwon HS, Lee JM, Kang MI, *et al.* Exercise treadmill test in detecting asymptomatic coronary artery disease in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab J* 2011;35(1):34-40.
175. Segerstrom AB, Glans F, Eriksson KF, Holmback AM, Groop L, Thorsson O, *et al.* Impact of exercise intensity and duration on insulin sensitivity in women with T2D. *Eur J Intern Med* 2010;21(5):404-8.
176. Wagner H, Degerblad M, Thorell A, Nygren J, Stahle A, Kuhl J, *et al.* Combined Treatment With Exercise Training and Acarbose Improves Metabolic Control and Cardiovascular Risk Factor Profile in subjects With Mild Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2006;29(7):1471-7.
177. Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, *et al.* Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Phys Ther* 2008;88(11):1345-54.
178. Tulloch H, Sweet SN, Fortier M, Capstick G, Kenny GP, Sigal RJ. Exercise facilitators and barriers from adoption to maintenance in the diabetes aerobic and resistance exercise trial. *Can J Diabetes* 2013;37(6):367-74.
179. Korkiakangas EE, Alahuhta MA, Laitinen JH. Barriers to regular exercise among adults at high risk or diagnosed with type 2 diabetes: a systematic review. *Health Promot Int* 2009;24(4):416-27.
180. Silva MN, Themudo Barata JL, Teixeira PJ. [Physical activity in diabetes: an impossible mission or a motivational question?]. *Rev Port Cardiol* 2013;32(Suppl 1):35-43.
181. Egan AM, Mahmood WA, Fenton R, Redziniak N, Kyaw Tun T, Sreenan S, *et al.* Barriers to exercise in obese patients with type 2 diabetes. *QJM* 2013;106(7):635-8.
182. Casey D, De Civita M, Dasgupta K. Understanding physical activity facilitators and barriers during and following a supervised exercise programme in Type 2 diabetes: a qualitative study. *Diabet Med* 2010;27(1):79-84.
183. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports* 1985;100(2):126-31.
184. United States Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans*. Rockville: U.S. Department of Health and Human Services 2008.
185. Pate RR. The Evolving Definition of Physical Fitness. *Quest* 1988;40(3):174-9.
186. Fang Z, Sharman J, Prins J, Marwick T. Determinants of Exercise Capacity in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2005;28(7):1643-8.
187. Regensteiner J. Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Exercise Performance. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders* 2004;5:269-76.
188. Church T, Cheng Y, Earnest C, Barlow C, Gibbons L, Priest E, *et al.* Exercise Capacity and Body Composition as Predictors of Mortality Among Men With Diabetes. *Diabetes Care* 2004;27(1):83-8.
189. Bennett WL, Ouyang P, Wu AW, Barone BB, Stewart KJ. Fatness and fitness: how do they influence health-related quality of life in type 2 diabetes mellitus? *Health Qual Life Outcomes* 2008;6:110.

190. Morrison S, Colberg SR, Mariano M, Parson HK, Vinik AI. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2010;33(4):748-50.
191. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2002;56(2):115-23.
192. Grelier S, Serresse O, Boudreau-Lariviere C, Zory R. Effects of a three-month combined training program on the cardiopulmonary and muscle strength capacities of type 2 diabetic subjects. *J Sports Med Phys Fitness* 2013;53(1):56-64.
193. Larose J, Sigal RJ, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, *et al.* The Effect of Exercise Training on Physical Fitness in Type 2 Diabetes Mellitus. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(8):1439-47.
194. Taylor JD. The impact of a supervised strength and aerobic training program on muscular strength and aerobic capacity in individuals with type 2 diabetes. *J Strength Cond Res* 2007;21(3):824-30.
195. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, *et al.* Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA* 2009;301(19):2024-35.
196. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Mazzitelli G, Bazuro A, *et al.* Changes in physical fitness predict improvements in modifiable cardiovascular risk factors independently of body weight loss in subjects with type 2 diabetes participating in the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Diabetes Care* 2012;35(6):1347-54.
197. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Kenny GP. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22(4):e45-54.
198. Johannsen NM, Swift DL, Lavie CJ, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Categorical analysis of the impact of aerobic and resistance exercise training, alone and in combination, on cardiorespiratory fitness levels in patients with type 2 diabetes: results from the HART-D study. *Diabetes Care* 2013;36(10):3305-12.
199. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, *et al.* Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2013;61(2):202-8.
200. Tokmakidis S, Zois C, Volaklis K, Kotsa K, Touvra A. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2004;92:437-42.

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

***DIABETES EM MOVIMENTO*<sup>®</sup> - PROGRAMA COMUNITÁRIO  
DE EXERCÍCIO PARA PESSOAS COM DIABETES TIPO 2**

EFEITOS NO CONTROLO GLICÉMICO, FATORES DE RISCO  
CARDIOVASCULAR E APTIDÃO FÍSICA

**ANEXOS**

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto

**Romeu Duarte Carneiro Mendes**

**Orientadores:** Prof. Doutor Victor Manuel Machado de Ribeiro dos Reis  
Prof. Doutor José Luís Ribeiro Themudo Barata



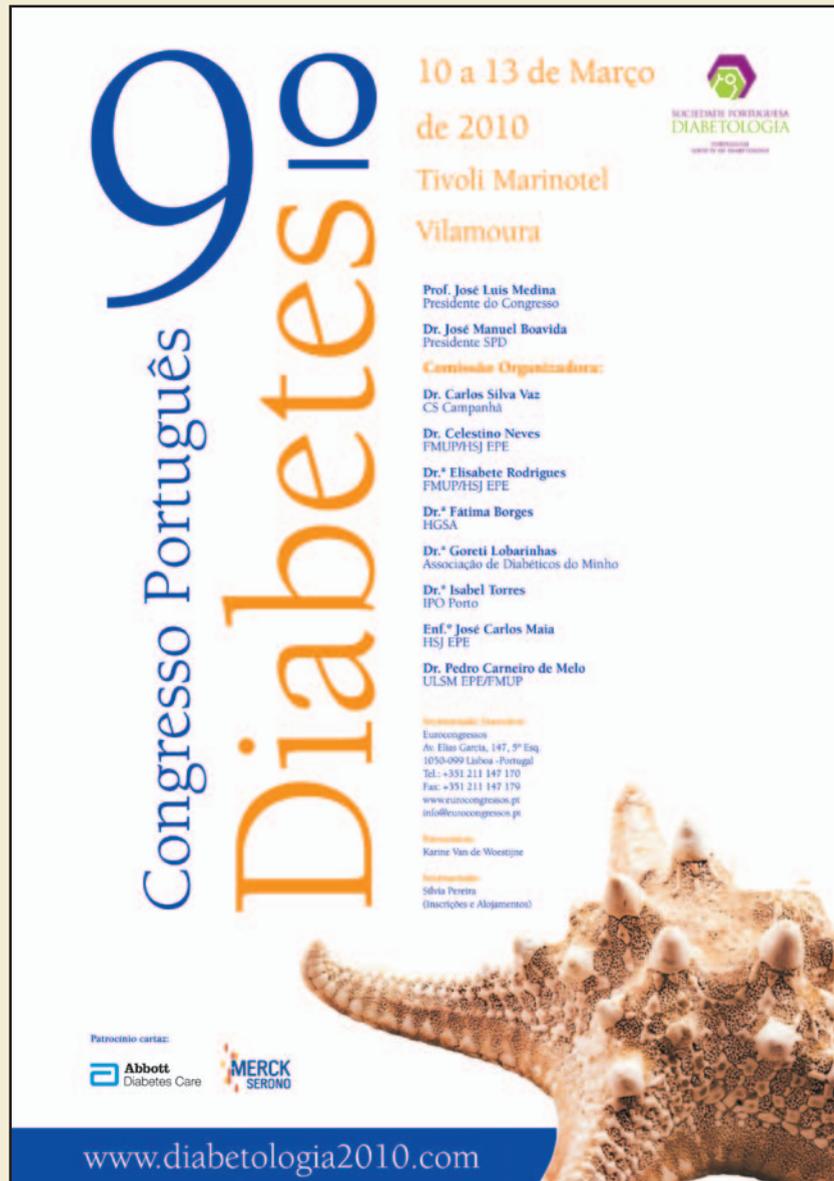
Vila Real, 2014



**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Actividade Física na Diabetes Tipo 2: Modelo de um Programa de Exercício. Revista Portuguesa de Diabetes 2010;5(S1):46.**



# Revista Portuguesa de Diabetes



**9**  
Congresso Português  
**Diabetes 10**

**10 a 13 de Março  
de 2010**

**Tivoli Marinotel  
Vilamoura**

**Prof. José Luis Medina**  
Presidente do Congresso

**Dr. José Manuel Boavida**  
Presidente SPD

**Comissão Organizadora:**

**Dr. Carlos Silva Vaz**  
CS Campanhã

**Dr. Celestino Neves**  
FMUP/HISJ EPE

**Dr.ª Elisabete Rodrigues**  
FMUP/HISJ EPE

**Dr.ª Fátima Borges**  
HGSA

**Dr.ª Goreti Lobarinhas**  
Associação de Diabéticos do Minho

**Dr.ª Isabel Torres**  
IPO Porto

**Enf.ª José Carlos Maia**  
HSJ EPE

**Dr. Pedro Carneiro de Melo**  
ULSM EPE/FMUP

**Intercongresso Diabetes:**  
Eurocongresso  
Av. Elias Garcia, 147, 5.º Esq.  
1050-099 Lisboa - Portugal  
Tel.: +351 211 147 170  
Fax: +351 211 147 170  
www.eurocongressos.pt  
info@eurocongressos.pt

**Patrocínio:**  
Karinne Van de Wouyette

**Organizadora:**  
Sílvia Pereira  
(Inscrições e Alojamentos)

**Patrocínio cartaz:**  
 

[www.diabetologia2010.com](http://www.diabetologia2010.com)



## Comunicações e Posters

Orgão oficial da:



SOCIEDADE PORTUGUESA  
DIABETOLOGIA  
PORTUGUESE  
SOCIETY OF DIABETOLOGY

## P20

### ACTIVIDADE FÍSICA NA DIABETES TIPO 2: MODELO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO

Mendes R<sup>1</sup>, Sousa N<sup>1</sup>, Reis V<sup>1</sup>, Themudo-Barata J<sup>2</sup>

O número de pessoas com diabetes está a aumentar em todo o mundo, essencialmente devido ao envelhecimento da população e ao aumento da prevalência da obesidade e da inactividade física.

As fortes evidências dos benefícios da actividade física e do exercício regular têm levado várias organizações internacionais a recomendarem a actividade física de uma forma geral e o exercício em particular, como uma estratégia de intervenção não farmacológica e de modificação do estilo de vida, fundamental na prevenção primária, tratamento e controlo da diabetes tipo 2 e dos problemas cardiovasculares associados.

Este trabalho tem por objectivo apresentar um programa de exercício modelo, de acordo com as recomendações internacionais para a diabetes tipo 2, tendo em consideração que a grande parte desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso/obesidade e possui mais de 60 anos. O programa de exercício proposto tem elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, podendo ser facilmente aplicado em contexto comunitário ou nas actividades educacionais e de promoção da saúde prestadas pelos cuidados de saúde primários.

As sessões de exercício visam melhorar o controlo glicémico, diminuir a insulino-resistência, melhorar a composição corporal, reduzir os factores de risco cardiovascular e aumentar a aptidão física.

O programa deve ser aplicado com uma frequência mínima de 3 sessões semanais (dias não consecutivos). As sessões de exercício são constituídas por um período de aquecimento, onde se inclui a caminhada e exercícios de flexibilidade; um período de trabalho cardiovascular com exercícios aeróbios, onde se inclui a caminhada e/ou o *jogging*; um trabalho de força e resistência muscular com exercícios resistidos e, no final, um período de recuperação activa, englobando exercícios respiratórios e de flexibilidade. As sessões são programadas para uma duração aproximada de 90 minutos, e para serem supervisionadas por um instrutor profissionalmente qualificado.

(1) Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

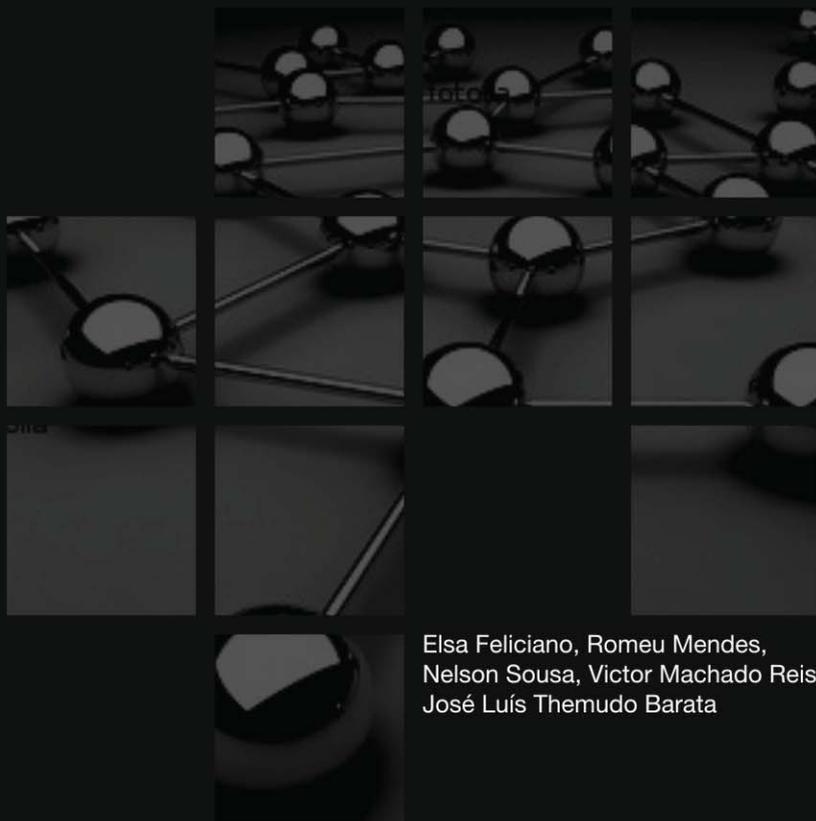
(2) Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior, Centro Hospitalar Cova da Beira.

Feliciano E, **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL, editors. Programas de Exercício e de Alimentação na Diabetes Tipo 2: Abordagem Prática. 1ª ed. Lisboa: Heartbrain Lda; 2010.



Programas  
de Exercício  
e de Alimentação  
na Diabetes Tipo 2:  
Abordagem Prática

# Diabetes



Elsa Feliciano, Romeu Mendes,  
Nelson Sousa, Victor Machado Reis,  
José Luís Themudo Barata

# PROGRAMAS DE EXERCÍCIO E DE ALIMENTAÇÃO NA DIABETES TIPO 2

***Elsa Feliciano***

*Assessora de Nutrição da Fundação Portuguesa de Cardiologia*

***Romeu Mendes***

*Mestre em Ciências do Desporto, Bolseiro de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), membro colaborador do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD) da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*

***Nelson Sousa***

*Doutor em Ciências do Desporto, Professor Auxiliar do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, membro integral do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)*

***Victor Machado Reis***

*Doutor em Ciências do Desporto, Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, membro integral do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)*

***José Luís Themudo Barata***

*Doutor em Medicina, Médico especialista em Medicina Interna e Medicina Desportiva, Director do Serviço de Nutrição e Actividade Física do Centro Hospitalar Cova da Beira, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior*

**Patrocínio:**

Grupo TECNIFAR

Farmacêutica

Rua Tierno Galvan, Torre 3 - 12º

1099-036 Lisboa

Tel.: 210 330 700

Fax: 210 330 709

E-mail: [grupotecnifar@tecnifar.pt](mailto:grupotecnifar@tecnifar.pt)

Site: [www.tecnifar.pt](http://www.tecnifar.pt)

**Produção e Edição:**

Heartbrain – Consultores em Comunicação Lda

Rua Diogo de Silves 4-B

1400-107 Lisboa

Tel.: 213 020 706

Fax: 213 020 707

E-mail: [heartbrain.lda@net.novis.pt](mailto:heartbrain.lda@net.novis.pt)

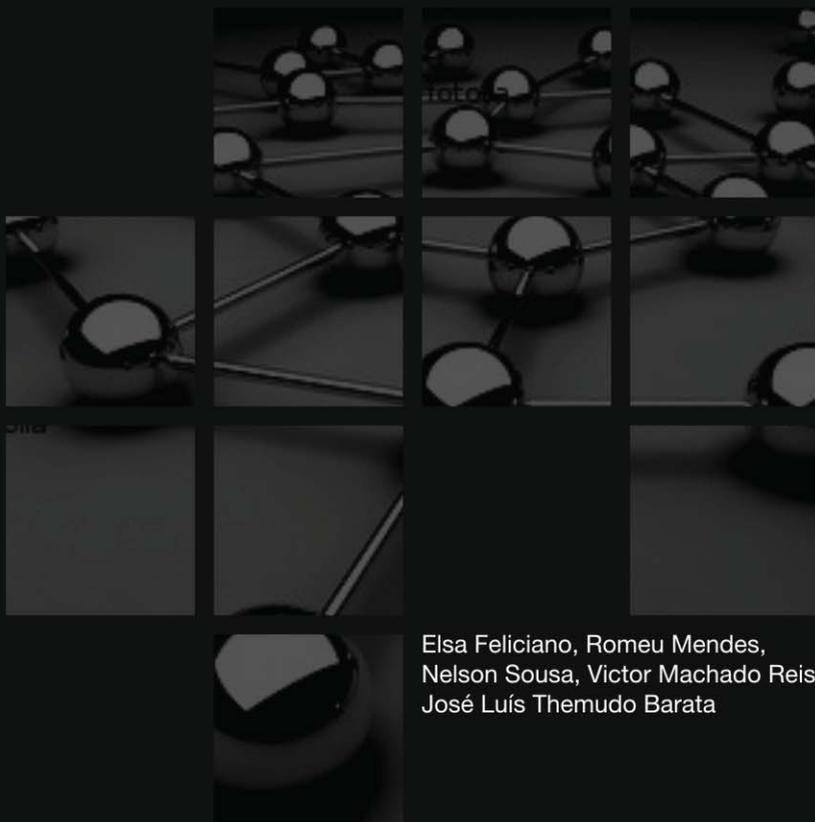


**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL. Actividade Física na Diabetes Tipo 2: Proposta de um Programa de Exercício. In: Feliciano E, Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL, editors. Programas de Exercício e de Alimentação na Diabetes Tipo 2: Abordagem Prática. 1ª ed. Lisboa: Heartbrain Lda; 2010. p. 5-31.**



Programas  
de Exercício  
e de Alimentação  
na Diabetes Tipo 2:  
Abordagem Prática

Diabetes



Elsa Feliciano, Romeu Mendes,  
Nelson Sousa, Victor Machado Reis,  
José Luís Themudo Barata

**Patrocínio:**

Grupo TECNIFAR

Farmacêutica

Rua Tierno Galvan, Torre 3 - 12º

1099-036 Lisboa

Tel.: 210 330 700

Fax: 210 330 709

E-mail: [grupotecnifar@tecnifar.pt](mailto:grupotecnifar@tecnifar.pt)

Site: [www.tecnifar.pt](http://www.tecnifar.pt)

**Produção e Edição:**

Heartbrain – Consultores em Comunicação Lda

Rua Diogo de Silves 4-B

1400-107 Lisboa

Tel.: 213 020 706

Fax: 213 020 707

E-mail: [heartbrain.lda@net.novis.pt](mailto:heartbrain.lda@net.novis.pt)

# ACTIVIDADE FÍSICA NA DIABETES TIPO 2: PROPOSTA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO

*Romeu Mendes*

Mestre em Ciências do Desporto, Bolseiro de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), membro colaborador do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD) da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

*Nelson Sousa*

Doutor em Ciências do Desporto, Professor Auxiliar do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, membro integral do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

*Victor Machado Reis*

Doutor em Ciências do Desporto, Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, membro integral do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

*José Luís Themudo Barata*

Doutor em Medicina, Médico especialista em Medicina Interna e Medicina Desportiva, Director do Serviço de Nutrição e Actividade Física do Centro Hospitalar Cova da Beira, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior

## INTRODUÇÃO

Actualmente, são sólidas as evidências dos efeitos positivos retirados da actividade física e da prática de exercício regular no contexto da saúde. Como consequência, várias organizações internacionais recomendam a actividade física de uma forma geral, e o exercício planeado em particular, como uma estratégia de intervenção não farmacológica e de modificação do estilo de vida, fundamental na prevenção, tratamento e controlo da diabetes tipo 2 e dos problemas cardiovasculares associados.

Actividade física refere-se ao movimento do corpo humano que é produzido pela contracção dos músculos esqueléticos e que aumenta o dispêndio energético. Por sua vez, o exercício físico refere-se à actividade física programada, estruturada e repetitiva, com o objectivo de melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física. Ou seja, todo o exercício físico é actividade física, mas nem toda a actividade física é exercício.

A prescrição efectiva de exercício para o doente diabético deverá incluir recomendações sobre o tipo, modo, duração, intensidade, frequência e progressão do exercício. Por outro lado, também deve orientar sobre situações



**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2. Revista Portuguesa de Diabetes 2011;6(2):62-70.**



## Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2

R. Mendes<sup>1</sup>, N. Sousa<sup>2</sup>, V. M. Reis<sup>3</sup>, J. L. Themudo Barata<sup>4</sup>

- 1- Mestre em Ciências do Desporto; Bolseiro de Doutoramento da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia; Membro Colaborador do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD) da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD); Vila Real, Portugal
- 2- Doutor em Ciências do Desporto; Professor Auxiliar do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD); Membro Integrado do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal
- 3- Doutor em Ciências do Desporto; Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD); Membro Integrado do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal
- 4- Doutor em Medicina; Médico especialista em Medicina Interna e Medicina Desportiva; Director do Serviço de Nutrição e Atividade Física do Centro Hospitalar Cova da Beira; Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior (UBI), Covilhã, Portugal

### Resumo

A prática de exercício regular assume-se cada vez mais como parte fundamental do tratamento e controlo da diabetes tipo 2, com efeitos positivos no controlo glicémico, na insulino-resistência e no risco cardiovascular. Este trabalho tem por objectivo apresentar um programa de exercício com elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, de acordo com as recomendações internacionais para a diabetes tipo 2 e tendo em consideração que grande parte desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso ou obesidade e possui mais de 60 anos. O programa de exercício proposto pode ser facilmente aplicado em contexto comunitário ou nas atividades educacionais e de promoção da saúde prestadas pelos cuidados de saúde primários. A maioria dos doentes com diabetes tipo 2 pode praticar exercício de forma segura e efectiva, desde que sejam tomadas determinadas precauções. O exercício deverá ser adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo e deve ser praticado com regularidade para ter benefícios continuados.

### Abstract

Regular exercise is an important part of type 2 diabetes treatment and control with positive effects on glycemic control, insulin resistance and cardiovascular risk. This paper aims to present an exercise program with high applicability and low material resources, in accordance with international guidelines for exercise on type 2 diabetes and regarding that this population is largely sedentary, have low fitness, excess of weight or obesity, and is over 60 years old. The exercise program proposed can be easily applied in a community context or in educational and health promotion activities provided by primary health care. Most patients with type 2 diabetes can exercise safely and effectively if certain precautions are taken. Exercises should be adjusted to the complications and contraindications of each individual and should be practiced regularly to have continued benefits.

### INTRODUÇÃO

Os benefícios para a saúde da atividade física habitual e da prática de exercício físico regular, são atualmente sustentados por sólidas evidências científicas <sup>(1)</sup>, nomeadamente no controlo glicémico, na insulino-resistência e no risco cardiovascular <sup>(2,3)</sup>. Como consequência, várias organizações internacionais recomendam a atividade física de uma forma geral e o exercício físico em particular, como uma estratégia de intervenção não farmacológica e de modificação do estilo de vida, fundamental na prevenção, tratamento e controlo da diabetes tipo 2 e dos problemas cardiovasculares associados <sup>(2,4)</sup>. A atividade física refere-se a todo o movimento do corpo humano que é produzido pela contração dos músculos esqueléticos e que aumenta o dispêndio energético. Por sua vez, o exercício físico refere-se à atividade física programa-

da, estruturada e repetitiva, com o objectivo de melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física <sup>(5)</sup>. Ou seja, todo o exercício físico é atividade física, mas nem toda a atividade física é exercício. A prescrição efetiva de exercício para o doente diabético deve incluir recomendações sobre o tipo, modo, duração, intensidade, frequência e progressão do exercício. Por outro lado, também deve orientar sobre situações específicas, como a prevenção e controlo das hipoglicemias ou a adaptação da realização do exercício a comorbilidades associadas, como por exemplo, o pé diabético. A prescrição de exercício deve atender ainda aos interesses, necessidades, horários, e contexto socioeconómico de cada indivíduo. A diabetes tipo 2 tem maior prevalência nos indivíduos com mais de 60 anos <sup>(6)</sup> e, uma vez que o envelhecimento está associado a uma redução do nível de atividade física <sup>(5)</sup>, os diabéticos tipo 2 são geralmente pessoas sedentárias e com baixo nível de aptidão. A diabetes tipo 2 está ainda intimamente relacionada com o excesso de peso e obesidade e suas complicações, metabólicas, músculo-esqueléticas e cardiovasculares. Todos estes fatores, determinantes do estado biológico e social do indivíduo tornam a prescrição de exercício uma tarefa complexa, que nem sempre resulta em sucesso. Este trabalho tem por objectivo apresentar um programa de exercício, de acordo com as recomendações internacionais para a diabetes tipo 2, tendo em con-

#### Correspondência:

Romeu Mendes  
Centro de Investigação em Desporto,  
Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
CIFOP - Departamento de Desporto  
Rua Doutor Manuel Cardona  
5000-558 Vila Real – PORTUGAL  
E-mail: romeuardtemendes@gmail.com

sideração que grande parte desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso ou obesidade e possui mais de 60 anos. O programa de exercício proposto tem elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, podendo ser facilmente aplicado em contexto comunitário ou nas atividades educacionais e de promoção da saúde prestadas pelos cuidados de saúde primários.

## RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS

Antes de se apresentarem as recomendações para a prática de exercício na diabetes tipo 2, importa clarificar alguns conceitos que serão várias vezes referidos. O exercício aeróbio refere-se aos exercícios em que os grandes músculos do corpo se movem de uma forma rítmica e durante períodos prolongados, como acontece na marcha, corrida, natação, remo ou ciclismo. O exercício resistido, refere-se aos movimentos dos músculos contra uma força aplicada (resistência), ou carga externa, que resulta no fortalecimento muscular localizado, através do aumento da força e resistência muscular. Este último pode ser realizado em máquinas de resistência convencionais (musculação), com pesos livres, bandas elásticas ou outras resistências como o peso do próprio corpo. O treino da flexibilidade, refere-se a atividades destinadas a preservar ou aumentar a amplitude de movimento em torno de uma articulação. O treino do equilíbrio refere-se a uma combinação de atividades desenvolvidas para aumentar a força e potência dos membros inferiores e reduzir a probabilidade de ocorrência de quedas (5). Os principais organismos internacionais (2,3) recomendam (Quadro I) a acumulação semanal de 150 minutos de exercício aeróbio com intensidade moderada (40-59% da frequência cardíaca de reserva; 55-69% da frequência cardíaca máxima; ou 12-13 numa escala de percepção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos) (7), distribuídos por um mínimo de 3 dias por semana e sem mais de 2 dias consecutivos sem exercício. Em alternativa, e se não existirem contra-indicações cardiovasculares e

músculo-esqueléticas, recomendam a acumulação semanal de 90 minutos de exercício aeróbio de intensidade vigorosa (60-84% da frequência cardíaca de reserva; 70-89% da frequência cardíaca máxima; ou 14-16 numa escala de percepção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos) (7). Podem ser realizadas combinações de atividades de intensidade moderada e vigorosa para cumprir estas recomendações. Por exemplo, uma pessoa pode cumprir as recomendações caminhando rapidamente (intensidade moderada) durante 30 minutos em dois dias da semana e, fazendo *jogging* (intensidade vigorosa) durante 20 minutos em dois outros dias. O exercício aeróbio de intensidade moderada equivale geralmente à marcha rápida, que acelera visivelmente o ritmo cardíaco, enquanto que o exercício aeróbio de intensidade vigorosa pode ser exemplificado pelo *jogging*, que provoca um aumento substancial da frequência cardíaca e do ritmo respiratório. O exercício aeróbio pode ser cumprido de forma contínua ou fracionada, em sessões de, no mínimo, 10 minutos. Recomenda-se também a realização de exercícios resistidos para fortalecimento muscular, em três dias da semana não consecutivos. É recomendada a realização de 5 a 10 exercícios multi-articulares, que envolvam os grandes grupos musculares e a execução de 3 a 4 séries de cada exercício, com uma resistência que não permita a realização de mais de 8 a 10 repetições (75 a 80% de uma repetição máxima), resultando em fadiga muscular localizada. Entre cada série é recomendado um descanso de 1 a 2 minutos. No entanto, nos primeiros 6 meses, é aconselhado fazer uma progressão lenta do número de séries, assim como da carga a utilizar, devendo-se começar por executar apenas uma série de cada exercício com uma carga que permita a realização de 10 a 15 repetições (2). É de realçar o facto destas recomendações de exercício resistido com a intensidade de 8 a 10 repetições máximas (75 a 80% de uma repetição máxima) terem sido idealizadas para serem cumpridas através de um programa progressivo de treino de pesos, com a utilização de máquinas de resistência e outros equipamentos de treino da

**Quadro I** - Recomendações internacionais para a prática de exercício na diabetes tipo 2.

Organismo	Tipo	Modo	Duração	Intensidade	Frequência
<b>American College of Sports Medicine e American Diabetes Association (2010)</b> (2)	Aeróbio	Ex. Marcha Rápida	150 min / semana	Moderada	Mínimo 3 dias / semana Não mais de 2 dias consecutivos sem EA
	Resistido	5 a 10 exercícios para os principais grupos musculares 3 a 4 séries de 8 a 10 repetições para cada exercício		8 a 10 RM	Mínimo 2 dias / semana (não consecutivos)
	Flexibilidade	Complementar aos outros tipos de exercício			
<b>American Heart Association (2009)</b> (3)	Aeróbio		150 min / semana	Moderada	3 a 7 dias / semana
			90 min / semana	Vigorosa	3 dias / semana
	Resistido	Grandes grupos musculares Exercícios multi-articulares 2 a 4 séries de 8 a 10 repetições para cada exercício 1 a 2 minutos de repouso entre séries		8 a 10 RM	3 dias / semana

Legenda: Ex: exemplo; min: minutos; EA: exercício aeróbio; RM: repetições máximas.

força. De uma forma geral e especialmente em contexto comunitário, este tipo de equipamentos nem sempre está disponível ou ao alcance da maioria dos indivíduos. No programa de exercício proposto neste trabalho, a intensidade do exercício resistido respeita outros critérios, tendo em conta os baixos recursos materiais que se pretendem utilizar, pelo que nem todos os benefícios deste tipo de exercício poderão ser alcançados. É recomendada ainda a realização de exercícios de flexibilidade, de forma complementar aos outros tipos de exercício, especialmente por parte dos idosos com elevado risco de queda<sup>(2)</sup>. Os exercícios de flexibilidade são recomendados para manter e aumentar a amplitude de movimento necessária para as atividades da vida diária e para a prática de exercício. Devido à relação de efeito dose-resposta entre a atividade física e saúde, todos os indivíduos que queiram melhorar a sua aptidão física e reduzir o risco de doenças crónicas beneficiam em exceder estas recomendações. Para perder peso ou prevenir o aumento de peso, estas recomendações podem não ser suficientes. Em regra, é necessária uma maior quantidade de exercício aeróbio de intensidade moderada, acumulado ao longo da semana: entre 150 a 250 minutos acumulados, para a prevenção do aumento de peso e mais de 250 minutos acumulados, quando o objectivo é perder peso ou prevenir a sua recuperação após perda<sup>(6)</sup>. A prática de exercício não dispensa a atividade física espontânea integrada num estilo de vida activo<sup>(2,3)</sup>. O desempenho diário das tarefas domésticas, passatempos ativos como a jardinagem ou bricolage, o passeio com o cão, o uso das escadas em vez do elevador, as deslocações a pé ou as brincadeiras ativas com os filhos ou netos são tão importantes como as horas dedicadas à prática do exercício.

## RISCOS DO EXERCÍCIO NA DIABETES

Para além dos riscos gerais inerentes a qualquer atividade física, algumas complicações da diabetes podem aumentar o risco durante a prática do exercício, assim como o exercício também pode agravar algumas das complicações da diabetes. Esta interação negativa pode ocorrer com as hipoglicemias, hiperglicemias, neuropatia periférica, doença vascular periférica, retinopatia, neuropatia autónoma, doença cardíaca e ainda com a desidratação e a medicação utilizada<sup>(2-4)</sup>.

### Hipoglicemias

A situação mais frequente e que pode ser facilmente controlada é a hipoglicemia. Os indivíduos medicados com insulina ou com secretagogos de insulina (sulfonilureias e meglitinidas) têm um maior risco de hipoglicemias, durante ou após a prática de exercício, se a dose de medicação ou o consumo de hidratos de carbono não for ajustado<sup>(2-4)</sup>. Os indivíduos medicados com estes fármacos devem adotar estratégias de prevenção e saber reconhecer precocemente os sinais e sintomas de hipoglicemia, de forma a tratá-la corretamente e evitar consequências graves. A auto-monitoriza-

ção dos níveis de glicemia parece ser a medida preventiva mais eficaz<sup>(3)</sup>. A glicemia capilar deve ser medida antes, ocasionalmente durante, e após o exercício<sup>(2)</sup>. No caso de diabéticos mal controlados, nas primeiras sessões de exercício, quando o programa de exercício se modifica, se houver alterações na medicação, ou após sessões de exercício intensas ou de longa duração, a glicemia capilar deve ser medida até várias horas após o exercício. Podem ocorrer hipoglicemias noturnas, que são de difícil reconhecimento e que surgem durante o sono e cujo risco é maior quando o exercício é intenso e decorre ao fim da tarde ou à noite. Se o valor da glicemia capilar antes do exercício for inferior a 100 mg/dL, devem ser ingeridos 15 a 20 gramas de hidratos de carbono de absorção rápida antes do início do exercício. Se o exercício for muito intenso ou prolongado (mais de uma hora), devem ser ingeridos hidratos de carbono adicionais, durante e após o exercício<sup>(2,4)</sup>. Em caso de hipoglicemias frequentes com o exercício, a dose prévia de insulina ou secretagogos de insulina deverá ser reduzida e ajustada. A administração da insulina não deve ser em zonas de grupos musculares que serão frequentemente utilizados durante o exercício.

### Hiperglicemia

Indivíduos com diabetes tipo 2, de uma forma geral, não necessitam de adiar o exercício devido a valores elevados de glicemia capilar (>300 mg/dL), se se sentirem bem e estiverem devidamente hidratados. No entanto, a prática de exercício deverá ser adiada em caso de hiperglicemias (>300 mg/dL) com presença de cetose<sup>(2)</sup>.

### Pé Diabético

Outra situação também muito frequente é o pé diabético, consequência da neuropatia periférica e da doença vascular periférica. A diminuição da sensibilidade nas extremidades resulta num aumento do risco de lesões e infeções<sup>(4)</sup>. Todos os indivíduos com neuropatia periférica devem usar calçado adequado e examinar os pés diariamente, especialmente antes e depois do exercício, para detetar precocemente possíveis lesões<sup>(2-4)</sup>. Os portadores de lesões nos pés ou feridas abertas devem restringir o exercício a actividades sem sustentação podal do peso corporal<sup>(2,4)</sup>. Natação e outras actividades aquáticas, exercício em bicicleta ou remo, exercícios em cadeiras e exercícios com os membros superiores são algumas das actividades recomendadas. Apesar da marcha expor o pé a impactos que podem contribuir para o desenvolvimento e manutenção da ulceração<sup>(3)</sup>, a marcha de intensidade moderada não parece aumentar o risco de úlceras no pé ou de re-ulceração, em sujeitos com doença neurovascular<sup>(2)</sup>.

### Retinopatia

Na presença de retinopatia diabética proliferativa ou de retinopatia diabética não proliferativa severa, as atividades que aumentem significativamente a pressão intra-ocular estão con-

tra-indicadas, por aumentarem o risco de hemorragia vítrea e de descolamento da retina <sup>(2-4)</sup>. Exercício aeróbio de intensidade vigorosa, exercício resistido, actividades de alto impacto com saltos ou choques, ou outras actividades que resultem na manobra de Valsalva devem ser evitados.

### Neuropatia Autónoma

A neuropatia autónoma pode aumentar o risco de lesões ou de eventos cardíacos adversos devido a uma diminuição da resposta cardíaca ao exercício, hipotensão postural, alteração da termorregulação, diminuição da visão noturna e alterações do aporte de hidratos de carbono, devido a gastroparesias, predispondo para hipoglicémias <sup>(4)</sup>. A neuropatia autónoma cardiovascular requer precauções no controlo da intensidade do exercício através da frequência cardíaca, devido a alterações na tolerância ao exercício e à diminuição da frequência cardíaca máxima <sup>(2)</sup>.

### Nefropatia

Indivíduos diabéticos com nefropatia e microalbuminúria não parecem estar sujeitos a restrições no exercício <sup>(2-4)</sup>.

### Risco Cardiovascular

O risco de um evento cardiovascular durante o exercício é baixo e os benefícios gerais do exercício excedem amplamente os seus riscos na população geral <sup>(3)</sup>. No entanto, este balanço ainda não está devidamente estudado em doentes com diabetes tipo 2, cuja prevalência de doença das artérias coronárias, sintomática ou assintomática, é mais elevada <sup>(2)</sup>. O papel dos testes de esforço para rastreio de doença das artérias coronárias será abordado mais à frente neste trabalho. Doentes diabéticos com doença coronária estabelecida, de risco moderado ou alto, deverão participar, preferencialmente, num programa de reabilitação cardíaca supervisionado, pelo menos inicialmente <sup>(2)</sup>. Estes doentes devem ser encorajados a começar o exercício com pequenos períodos de baixa intensidade e a aumentarem a intensidade e a duração de forma lenta e progressiva. Contudo, todos os diabéticos tipo 2 devem ser educados sobre os sintomas típicos e atípicos da isquémia do miocárdio e instruídos a reportarem estes sintomas aos supervisores dos programas de exercício.

### Hidratação

Quanto à hidratação, os diabéticos quando mal compensados apresentam poliúria e o risco de desidratação, com o exercício, é mais elevado. Todos os indivíduos devem começar o exercício previamente hidratados, e durante o exercício devem ingerir cerca de 0,4 a 0,8 L de água por hora <sup>(9)</sup>, à qual podem ser adicionados os hidratos de carbono de absorção rápida, referidos anteriormente para a prevenção das hipoglicemias, se o exercício for muito intenso ou prolongado.

### Medicação

O ajuste da medicação com o exercício, geralmente só é necessário com o uso de insulina ou secretagogos de insulina, de forma a prevenir as hipoglicemias, tal como referido anteriormente. Devido às complicações associadas à diabetes, são prescritos com regularidade uma variedade de outros medicamentos como diuréticos, beta-bloqueantes, inibidores da enzima conversora da angiotensina, ácido acetilsalicílico, agentes hipolipemiantes, entre outros. De uma forma geral estes medicamentos não afetam a resposta ao exercício, com algumas pequenas exceções. Os beta-bloqueantes podem diminuir a resposta da frequência cardíaca ao exercício e limitar a capacidade máxima de exercício através dos efeitos inotrópicos e cronotrópicos negativos. Podem ainda bloquear os sintomas adrenérgicos da hipoglicemia, aumentando o risco de hipoglicemias não detectadas durante o exercício. Os diuréticos podem também diminuir o volume global de sangue e fluidos, aumentando o risco de desidratação com o exercício. O uso de estatinas está associado a um aumento do risco de mialgias e miosites, que podem ser agravadas com o início de um programa de exercício, em indivíduos previamente sedentários <sup>(2)</sup>.

### AValiação Médica Pré-Exercício

Para realizar exercício de intensidade leve a moderada, como a marcha rápida, a avaliação médica inicial detalhada não parece ser necessária em indivíduos assintomáticos, uma vez que este tipo de atividade não representa um risco aumentado de agravar as complicações eventualmente presentes <sup>(2,3)</sup>. No entanto, os profissionais de saúde devem usar o seu bom senso clínico na recomendação da avaliação médica detalhada <sup>(2,4)</sup>. Parece ser sempre importante a avaliação das formas graves de retinopatia diabética, de pé diabético e de neuropatia autónoma cardiovascular, assim como dos indivíduos que iniciam a prática de exercício ao fim de vários anos de sedentarismo ou de diabetes. Para exercícios mais vigorosos que a marcha rápida ou que excedam as exigências da vida diária, a avaliação prévia detalhada é sempre recomendada, especialmente em diabéticos sedentários ou idosos <sup>(2,3)</sup>. Devem ser procuradas e avaliadas condições que possam aumentar o risco de eventos cardiovasculares, que possam contra-indicar algum tipo ou modo de exercício, ou predispor para lesões, como a hipertensão não controlada, neuropatia autónoma severa, neuropatia periférica severa ou história de lesões nos pés, e retinopatia proliferativa instável <sup>(2,4)</sup>. A idade do doente e o nível de actividade física anterior também deverão ser considerados. A presença de complicações pode obrigar a adaptar ou a limitar o exercício. O papel dos testes de esforço antes da participação num programa de exercício é um assunto discutível e controverso <sup>(3)</sup>. Não existem evidências de que sejam necessários para os indivíduos diabéticos assintomáticos que queiram praticar exercício de moderada intensidade como a marcha rápida, mas devem ser recomendados em sujeitos diabéticos sedentários ou idosos que possuam um risco moderado ou eleva-

do de doenças cardiovasculares e que queiram realizar exercício de intensidade vigorosa <sup>(2,4)</sup>. Doentes com sintomas sugestivos de doença das artérias coronárias devem ser sempre avaliados apropriadamente, independente do estado da diabetes ou da intensidade do exercício a praticar <sup>(3)</sup>. Também aqui se realça a importância do bom senso clínico na recomendação do teste de esforço. Um dos aspectos menos favoráveis da avaliação médica inicial detalhada e dos testes de esforço é que representam uma barreira adicional à prática de exercício, num grupo populacional onde este tipo de barreiras necessitam de ser reduzidas <sup>(2,3)</sup>.

### PROPOSTA METODOLÓGICA DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO

Tal como já foi referido anteriormente, pretende-se apresentar uma proposta de um programa de exercício, de acordo com as recomendações internacionais para a diabetes tipo 2 e tendo em consideração que a grande maioria desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso ou obesidade e possui mais de 60 anos. As sessões de exercício visam melhorar o controlo glicémico, diminuir a insulino-resistência, melhorar a composição corporal, reduzir os factores de risco cardiovascular e aumentar a aptidão física. O programa de exercício proposto tem elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, podendo ser facilmente aplicado de forma individual ou em contexto comunitário como em programas desenvolvidos por Autarquias, Juntas de Freguesia, Clubes, Centros de Saúde, Centros Hospitalares ou outras instituições. Apenas são necessárias cadeiras, cones, garrafas com água, garrafas com areia e balões (Figura 1). Como forma de aumentar a intensidade dos exercícios resistidos, sugerimos a progressão com a utilização de alteres, de pesos para os tornozelos ou de bandas elásticas. Recomenda-se que as sessões de exercício sejam supervisionadas por um fisiologista do exercício profissionalmente qualificado, de forma a garantir a segurança, a aumentar o controlo e a melhorar a aderência. Este profissional do exercício com competências específicas, deverá ser capaz de adaptar o exercício às contra-indicações e complicações de cada indivíduo com diabetes tipo 2, procedendo assim, se necessário, a uma prescrição individualizada. Para maximizar os efeitos de cada tipo de exercício recomendado – aeróbio e resistido, sugere-se a realização independente de sessões para cada um destes tipos de exercício. Dada a prevalência da diabetes tipo 2 em indivíduos com mais de 60 anos, é também importante e inclusão de actividades específicas para melhorar a flexibilidade, a agilidade e o equilíbrio. Os exercícios de flexibilidade, agilidade e equilíbrio são uma forma de reduzir o risco de quedas e de prevenir outros problemas de mobilidade <sup>(5)</sup>. Os exercícios de flexibilidade devem ser realizados quer nas sessões de exercício aeróbio, quer nas sessões de exercício resistido, enquanto que os exercícios de agilidade e equilíbrio podem ser associados apenas às sessões de exercício resistido. O Quadro II apresenta o resumo do tipo de exercício a realizar ao longo da semana, após uma fase de adaptação progressiva. Se



Figura 1 - Material básico do programa de exercício. Cadeiras, cones, garrafas de água, areia e balões.



Figura 2 - Exercício aeróbio. Marcha normal.

a disponibilidade de tempo durante a semana for reduzida, podem ser realizadas apenas três sessões semanais de exercício, em dias não consecutivos (por exemplo à 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> Feira), englobando todos os tipos de exercício: aeróbio, resistido, flexibilidade, agilidade e equilíbrio. No entanto, estas sessões serão inevitavelmente mais longas. Nas sessões de exercício aeróbio, o modo mais recomendado é a marcha, por apresentar várias vantagens: é acessível a toda a população, é económica, não tem contra-indicações importantes, tem baixo impacto articular, baixo risco cardiovascular e permite variar a intensidade (leve, moderada ou vigorosa). Estas sessões devem iniciar com um período aquecimento de 5 minutos de marcha normal (intensidade leve) (Figura 2) e a fase principal da sessão deve incluir 50 minutos de marcha rápida (intensidade moderada), ou 20 minutos de marcha muito rápida com pesos nas mãos (intensidade vigorosa) (Figura 3). Podem ainda ser realizadas algumas variantes como as estafetas (Figura 4), alternando a marcha muito rápida com a marcha normal. Os métodos de controlo da intensidade do exercício aeróbio através da frequência cardíaca nem sempre são possíveis de aplicar na maioria da população diabética, quer pelos casos de neuropatia autónoma cardiovascular, quer pelo uso frequente de medicação bradicardizante (por ex. beta-bloqueantes), quer pelos cálculos e monitorização constante que estes métodos requerem e que nem todos os indivíduos se mostram dispostos a fazer a médio e a longo prazo. Sugere-se assim a utilização de uma escala de percepção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos, onde 12-13 pontos correspondem a uma intensidade mo-

Quadro II - Programação do tipo de exercício a realizar ao longo da semana.

	Aeróbio	Resistido	Agilidade e Equilíbrio	Flexibilidade
2 <sup>a</sup> Feira	✓			✓
3 <sup>a</sup> Feira		✓	✓	✓
4 <sup>a</sup> Feira	✓			✓
5 <sup>a</sup> Feira		✓	✓	✓
6 <sup>a</sup> Feira	✓			✓
Sábado		✓	✓	✓
Domingo	✓			✓



**Figura 3** - Exercício aeróbio. Marcha rápida com carga adicional nas mãos. Garrafas com água ou com areia. Mobilização energética dos membros superiores em coordenação com os membros inferiores: quando um membro inferior avança, o membro superior do lado oposto avança também e assim sucessivamente.



**Figura 4** - Exercício aeróbio. Estafeta de marcha rápida. Garrafa como testemunho.

derada e 14-16 pontos correspondem a uma intensidade vigorosa <sup>(7)</sup>. Durante a fase principal destas sessões de exercício aeróbio, deve ser perguntado aos

participantes a pontuação (de 6 a 20 pontos) que dariam ao seu esforço e fazer pequenos ajustes à velocidade da marcha, de forma a que a intensidade percebida corresponda à intensidade pretendida. Após a fase principal, o retorno à calma deve englobar 5 minutos de marcha normal, exercícios de flexibilidade e um exercício respiratório, durante aproximadamente 2 minutos (Figura 5). Estas sessões devem ser realizadas, pelo menos, três vezes por semana. O Quadro III apresenta uma proposta de adaptação progressiva ao exercício aeróbio, utilizando a marcha rápida na fase principal da sessão. Selecionou-se um conjunto de dez exercícios de flexibilidade para serem realizados no final de todas as sessões de exercício: músculos flexores da perna (Figura 5), músculos extensores da perna (Figura 6), glúteos (Figura 7), articulação escápulo-umeral e músculos peitorais (Figura 8), articulação escápulo-umeral e músculos tricípites (Figura 9), articulação escápulo-umeral e músculos deltóides (Figura 10), articulação escápulo-umeral (Figura 11), coluna vertebral e músculos dorsais (Figura 12), músculos bicípites (Figura 13) e músculos do pescoço (Figura 14). Cada posição estática deve ser mantida por 10 a 30 segundos e devem ser realiza-

**Quadro III** - Adaptação progressiva ao exercício aeróbio ao longo de 8 semanas.

Semana	Marcha Normal	Marcha Rápida	Marcha Normal	Total	Frequência Semanal
1	5'	15'	5'	25'	2
2	5'	20'	5'	30'	2
3	5'	25'	5'	35'	3
4	5'	30'	5'	40'	3
5	5'	35'	5'	45'	3
6	5'	40'	5'	50'	4
7	5'	45'	5'	55'	4
8	5'	50'	5'	60'	4



**Figura 5** - Exercício respiratório. Com os braços estendidos ao longo do corpo, elevá-los o mais possível acima da cabeça, sincronizando o movimento com a inspiração. Baixar os braços até à posição inicial durante a expiração.



**Figura 6** - Exercício de flexibilidade para os músculos flexores da perna. Sentar no bordo anterior da cadeira com um dos membros inferiores em extensão. Tentar tocar com a mão do mesmo lado na ponta do pé. Manter uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar os dois membros inferiores de forma equitativa.



**Figura 7** - Exercício de flexibilidade para os músculos extensores da perna. Com uma mão segurar o tornozelo da perna do mesmo lado e aproxima-lo do glúteo. Apoiar a outra mão na cadeira e manter uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar os dois membros inferiores de forma equitativa.



**Figura 8** - Exercício de flexibilidade para os glúteos. Com uma mão segurar o Joelho da perna do mesmo lado e aproximar a coxa ao tronco. Apoiar a outra mão na cadeira e manter uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar os dois membros inferiores de forma equitativa.



**Figura 9** - Exercício de flexibilidade para a articulação escápulo-umeral e músculos peitorais. Com os dois membros superiores em extensão e paralelos ao solo, deslocar as mãos o mais posterior possível, mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido.



**Figura 10** - Exercício de flexibilidade para a articulação escápulo-umeral e músculos tricípites. Com uma das mãos por cima do ombro e a outra atrás das costas, tentar tocar e/ou sobrepor os dedos uns nos outros o mais possível, mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido e trocar as posições dos braços.

das entre 3 a 4 repetições <sup>(10)</sup>. As sessões de exercício resistido também devem começar com um período de aquecimento de 5 minutos de marcha normal. A fase principal deste tipo de sessão é constituída por um circuito de exercícios resistidos. Dada a aplicabilidade prática dos exercícios resistidos



**Figura 11** - Exercício de flexibilidade para a articulação escapulo-umeral e músculos deltóides. Com uma das mãos segurar o cotovelo do lado oposto e aproxima-lo do tronco o mais possível, mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar ambos os lados de forma equitativa.



**Figura 12** - Exercício de flexibilidade para a articulação escapulo-umeral. Entrelaçar os dedos das mãos atrás das costas. Afastar as mãos do tronco o mais possível, estendendo os membros superiores e mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido.



**Figura 13** - Exercício de flexibilidade para coluna vertebral e músculos dorsais. Com ambos os membros superiores em extensão acima da cabeça, elevar uma das mãos de forma alternada o mais possível, mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar ambos os lados de forma equitativa.



**Figura 14** - Exercício de flexibilidade para os bíceps. Com uma das mãos estender os dedos da outra mão, com membro superior em extensão e mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar os dois membros superiores de forma equitativa.



**Figura 15** - Exercício de flexibilidade para os músculos do pescoço. Com uma das mãos, inclinar a cabeça para o mesmo lado em direcção ao ombro, mantendo uma postura correcta. Manter esta posição durante o tempo definido. Alongar ambos os lados de forma equitativa.

propostos, não é possível seguir as recomendações internacionais de intensidade <sup>(2,3)</sup>. (75 a 80% de uma repetição máxima; 8 a 10 repetições máximas). Assim, cada série deverá ser executada até se atingir a fadiga muscular localizada, ou seja, até ao máximo de repetições possíveis, utilizando a técnica correcta de execução. A dificuldade dos exercícios deve ser aumentada, através da utilização de pesos adicionais, de pesos

maiores, ou de bandas elásticas, sempre que para atingir a fadiga muscular localizada seja necessário realizar mais de 20 repetições. Selecionaram-se 12 exercícios resistidos para o circuito: músculos da coxas e glúteos (Figura 16), músculos extensores da perna (Figura 17) músculos flexores da perna (Figura 18), músculos abdutores da coxa (Figura 19), músculos adutores da coxa (Figura 20), músculos flexores da coxa e antero-laterais do abdómen (Figura 21), músculos ex-



**Figura 16** - Exercício resistido para os músculos das coxas e glúteos. Sentar e levantar de uma cadeira. Apoio das mãos nas coxas. Aumentar a dificuldade estendendo os braços à frente do corpo durante a execução do exercício e, se possível, segurando um peso em ambas as mãos.



**Figura 17** - Exercício resistido para os músculos extensores da perna. Extensão da perna sobre a coxa sem apoio do pé no solo. Aumentar a dificuldade utilizando pesos para os tornozelos ou bandas elásticas.



**Figura 18** - Exercício resistido para os músculos flexores da perna. Flexão da perna sobre a coxa sem apoio do pé no solo. Apoiar as duas mãos na cadeira e manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos para os tornozelos ou bandas elásticas.



**Figura 19** - Exercício resistido para os músculos abdutores da coxa. Abdução do membro inferior sem apoio do pé no solo. Apoiar as duas mãos na cadeira e manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos para os tornozelos ou bandas elásticas.



**Figura 20** - Exercício resistido para os músculos adutores da coxa. Adução do membro inferior em ligeira flexão, sem apoio do pé no solo. Apoiar as duas mãos na cadeira e manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos para os tornozelos ou bandas elásticas.



**Figura 21** - Exercício resistido para os músculos flexores da coxa e antero-laterais do abdómen. Elevar o joelho flectindo a coxa sobre o tronco sem apoio do pé no solo. Apoiar as duas mãos na cadeira e manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos para os tornozelos, e elevando cada vez mais os joelhos.

tensores do pé (Figura 22), músculos deltóides (Figura 23), músculo trapézio (Figura 24), músculos dorsais (Figura 25), músculos tricéps (Figura 26), músculos bíceps (Figura 27). Devem ser realizados 4 circuitos, com o mínimo tempo de transição entre cada exercício e com cerca de 1 a 2 minutos de descanso entre cada circuito. No final dos circuitos pode ser realizado um exercício para trabalhar a agilidade e



**Figura 22** - Exercício resistido para os músculos extensores do pé. Elevar os calcanhares a partir do solo estendendo os pés. Apoiar as duas mãos na cadeira e manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade colocando os braços cruzados em frente do tronco.



**Figura 25** - Exercício resistido para os músculos dorsais. Com o tronco flectido sobre as coxas e os membros superiores em extensão, movimentar os cotovelos para cima e para trás executando um movimento de remada. Manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos maiores ou bandas elásticas.



**Figura 27** - Exercício resistido para os músculos bíceps. Segurando as garrafas lateralmente ao tronco, membros superiores em extensão e palmas das mãos orientadas para a frente, flectir os membros superiores. Manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos maiores ou bandas elásticas.



**Figura 23** - Exercício resistido para os músculos deltóides. Segurando a garrafa junto ao peito com as duas mãos, eleva-la acima da cabeça estendendo os membros superiores. Manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos maiores ou bandas elásticas.



**Figura 24** - Exercício resistido para o músculo trapézio. Segurando as garrafas lateralmente ao tronco e com os membros superiores em ligeira flexão, elevar os cotovelos. Manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos maiores ou bandas elásticas.



**Figura 26** - Exercício resistido para os músculos tríceps. Segurando a garrafa atrás da cabeça com as duas mãos, estender os membros superiores, mantendo a garrafa sempre acima da cabeça. Manter uma postura correcta. Aumentar a dificuldade utilizando pesos maiores ou bandas elásticas.

equilíbrio, durante cerca de 5 minutos. Sugerem-se três exercícios de agilidade e equilíbrio: jogo das cadeiras



**Figura 28** - Exercício de agilidade e equilíbrio. Jogo das cadeiras. Circulo de cadeiras, com menos uma cadeira que o número de participantes. Os participantes deslocam-se em torno das cadeiras acompanhados com estímulo sonoro. Quando este termina, têm de se sentar numa das cadeiras o mais rápido possível.

(Figura 28), jogo do balão (Figura 29) e caminhar na linha (Figura 30). As sessões devem terminar com um retorno à calma constituído pelos exercícios de flexibilidade e por exercícios respiratórios, já referidos. Estas sessões devem ser realizadas duas a três vezes por semana em dias não sucessivos. O Quadro IV apresenta uma proposta de adaptação progressiva ao exercício resistido. Durante todas as sessões, os momentos de pausa devem ser aproveitados para a hidratação (Figura 31). Uma nota para a aplicabilidade e para os benefícios deste programa de exercício, que não se encerram no contexto da diabetes tipo 2. Sedentarismo, obesidade, hipertensão, doença das artérias coronárias,



**Figura 29** - Exercício de agilidade e equilíbrio. Jogo do balão. Manter o balão no ar o mais tempo possível. Pode ser realizado individualmente ou em pequenos grupos. Os toques no balão podem ser restringidos aos membros superiores, membros inferiores ou à cabeça.



**Figura 30** - Exercício de equilíbrio. Caminhar sobre a linha, aumentando progressivamente de velocidade.



**Figura 31** - Hidratação.

**Quadro IV** - Adaptação progressiva ao exercício resistido ao longo de 8 semanas.

Semana	Circuitos	Repetições	Frequência Semanal
1	1	Até à fadiga muscular	2
2	1	Até à fadiga muscular	2
3	2	Até à fadiga muscular	2
4	2	Até à fadiga muscular	2
5	2	Até à fadiga muscular	3
6	3	Até à fadiga muscular	3
7	3	Até à fadiga muscular	3
8	4	Até à fadiga muscular	3

rias, reabilitação cardíaca, diabetes tipo 1, problemas osteoarticulares, sarcopenia, prevenção de quedas e promoção da autonomia e funcionalidade, são outras das áreas onde é possível intervir com este tipo de programas.

## CONCLUSÕES

A prática de exercício regular assume-se cada vez mais como parte fundamental do tratamento e controlo da diabetes tipo 2. Parece ser possível estruturar um programa de exercício de elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, atendendo às principais recomendações internacionais para este tipo de população. A maioria dos doentes com diabetes tipo 2 podem praticar exercício de forma segura e efetiva desde que determinadas precauções sejam tomadas. O exercício deverá ser adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo e deve ser praticado com regularidade para ter benefícios continuados.

## Agradecimentos

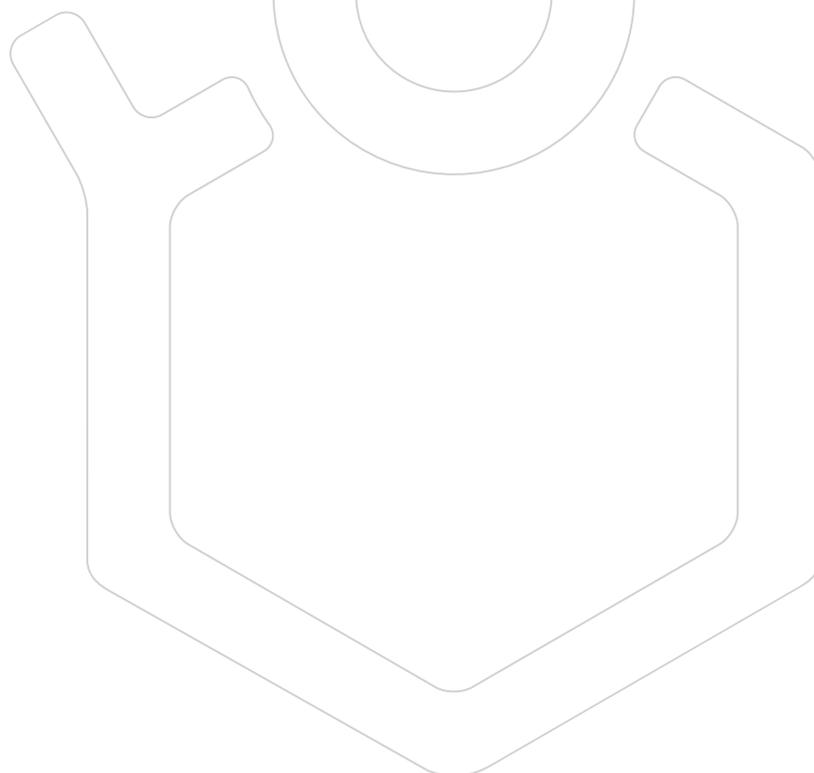
Orlando Simões, Manuela Simões, Maria do Céu Carvalho e Victor K (fotografia).

## BIBLIOGRAFIA

1. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health: World Health Organization; 2010.
2. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association:

joint position statement. *Diabetes Care*. 2010 Dec; 33(12):e147-67.

3. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2009; 119(25): 3244-62.
4. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes - 2011. *Diabetes Care*. 2011; 34(Supplement 1): S11-S61.
5. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. American College of Sports Medicine position stand. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(7): 1510-30.
6. Observatório Nacional da Diabetes. Diabetes: Factos e Números 2010. Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes 2011.
7. Fletcher G, Balady G, Amsterdam E. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694-740.
8. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41(2): 459-71.
9. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007; 39(2): 377-90.
10. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 116(9): 1094-105.





**Mendes R, Sousa N, Dias F, Domingues M, Marinho D, Reis VM, et al.** Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 - estudo da frequência e aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento®. Livro de Resumos do X Curso Pós-Graduado sobre Envelhecimento: Geriatria Prática; Coimbra 2012. p. 17.



**Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 – estudo da frequência e aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes *em Movimento*<sup>®</sup>**

*Romeu Mendes<sup>1,2</sup>; Nelson Sousa<sup>1,2</sup>; Filipe Dias<sup>3</sup>; Mariana Domingues<sup>3</sup>; Daniel Marinho<sup>1,3</sup>; Victor Machado Reis<sup>1,2</sup>; José Luís Themudo Barata<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>CIDESD – Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; <sup>2</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real; <sup>3</sup>Universidade da Beira Interior, Covilhã*

Este trabalho tem por objetivo analisar a frequência e a aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento<sup>®</sup>, um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã. A fase piloto desenvolveu-se ao longo 23 semanas, com sessões de exercício às segundas, quartas e sextas-feiras, num total de 66 sessões. O conteúdo das sessões foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício físico para o controlo da diabetes tipo 2. Participaram nesta fase 23 indivíduos com diabetes tipo 2 (60,17 ± 7,85 anos de idade; 12 homens e 11 mulheres; 11 profissionalmente ativos e 12 reformados; duração da diabetes 7,43 ± 5,23 anos; hemoglobina glicada 7,13 ± 1,40%; glicose jejum 155,67 ± 50,51 mg/dl; índice de massa corporal 30,38 ± 4,64 kg/m<sup>2</sup>; massa gorda 32,69 ± 7,23%; perímetro da cintura 105,20 ± 11,73 cm).

Cada sessão de exercício teve a participação 9,55 ± 2,86 sujeitos (máximo = 17; mínimo = 4), com 9,95 ± 2,65 sujeitos à segunda-feira, 9,82 ± 2,82 sujeitos à quarta-feira e 8,86 ± 3,08 sujeitos à sexta-feira. A frequência semanal foi de 2,01 ± 0,42 vezes por semana.

Ao longo do programa verificou-se o abandono de seis sujeitos (26,09% da amostra inicial). Dos 17 participantes restantes a aderência ao exercício foi de 70,79 ± 19,73%.

Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas na frequência e aderência ao exercício entre géneros ( $p = 0,799$ ;  $p = 0,152$ ) e entre as situações profissionais ( $p = 0,828$ ;  $p = 0,508$ ).

Os participantes deste programa comunitário associam-se ao perfil etário e antropométrico típico do diabético tipo 2, ou seja, ao envelhecimento e ao excesso de peso com localização essencialmente abdominal. Apesar de existirem 3 sessões semanais a média da frequência foi apenas de 2 sessões por semana. O género e a situação profissional não influenciaram significativamente a frequência e a aderência ao exercício.



**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa Comunitário de Exercício para Pessoas com Diabetes Tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 41.**





**TEMPO LIVRE**  
centro de medicina  
desportiva de guimarães



Sociedade Portuguesa de  
Medicina Desportiva



# XI CONGRESSO NACIONAL DA SPMD II JORNADAS MÉDICO DESPORTIVAS DE GUIMARÃES

8,9 e 10 de Novembro de 2012  
**MULTIUSOS DE GUIMARÃES**

# LIVRO DE RESUMOS

Organização: Tempo Livre (CMAD - Centro de Medicina Desportiva de Guimarães)  
SPMD - Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva



TEMPO LIVRE  
GUIMARÃES

Câmara Municipal de **Guimarães**



GUIMARÃES 2012



GUIMARÃES  
2013

P05

## Diabetes em Movimento® - Programa Comunitário de Exercício para pessoas com Diabetes Tipo 2

Romeu Mendes (1,2), Nelson Sousa (1,2), Victor Machado Reis (1,2), José Luís Themudo Barata (3,4)

1 CIDESD – Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano

2 Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

3 Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã

4 Universidade da Beira Interior, Covilhã

O Diabetes em Movimento® é um programa comunitário de exercício supervisionado e direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã. O conteúdo deste programa foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício físico para o controlo da diabetes tipo 2. As sessões de exercício realizam-se três vezes por semana em dias não sucessivos (segundas, quartas e sextas-feiras) com uma duração de cerca de 70 minutos. São constituídas por cinco fases: 1) Aquecimento (5 min), onde se inclui a marcha; 2) Treino cardiovascular com exercícios aeróbios (30 min), onde se inclui a marcha a diferentes velocidades, estafetas, percurso de obstáculos e de escadas; 3) Treino de força e resistência muscular através de exercícios resistidos (20 min) realizados com cadeiras, alteres, bolas de ginástica e o peso do próprio corpo; 4) Treino de agilidade/equilíbrio/coordenação (10 min), constituído por jogos desportivos coletivos com bola, reduzidos, adaptados e simplificados; 5) Retorno à calma / flexibilidade (5 min) através de alongamentos estáticos e dinâmicos.

A intensidade do exercício é monitorizado através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço de Borg e a hidratação durante o exercício é incentivada em pausas criadas para o efeito. São realizadas medições regulares da glicemia capilar antes e após o exercício e os utentes são educados para os sintomas de hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, isquemia do miocárdio e acidente vascular cerebral. Os utentes são também educados para evitarem a manobra de Valsalva, quer durante os exercícios resistidos, quer durante os exercícios de flexibilidade.

As sessões são supervisionadas por profissionais de exercício qualificados e treinados para os potenciais eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população. Os participantes deste programa comunitário associam-se ao perfil etário e antropométrico típico do diabético tipo 2, ou seja, ao envelhecimento e ao excesso de peso com localização essencialmente abdominal.

**Mendes R, Sousa N, Pon J, Reis VM, Themudo Barata JL.** Eventos adversos associados ao exercício em doentes com diabetes tipo 2 - estudo da fase piloto do Diabetes em Movimento® um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 19.





**TEMPO LIVRE**  
centro de medicina  
desportiva de guimarães



Sociedade Portuguesa de  
Medicina Desportiva



# XI CONGRESSO NACIONAL DA SPMD II JORNADAS MÉDICO DESPORTIVAS DE GUIMARÃES

8,9 e 10 de Novembro de 2012  
**MULTIUSOS DE GUIMARÃES**

# LIVRO DE RESUMOS

Organização: Tempo Livre (CMAD - Centro de Medicina Desportiva de Guimarães)  
SPMD - Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva



TEMPO LIVRE  
GUIMARÃES

Câmara Municipal de **Guimarães**



GUIMARÃES 2012



GUIMARÃES  
2013

C03

## Eventos adversos associados ao exercício em doentes com diabetes tipo 2 – estudo da fase piloto do Diabetes em Movimento® um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2

Romeu Mendes (1,2), Nelson Sousa (1,2), Jorge Pon (3), Victor Machado Reis (1,2),  
José Luís Themudo Barata (3,4)

1 CIDESD – Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano

2 Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

3 Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã

4 Universidade da Beira Interior, Covilhã

Contacto: rmendes@utad.pt

O descontrolo metabólico, as complicações micro e macrovasculares associadas à progressão natural da doença e o perfil etário e antropométrico típico dos indivíduos com diabetes tipo 2 podem expor o diabético a um risco acrescido de lesões e eventos adversos agudos aquando da prática de exercício físico.

Este trabalho tem por objetivo analisar os eventos adversos agudos associados ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento®, um programa comunitário de exercício supervisionado e direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã.

A fase piloto desenvolveu-se ao longo 23 semanas, com sessões de exercício às segundas, quartas e sextas-feiras, num total de 66 sessões. O conteúdo das sessões foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício físico para o controlo da diabetes tipo 2. Participaram nesta fase 23 indivíduos com diabetes tipo 2 ( $60,17 \pm 7,85$  anos de idade; 12 homens e 11 mulheres; duração da diabetes  $7,43 \pm 5,23$  anos; hemoglobina glicada  $7,13 \pm 1,40\%$ ; glicose jejum  $155,67 \pm 50,51$  mg/dl; índice de massa corporal  $30,38 \pm 4,64$  kg/m<sup>2</sup>; massa gorda  $32,69 \pm 7,23\%$ ; perímetro da cintura  $105,20 \pm 11,73$  cm).

Durante as sessões de exercício foram identificados sete eventos adversos agudos: uma hipoglicemia ( $< 70$  mg/dl) sintomática; uma hipotensão (PAS  $< 90$  mmHg e/ou PAD  $< 60$  mmHg) sintomática; três lesões musculoesqueléticas (gonalgia aguda por artrose pré-existente; traumatismo do punho por queda isolada; traumatismo do punho após queda em atividade de grupo); e duas indisposições inespecíficas. Nenhum dos eventos adversos originou o abandono dos sujeitos do programa nem a sua ausência nas sessões seguintes.

As medidas preventivas adotadas, quer no desenho metodológico deste programa quer durante a monitorização das sessões de exercício, parecem ter sido importantes na redução da ocorrência de eventos adversos associados ao exercício. No entanto é necessária uma análise individualizada sobre a etiologia e as consequências de cada evento adverso de forma a prevenir a sua recorrência.

**Mendes R.** Prescrição de exercício para pessoas com diabetes. In: Costa A, Travassos B, Martins J, editors. Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde. Covilhã: Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto; 2013. p. 33-5.



# Livro de Atas



## Editores

*Aldo Costa    Bruno Travassos    Júlio Martins*

**Título:** Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde.

**Editores:** Aldo Costa, Bruno Travassos, Júlio Martins

**Edição:** Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto

**Data:** Maio 2013

**ISBN:** 978-989-20-3893-3

## **Prescrição do Exercício para Pessoas com Diabetes**

**Romeu Mendes** – CIDESD, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Programa *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>

A diabetes é um grupo de doenças metabólicas caracterizadas pela hiperglicemia, resultante de defeitos na secreção de insulina, na ação da insulina, ou ambas. A hiperglicemia crónica está associada com danos a longo prazo e disfunção de vários órgãos, especialmente os olhos (retinopatia), rins (nefropatia), nervos (neuropatia periférica e autonómica) e vasos (doença vascular aterosclerótica coronária, cerebral e periférica).<sup>1</sup> A diabetes está ainda frequentemente associada à hipertensão e às dislipidemias. Esta doença crónica afeta cerca de 8,3% da população mundial (375 milhões de pessoas) e 12,7% da população portuguesa e continua a aumentar em todos os países. As despesas com a diabetes em Portugal representaram em 2011, 10% de toda a despesa em Saúde, equivalente a 1% do PIB português.<sup>2,3</sup> Cerca de 90 a 95% de todos os casos de diabetes são do tipo 2, que se caracteriza essencialmente pela insulino-resistência. Esta resistência à ação da insulina tem como principais fatores de risco o envelhecimento, a obesidade (particularmente a obesidade abdominal) e a inatividade física.<sup>1,4</sup> A atividade física de uma forma geral e o exercício em particular são assim recomendados como um dos pilares essenciais do tratamento e controlo da diabetes, a par das terapias farmacológicas e do padrão alimentar.<sup>4-6</sup> O bom controlo da doença resulta do balanço entre estes três fatores.

Apesar da ampla divulgação dos benefícios da atividade física e do exercício no controlo da diabetes, apenas cerca de 40% dos diabéticos portugueses referem praticar exercício de forma regular.<sup>7</sup> A prescrição de exercício para doentes com diabetes reveste-se de dificuldades, devido às complicações micro e macrovasculares associadas à progressão natural da doença e devido às características típicas dos doentes com diabetes tipo 2: esta população é normalmente envelhecida, sedentária, com excesso de peso, baixa aptidão física e elevado risco de quedas.<sup>8</sup>

A prescrição efetiva de exercício deve incluir recomendações quanto ao tipo, modo, duração, frequência, intensidade e progressão do exercício.<sup>9</sup> Os principais organismos internacionais<sup>10,11</sup> recomendam a acumulação semanal de 150 minutos de exercício aeróbio com intensidade moderada (40-59% da frequência cardíaca de reserva; 55-69% da frequência cardíaca máxima; ou 12-13 numa escala de perceção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos), distribuídos por um mínimo de 3 dias por semana e sem mais de 2 dias consecutivos sem exercício. Em alternativa, e se não existirem contra-indicações cardiovasculares e músculo-esqueléticas, recomendam a acumulação semanal de 90 minutos de exercício aeróbio de intensidade vigorosa (60-84% da frequência cardíaca de reserva; 70-89% da frequência

cardíaca máxima; ou 14-16 numa escala de percepção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos). Podem ser realizadas combinações de atividades de intensidade moderada e vigorosa para cumprir estas recomendações. Por exemplo, realizar marcha rápida (intensidade moderada) durante 30 minutos em dois dias da semana e *jogging* (intensidade vigorosa) durante 20 minutos em dois outros dias. O exercício aeróbio pode ser cumprido de forma contínua ou fracionada, em sessões com um mínimo de 10 minutos de duração. Recomenda-se também a realização de exercícios resistidos para fortalecimento muscular, pelo menos em dois dias da semana não consecutivos. É recomendada a realização de 5 a 10 exercícios multiarticulares, que envolvam os grandes grupos musculares e a execução de 3 a 4 séries de cada exercício, com uma resistência que não permita a realização de mais de 8 a 10 repetições (75 a 80% de uma repetição máxima), resultando em fadiga muscular localizada. Entre cada série é recomendado um descanso de 1 a 2 minutos. No entanto, nos primeiros 6 meses, é aconselhado fazer uma progressão lenta do número de séries, assim como da carga a utilizar, devendo-se começar por realizar apenas uma série de cada exercício com uma carga que permita a realização de 10 a 15 repetições. É recomendada ainda a realização de exercícios de agilidade e de flexibilidade, de forma complementar aos outros tipos de exercício, especialmente por parte dos idosos com elevado risco de queda. Nos doentes com diabetes, a prescrição de exercício deve ainda incluir recomendações que visem a prevenção e controlo de situações como as hipoglicemias, hiperglicemias, pé diabético, retinopatia diabética, nefropatia diabética, neuropatia autonómica diabética, risco cardiovascular, lesões músculo-esqueléticas, desidratação e as interações entre a medicação e o exercício.<sup>8</sup>

A avaliação médica pré-exercício, a programação adequada das sessões de exercício e a sua monitorização por profissionais com formação específica, são aspetos críticos para garantir a segurança dos participantes e prevenir a ocorrência de lesões. A maioria dos doentes com diabetes tipo 2 podem praticar exercício de forma segura e efetiva desde que o exercício seja adaptado às complicações e contra-indicações de cada indivíduo e seja praticado com regularidade para se obterem benefícios sustentados. Os programas comunitários de exercício, como o *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>,<sup>12</sup> são estratégias válidas para promover a prática de exercício nesta população. Este programa de exercício em grupo, de elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, combina exercício aeróbio, resistido, de agilidade e de flexibilidade. As sessões de exercício decorrem três vezes por semana em dias não sucessivos, com uma duração de 70 minutos e são supervisionadas por profissionais do exercício.

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2013;36(Supplement 1):S67-S74.

2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas 2012 update: International Diabetes Federation 2012.
3. Gardete Correia L, Boavida JM, Fragoso de Almeida JP, Massano Cardoso S, Dores J, Sequeira Duarte J, *et al.* Diabetes: Factos e Números 2012 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Diabetologia 2013.
4. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes—2013. *Diabetes Care* 2013;36(Supplement 1):S11-S66.
5. International Diabetes Federation. Global Guideline for Type 2 Diabetes. Brussels: International Diabetes Federation 2012.
6. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, *et al.* 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* 2012;35(6):1364-79.
7. Mendes R, Dias E, Gama A, Castelo Branco M, Themudo Barata J. Prática de exercício e níveis de atividade física habitual em doentes com diabetes tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2012;7(S1):16.
8. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2011;6(2):62-70.
9. Mendes R, Sousa N, Barata JL. [Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription]. *Acta Med Port* 2011;24(6):1025-30.
10. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, *et al.* Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33(12):e147-67.
11. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, *et al.* Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2009;119(25):3244-62.
12. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa de Exercício para Doentes com Diabetes Tipo 2. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2013;8(S1):20.



Sousa S, **Mendes R**, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL, Marques M. Caracterização da Intensidade do Exercício do Programa Diabetes em Movimento®. In: Costa A, Travassos B, Martins J, editors. Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde. Covilhã: Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto; 2013. p. 80.



# Livro de Atas



## Editores

*Aldo Costa    Bruno Travassos    Júlio Martins*

**Título:** Livro de Atas do I Congresso em Desporto, Educação e Saúde.

**Editores:** Aldo Costa, Bruno Travassos, Júlio Martins

**Edição:** Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto

**Data:** Maio 2013

**ISBN:** 978-989-20-3893-3

## **Caraterização da Intensidade do Exercício do Programa *Diabetes Em***

### ***Movimento***<sup>®</sup>

**Sofia Sousa,<sup>1</sup> Romeu Mendes,<sup>2,3</sup> Nelson Sousa,<sup>2,3</sup> Victor Machado Reis,<sup>2,3</sup> José Luís Themudo-Barata,<sup>1,4</sup> & Mário Marques<sup>1,3</sup>** - <sup>1</sup> Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, <sup>2</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, <sup>3</sup> CIDESD – Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, <sup>4</sup> Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã, Portugal

**Introdução:** O *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com Diabetes Tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã, Portugal. É um programa de exercício combinado (exercício aeróbio, resistido, agilidade e flexibilidade), realizado em grupo e supervisionado por profissionais do exercício. As sessões de exercício decorrem três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras), com duração de 70 minutos e são constituídas por cinco fases: 1) Aquecimento (5 min); 2) Exercício Aeróbio (30 min); 3) Exercício Resistido (20 min); 4) Exercício de Agilidade (10 min); 5) Retorno à calma / Flexibilidade (5 min). Este estudo tem por objetivo caraterizar a intensidade do exercício das sessões deste programa.

**Métodos:** Participaram neste estudo 21 indivíduos com diabetes tipo 2 (61.38 ± 8.55 anos de idade; 31.31 ± 5.27 kg/m<sup>2</sup>; 9 ± 5,43 anos de diabetes diagnosticada). A intensidade do exercício foi monitorizada durante 20 semanas, através da Escala de Perceção Subjetiva do Esforço (PSE) de Borg (6 a 20 pontos) durante a parte final das fases 2, 3 e 4 e após o término da sessão. A intensidade foi classificada de acordo com o *American College of Sports Medicine*: PSE < 9, muito leve; PSE 9-11, leve; PSE 12-13, moderada; PSE 14-17, vigorosa; PSE ≥ 18, máxima).

**Resultados:** A intensidade média do exercício aeróbio foi de 12.85 ± 1.54 pontos (moderada); do exercício resistido foi de 13.03 ± 1.35 pontos (moderada); do exercício de agilidade foi de 12.78 ± 1.73 pontos (moderada); e a intensidade média global da sessão foi de 13.45 ± 1.41 pontos (moderada).

**Conclusões:** A intensidade das sessões de exercício do programa *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> encontra-se de acordo com as recomendações internacionais de prescrição de exercício para este tipo de população (moderada a vigorosa).



**Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata J, Reis V.** Safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes treated with oral hypoglycemic agents: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadeñau J, Tarragó R, Tzolakidis E, editors. Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 113-4.



**18<sup>th</sup> annual Congress of the**  
**EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE**  
**26<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup> June 2013, Barcelona – Spain**  
**BOOK OF ABSTRACTS**

**Edited by:**

Balagué, N., Torrents, C., Vilanova, A., Cadefau, J., Tarragó, R., Tsolakidis, E.

**Hosted by the:**

National Institute of Physical Education of Catalonia (INEFC)

ISBN 978-84-695-7786-8

**SAFETY OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES TREATED WITH ORAL HYPOLYCEMIC AGENTS: DIABETES EM MOVIMENTO® PILOT STUDY**

Mendes, R., Sousa, N., Garrido, N., Rocha, P., Themudo Barata, J., Reis, V.

*University of Trás-os-Montes e Alto Douro*

**Introduction** High-intensity interval training (HIIT) is characterized by brief periods of high-intensity aerobic exercise separated by recovery periods of lower-intensity aerobic exercise or rest and has been recently recognized to improve health outcomes in non-athletes population. However, studies about its effects in type 2 diabetic patients are still lacking. This study aims to analyze the metabolic and cardiovascular safety of high-intensity interval training in patients with type 2 treated with oral hypoglycemic agents. **Methods** Twelve individuals with type 2 diabetes (diagnosed at  $5.83 \pm 3.13$  years; 6 men and 6 women; age  $58.67 \pm 5.35$  years; glyated hemoglobin  $7.08 \pm 1.18$  %; body mass index  $30.07 \pm 5.64$  kg/m<sup>2</sup>) treated with oral hypoglycemic agents (metformin, N = 5; metformin + sitagliptin, N = 4; metformin + vildagliptin, N = 3) underwent a single exercise session of HIIT on treadmill. After a 5-min warm-up, subjects performed 5 sets of 3 min brisk walking at 70% of heart rate reserve, interspersed with 3 min at 30% of heart rate reserve. In the end a 5-min cool-down was carried, totaling a 40-min exercise session. Treadmill speed and grade were adjusted to induce the defined intensity. Training zones were calculated with Karvonen heart rate reserve method. Exercise sessions were held in the morning period during standardized break-

fast postprandial state. Capillary blood glucose was measured at baseline, during exercise and during 50 min recovery. Blood pressure was measured at baseline and during 50 min recovery. Capillary blood glucose and blood pressure were assessed in 10-min periods. Results No acute adverse events occurred during exercise or recovery: no symptomatic hypoglycemia, hyperglycemia, hypotension, hypertensive crises, no symptoms of myocardial ischemia or stroke and no musculoskeletal injuries. Both blood glucose and blood pressure decreased with exercise. Minimum capillary blood glucose values were registered at the end of exercise ( $91.17 \pm 38.71$  mg/dl) and minimum systolic blood pressure values were registered at 40 min of recovery ( $108.67 \pm 9.65$  mmHg). Conclusions HIIT appears to be a safe exercise strategy to control glycemia and cardiovascular risk in patients with type 2 diabetes treated with metformin or with a combination of metformin and DPP-4 inhibitors sitagliptin and vildagliptin. Trial funding and registration Diabetes em Movimento® is funded by Portuguese Foundation for Science and Technology with reference SFRH/BD/47733/2008 and is registered in Current Controlled Trials with reference ISRCTN09240628.



**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J.** Effects of a community-based exercise program in clinical blood pressure of patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. In: Balagué N, Torrents C, Vilanova A, Cadefau J, Tarragó R, Tsolakidis E, editors. Book of Abstracts of 18th annual Congress of the European College of Sport Science. Barcelona: European College of Sport Science; 2013. p. 473.



**18<sup>th</sup> annual Congress of the**  
**EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE**  
**26<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup> June 2013, Barcelona – Spain**  
**BOOK OF ABSTRACTS**

**Edited by:**

Balagué, N., Torrents, C., Vilanova, A., Cadefau, J., Tarragó, R., Tsolakidis, E.

**Hosted by the:**

National Institute of Physical Education of Catalonia (INEFC)

ISBN 978-84-695-7786-8

**EFFECTS OF A COMMUNITY-BASED EXERCISE PROGRAM IN CLINICAL BLOOD PRESSURE OF PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES: DIABETES EM MOVIMENTO® PILOT STUDY**

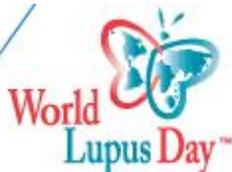
Mendes, R., Sousa, N., Reis, V., Themudo Barata, J.

*University of Trás-os-Montes e Alto Douro*

**Introduction** One of the major complications of type 2 diabetes is systemic arterial hypertension, that leads to an increase in morbidity and mortality of diabetic patients. Regular exercise is widely recommended as a non-pharmacological strategy to control type 2 diabetes and also to control blood pressure levels and reduce cardiovascular risk. This study aims to analyze the effects of a community-based group exercise intervention in clinical blood pressure of patients with type 2 diabetes. **Methods** This was a longitudinal study design. Twenty-three individuals with type 2 diabetes (diagnosed at  $7.43 \pm 5.23$  years; 12 men and 11 women; age  $60.17 \pm 7.85$  years old; glycated hemoglobin  $7.13 \pm 1.40$  %; fasting glucose  $155.67 \pm 50.51$  mg/dl; body mass index  $30.38 \pm 4.64$  kg/m<sup>2</sup>; waist circumference  $105.20 \pm 11.73$  cm; clinical systolic blood pressure  $131.35 \pm 14.33$  mmHg; clinical diastolic blood pressure  $78.90 \pm 10.04$  mmHg) treated with oral antihypertensive agents (with same drugs and dosages for at least 3 months), underwent a community-based group exercise program with 23 weeks duration. Exercise sessions were held three times per week on non consecutive days (Mondays, Wednesdays and Fridays) with a duration of around 70 minutes and were supervised by exercise professionals. Sessions consist of five phases: 1) Warm up (5 min), which included brisk walking; 2) aerobic exercise (30 min), which included walking at different speeds, relay races, obstacle and stairs courses; 3) resistance exercises (20 min) performed with chairs, dumbbells, fitness balls and bodyweight exercises; 4) agility training (10 min) consisting of reduced, simplified and adapted team ball games; and 5) cool down / flexibility (5 min) through static and dynamic stretching exercises. Clinical blood pressure was determined before and after exercise program (pre and post-test). **Results** Exercise program dropout was 26.09 % (N = 6) and exercise adherence was  $70.79 \pm 19.73$  %. No changes occurred in type and dosages of antihypertensive drugs between pre and post-test. Student's t test for paired samples identified significant differences in systolic blood pressure ( $133.00 \pm 14.21$  mmHg vs.  $122.71 \pm 11.98$ ;  $t = 4.036$ ;  $p = 0.001$ ) and diastolic blood pressure ( $78.65 \pm 10.44$  mmHg vs.  $68.92 \pm 8.02$ ;  $t = 4.278$ ;  $p = 0.001$ ) between pre and post-test. **Conclusions** Community-based group exercise programs are effective interventions to control blood pressure levels and cardiovascular risk in patients with type 2 diabetes. **Trial funding and registration** Diabetes em Movimento® is funded by Portuguese Foundation for Science and Technology with reference SFRH/BD/47733/2008 and is registered in Current Controlled Trials with reference ISRCTN09240628.

**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Community-based exercise program for patients with type 2 diabetes. Br J Sports Med 2013;47(10):e3.43.**





# British Journal of Sports Medicine

British Journal of Sports Medicine

bjism.bmj.com

Br J Sports Med 2013;47:e3 doi:10.1136/bjsports-2013-092558.48

Abstracts from the 3rd European College of Sports and Exercise Physicians (ECOSEP) conference on 25–27 April 2013

## DIABETES EM MOVIMENTO® - COMMUNITY-BASED EXERCISE PROGRAM FOR PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

Romeu Mendes<sup>1</sup>, Nelson Sousa<sup>1</sup>, Victor Machado Reis<sup>1</sup>, José Luís Themudo Barata<sup>2</sup>

Author Affiliations

<sup>1</sup> Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development, University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

<sup>2</sup> University of Beira Interior, Covilhã, Portugal

### Abstract

**Background** Exercise is widely recommended as a nonpharmacological therapeutic strategy essential to control of type 2 diabetes and cardiovascular related risk. This study aims to present *Diabetes em Movimento*® a community-based group exercise program designed for patients with type 2 diabetes developed in the city of Covilhã, Portugal.

**Program structure** The content of this program has been prepared in accordance with international recommendations for physical activity and exercise to control diabetes type 2 and taking into consideration that the majority of this population is more than 60 years old, is overweight, sedentary and has low physical fitness. Exercise sessions are held three times per week on non consecutive days (Mondays, Wednesdays and Fridays) with a duration of around 70 minutes. Sessions consist of five phases: 1) Warm up (5 min), which includes brisk walking; 2) cardiovascular training with aerobic exercise (30 min), which includes walking at different speeds, relay races, obstacle and stairs courses; 3) Muscle strength training through resistance exercises (20 min) performed with chairs, dumbbells, fitness balls and bodyweight exercises; 4) Agility training (10 min) consisting of reduced, simplified and adapted team ball games; and 5) Cool down/flexibility (5 min) through static and dynamic stretching exercises.

Prevention of exercise-related acute adverse events.

Exercise intensity is monitored with Borg's Rating of Perceived Exertion Scale and hydration during exercise is encouraged in breaks designed for this purpose. Capillary blood glucose and blood pressure monitoring are performed regularly before and after exercise and patients are educated to recognize symptoms of hypoglycemia, hyperglycemia, hypotension, hypertensive crisis, myocardial ischemia and stroke. Patients are also educated to avoid the Valsalva maneuver either during resistance exercises either during flexibility exercises. Sessions are monitored and supervised by qualified exercise professionals trained to the potential acute adverse events associated with exercise in this population.

**Conclusions** This exercise program has a high applicability and involves minimal material resources and can be easily replicated in a community context. Type 2 diabetic patients can practice exercise safely with this type of supervised exercise programs.

**Trial funding and registration** *Diabetes em Movimento*® is funded by Portuguese Foundation for Science and Technology with reference SFRH/BD/47733/2008 and is registered in Current Controlled Trials with reference [ISRCTN09240628](https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/study?term=ISRCTN09240628).

Rate this article

Likes: 3 Dislikes: 0



**Mendes R, Sousa N, Garrido N, Rocha P, Themudo Barata JL, Reis VM.** Efficacy of acute high-intensity interval training in lowering glycemia in patients with type 2 diabetes: Diabetes em Movimento® pilot study. *Br J Sports Med* 2013;47(10):e3.11.



British Journal of  
Sports Medicine

## British Journal of Sports Medicine

bjsm.bmj.com

Br J Sports Med 2013;47:e3 doi:10.1136/bjsports-2013-092558.19

Abstracts from the 3rd European College of Sports and Exercise Physicians (ECOSEP) conference on 25–27 April 2013

EFFICACY OF ACUTE HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN LOWERING  
GLYCEMIA IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES: DIABETES EM MOVIMENTO®  
PILOT STUDYRomeu Mendes<sup>1</sup>, Nelson Sousa<sup>2</sup>, Nuno Garrido<sup>2</sup>, Pedro Rocha<sup>3</sup>, Luís Themudo Barata José<sup>3</sup>, Machado Reis Victor<sup>2</sup>

## - Author Affiliations

<sup>1</sup> Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development; University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal<sup>2</sup> Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development, University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal<sup>3</sup> University of Beira Interior, Covilhã, Portugal

## Abstract

**Background** High-intensity interval training (HIIT) is characterized by brief periods of high-intensity aerobic exercise interspersed with periods of rest or active recovery and has been reported to be more effective than moderate-intensity continuous training for improving several health outcomes. However, safety and efficacy of HIIT in high-risk patient populations, like type 2 diabetic patients, needs to be established. This study aims to analyze the acute effects of HIIT in postprandial blood glucose levels in patients with type 2 diabetes.

**Methods** This was a randomized crossover study. Twelve individuals with type 2 diabetes (diagnosed at 5.83±3.13 years; six men and six women; age 58.67±5.35 years; glycated hemoglobin 7.08±1.18 %; body mass index 30.07±5.64 kg/m<sup>2</sup>) treated with oral hypoglycemic agents (metformin, N=5; metformin+sitagliptin, N=4; metformin+vildagliptin, N=3) underwent a single exercise session of high-intensity interval training on treadmill and a control session of seated rest with one week apart in a random order. Exercise session consisted in a 5-min warm-up followed by 5 series of 3-min brisk walking at 70% of heart rate reserve (HRR), interspersed with 3-min at 30% HRR. In the end a 5-min cool-down was carried, totaling a 40-min exercise session. Treadmill speed and grade were adjusted to induce the defined intensity. Training zones were calculated with Karvonen HRR method. Sessions were held in the morning period during standardized breakfast postprandial state. Capillary blood glucose was measured at baseline (fasting state), immediately before sessions (0 min), during sessions (10, 20 and 30 min) immediately after sessions (40 min) and during recovery (50, 60, 70, 80 and 90 min).

**Results** After exercise start, blood glucose levels were always lower compared to control. However, two-way ANOVA (condition×time) with repeated measures only identified statistically significant differences at minute 20 (155.92±51.13 vs. 110.58±47.07 mg/dl, p=0.034), 30 (148.50±55.58 vs. 95.08±44.77 mg/dl, p=0.017), 40 (137.42±48.60 vs. 91.17±38.71 mg/dl, p=0.017) and 50 (134.00±52.91 vs. 94.25±38.33 mg/dl, p=0.047). No acute adverse events occurred during exercise or recovery: no symptomatic hypoglycemia, hyperglycemia, no symptoms of myocardial ischemia or stroke and no musculoskeletal injuries.

**Conclusions** HIIT appears to be an effective and safe exercise strategy to acutely control blood glucose in patients with type 2 diabetes.

**Trial funding and registration** *Diabetes em Movimento*® is funded by Portuguese Foundation for Science and Technology with reference SFRH/BD/47733/2008 and is registered in Current Controlled Trials with reference [ISRCTN09240628](https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/study?term=ISRCTN09240628).

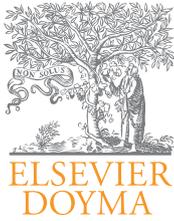


Who is talking about this article?



**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Falls prevention in patients with type 2 diabetes: Results from Diabetes em Movimento® pilot study. Atención Primaria 2013;45(S2):89.**





# Atención Primaria

[www.elsevier.es/ap](http://www.elsevier.es/ap)



PARALLEL SESSIONS: ORAL COMMUNICATIONS

## 1<sup>st</sup> World Congress of Children and Youth Health Behaviors / 4<sup>th</sup> National Congress on Health Education

Viseu-Portugal, 23-25 May 2013

peripheral neuropathy and retinopathy. These can lead to postural hypotension, alterations in gait, balance disorders and visual impairment. Timed Up-and-Go Test is an international recommended tool for screening for falls risk, and it consists of a timed performance of getting up from a chair, walking 3 m, turning around, and walking back to sit down again.

**Objectives:** To analyze the effects of Diabetes em Movimento<sup>®</sup> a community-based supervised exercise program on Timed Up-and-Go Test performance in patients with type 2 diabetes.

**Methods:** This was a longitudinal study design. Twenty-three individuals with type 2 diabetes (12 men and 11 women; age  $60.17 \pm 7.85$  years old; BMI  $30.38 \pm 4.64$  kg/m<sup>2</sup>) underwent a community-based group exercise program, of 23 weeks duration, combining aerobic, resistance, agility and flexibility exercise. Exercise sessions were held three times per week on non-consecutive days, with 70 minutes duration and were supervised by exercise professionals. Timed Up-and-Go Test performance was recorded before and after exercise program (pre and post-test).

**Results:** Exercise program dropout was 26.09% (N = 6) and exercise adherence was  $70.79 \pm 19.73\%$ . Timed Up-and-Go Test performance improved 15.35% ( $p < 0.001$ ) after exercise program implementation.

**Conclusions:** Community-based supervised exercise programs like Diabetes em Movimento<sup>®</sup> can contribute to falls prevention in type 2 diabetic patients. Trial registration: Current Controlled Trials ISRCTN09240628.

**Funding:** This work was supported by Portuguese Foundation for Science and Technology SFRH/BD/47733/2008.

## FALLS PREVENTION IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES: RESULTS FROM DIABETES EM MOVIMENTO<sup>®</sup> PILOT STUDY

Romeu Mendes<sup>a</sup>, Nelson Sousa<sup>a</sup>, Victor Reis<sup>a</sup>, José Themudo-Barata<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development. University of Trás-os-Montes e Alto Douro.

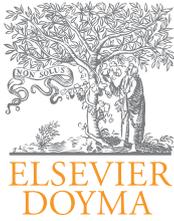
Vila Real, Portugal. <sup>b</sup>University of Beira Interior. Cova da Beira Hospital Centre; Covilhã, Portugal.

Contact details: [rmendes@utad.pt](mailto:rmendes@utad.pt)

**Introduction:** People with diabetes have an increased risk of falling due to diabetes complications like autonomic dysfunction,

**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata J. Effects of Diabetes em Movimento® community-based exercise program on body composition in patients with Type 2 Diabetes. Atención Primaria 2013;45(S2):89-90.**





# Atención Primaria

[www.elsevier.es/ap](http://www.elsevier.es/ap)



PARALLEL SESSIONS: ORAL COMMUNICATIONS

## 1<sup>st</sup> World Congress of Children and Youth Health Behaviors / 4<sup>th</sup> National Congress on Health Education

Viseu-Portugal, 23-25 May 2013

#### **EFFECTS OF DIABETES EM MOVIMENTO® COMMUNITY-BASED EXERCISE PROGRAM ON BODY COMPOSITION IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES**

Romeu Mendes<sup>a</sup>, Nelson Sousa<sup>a</sup>, Victor Reis<sup>a</sup>, José Themudo-Barata<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development. University of Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal. <sup>b</sup>University of Beira Interior. Cova da Beira Hospital Centre; Covilhã, Portugal.

Contact details: [rmendes@utad.pt](mailto:rmendes@utad.pt)

**Introduction:** Insulin resistance and type 2 diabetes are related to changes in body composition, often resulting in sarcopenic obesity, which are associated with functional limitations and increased mortality.

**Objectives:** To analyze the effects of Diabetes em Movimento® a community-based supervised exercise intervention on body composition in patients with type 2 diabetes.

**Methods:** This was a longitudinal study design. Twenty-three individuals with type 2 diabetes (12 men and 11 women; age  $60.17 \pm 7.85$  years old; BMI  $30.38 \pm 4.64$  kg/m<sup>2</sup>) underwent a community-based group exercise program, of 23 weeks duration, combining aerobic, resistance, agility and flexibility exercise. Exercise sessions were held three times per week on non-consecutive days, with 70 minutes duration and were supervised by exercise professionals. Body mass and body composition (fat percentage; fat mass and fat free mass) were determined by before and after exercise program (pre and post-test). Strategies to control or change nutritional habits were not applied during program intervention.

**Results:** Exercise program dropout was 26.09 % (N = 6) and exercise adherence was  $70.79 \pm 19.73$  %. Significant changes were identified in fat mass (-6.53%,  $p = 0.001$ ), in fat free mass (+1.64%,  $p = 0.048$ ) and in body mass (-0.9%,  $p = 0.047$ ) between pre and post-test.

**Conclusions:** Community-based supervised exercise programs like Diabetes em Movimento® seem to induce positive changes on body composition and prevent or delay sarcopenic obesity in type 2 diabetic patients.

Trial registration: Current Controlled Trials ISRCTN09240628.

Funding: This work was supported by Portuguese Foundation for Science and Technology SFRH/BD/47733/2008.



**Mendes R, Sousa N, Reis V, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Rev Medicina Desportiva informa 2013;4(4):18-20.**



# Tema 4 Diabetes em Movimento® – Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2

Dr. Romeu Mendes<sup>1</sup>, Prof. Dr. Nelson Sousa<sup>1</sup>, Dr. Victor Reis<sup>1</sup>, Prof. Dr. José Luís Themudo-Barata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CIDESD – Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. <sup>2</sup>Universidade da Beira Interior; Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã.

## RESUMO / ABSTRACT

O *Diabetes em Movimento*® é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2. É um programa de exercício combinado (exercício aeróbio, resistido, agilidade e flexibilidade) realizado em grupo e supervisionado por profissionais de exercício. As sessões realizam-se três vezes por semana em dias não sucessivos, com duração de 70 minutos. Durante o desenvolvimento das sessões de exercício é dada atenção especial à prevenção de eventos adversos agudos associados à prática de exercício nesta população.

*Diabetes em Movimento*® is a community-based exercise program directed to people with type 2 diabetes. This is a group exercise program which combines aerobic, resistance, agility and flexibility exercise and that is supervised by exercise professionals. Sessions are held three times per week, on non-consecutive days, with 70 minutes duration. During exercise sessions development special attention is given to prevention of exercise-related acute adverse events in this population.

## PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Exercício, diabetes tipo 2, programa comunitário.  
Exercise, type 2 diabetes, community-based program.

## Introdução

O *Diabetes em Movimento*® é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã, Portugal.

Este programa de intervenção comunitária tem por base um projeto de investigação científica alojado no CIDESD – *Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano*, cujos objetivos passam por avaliar os efeitos do exercício físico no controlo da diabetes tipo 2, no risco cardiovascular e na aptidão física. É desenvolvido e supervisionado pelos recursos humanos do Departamento de Ciências do Desporto Exercício e Saúde da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e do Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a organização metodológica do *Diabetes em Movimento*®,

assim como os cuidados especiais a ter em consideração no desenvolvimento de sessões de exercício para pessoas com diabetes tipo 2.

## Organização do programa

É um programa gratuito, aberto à comunidade, onde podem participar indivíduos de ambos os géneros, com diabetes tipo 2 diagnosticada e com recomendação médica para alteração do estilo de vida. É importante que as complicações da diabetes estejam devidamente rastreadas e controladas, como o pé diabético, neuropatia diabética autonómica, retinopatia diabética e nefropatia diabética, assim como o risco cardiovascular.<sup>1</sup>

O *Diabetes em Movimento*® segue as recomendações internacionais para a prescrição de exercício para o controlo da diabetes tipo 2 e risco cardiovascular associado,<sup>2–4</sup> tendo em consideração que a maioria

desta população é sedentária, possui baixa aptidão física, tem excesso de peso e possui mais de 60 anos.<sup>5,6</sup> São também seguidas as recomendações para a organização de programas de intervenção comunitária na área da atividade física.<sup>7,8</sup>

Tem por base um programa de exercício combinado que envolve exercício aeróbio, exercício resistido, exercício de agilidade e exercício de flexibilidade, de elevada aplicabilidade e recursos materiais mínimos, podendo ser facilmente replicado em contexto comunitário. O conteúdo metodológico deste programa

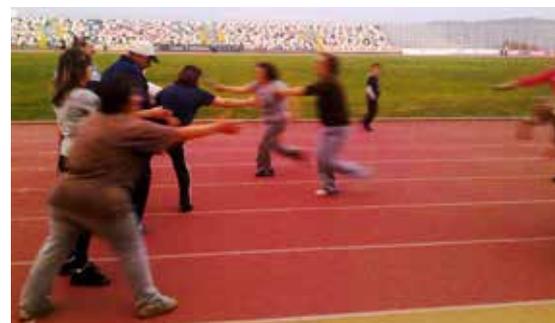


Figura 1 – Exercício aeróbio. Estafeta na pista de atletismo.

de exercício encontra-se publicado na literatura nacional pela nossa equipa de investigação.<sup>9</sup>

As sessões de exercício deste programa decorrem três vezes por semana, em dias não sucessivos (segundas, quartas e sextas-feiras), entre as 18.00h e as 19.30h, no Complexo Desportivo da Covilhã, desde Janeiro de 2012.

Para o desenvolvimento das sessões de exercício é utilizada a pista de atletismo de 400 metros, a sala de exercício e a área envolvente do edifício principal (escadarias, parques de estacionamento e espaços de circulação). A sala de imprensa, com auditório para 30 pessoas, é utilizada para sessões de educação para a saúde. Para a realização dos exercícios são usadas apenas cadeiras, bolas de ginástica, bolas de fitness, halteres, sinalizadores, cones, “estacas”, kit de voleibol (rede e postes móveis) e coletes. A logística das sessões de exercício está preparada para um máximo de 30 participantes por sessão.

As sessões de exercício são realizadas em grupo e têm a duração útil

de cerca de 70 minutos. São constituídas por cinco fases:

1. Aquecimento (5 minutos), onde se inclui a marcha rápida (pista de atletismo);
2. Treino cardiovascular através de exercícios aeróbios (30 minutos), onde se incluem a marcha rápida contínua (pista de atletismo e área envolvente do complexo desportivo), prova de estafetas adaptada (pista de atletismo; Figura 1), percurso de obstáculos (pista de atletismo) e percurso de escadas (escadaria do complexo desportivo);



Figura 2 – Exercício resistido. Press aos ombros com alteres.

com exercícios aeróbios, resistidos e de agilidade diferentes. Os planos são aplicados sucessivamente de forma a induzir variabilidade nos estímulos aplicados. Os exercícios são desenhados para serem realizados com intensidade moderada a vigorosa: entre 40 a 89% da frequência cardíaca de reserva ou entre 12 a 17 pontos numa escala de percepção subjetiva do esforço de 6 a 20 pontos.<sup>10</sup> Em cada sessão estão sempre presentes, no mínimo, 3 monitores. Um dos monitores é responsável por liderar e os outros auxiliam na organização logística e no feedback individualizado aos utentes.



Figura 3 – Exercício de agilidade. Jogo de voleibol adaptado.

ocorrência de eventos adversos agudos associados à prática de exercício.<sup>12</sup>

### Cuidados especiais

A **intensidade** do exercício é monitorizada através da *Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg* (6 a 20 pontos) e através da utilização de dois cardiofrequencímetros, que vão sendo aplicados aos utentes de forma rotativa, de forma a ter um controlo mais rigoroso da intensidade do exercício.



Figura 4 – Exercício de flexibilidade. Sit and reach.

3. Treino de força muscular através de exercícios resistidos (20 minutos), realizados com cadeiras, halteres, bolas de ginástica, bolas de fitness e o peso do próprio corpo, na sala de exercício. Em cada sessão são realizados seis exercícios – três para os membros inferiores e três para o tronco e membros superiores (Figura 2). O número de séries e repetições realizadas para cada exercício varia de acordo com a fase do programa em que os utentes se encontram;
4. Treino de agilidade (10 minutos), constituído por jogos desportivos coletivos com bola, adaptados e reduzidos (Figura 3). Dependendo das condições atmosféricas esta fase é realizada na sala de exercício ou em terreno relvado exterior;
5. Retorno à calma / flexibilidade (5 minutos) através de uma sequência de alongamentos estáticos e dinâmicos (Figura 4). Esta fase é realizada na sala de exercício com o apoio de cadeiras.

Existem cinco planos de sessão de exercício (A, B, C, D e E), cada um

Para atingir os objetivos do programa são avaliados com regularidade os parâmetros do controlo glicémico (glicose em jejum e hemoglobina glicada), o perfil lipídico (colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicéridos), a pressão arterial e a frequência cardíaca de repouso, a composição corporal (peso, índice de massa corporal, perímetro abdominal, massa gorda e massa magra [através de bioimpedância]).

A aptidão física é avaliada com os seguintes métodos:

- Aptidão aeróbia através do 6-minute walk test;
- Força dos membros inferiores através do 30-second chair-stand test;
- Força do tronco e membros superiores através do seated medicine ball throw test;
- Agilidade através do timed up & go test e
- Flexibilidade através do sit & reach test.

São ainda avaliadas a frequência e aderência ao exercício<sup>11</sup> e a

A **hidratação** durante o exercício é incentivada em pausas criadas para o efeito e cada utente possui uma garrafa de água identificada com o seu nome, que permanece nas instalações desportivas de umas sessões para as outras.

São realizadas monitorizações regulares da **glicemia** capilar e da **pressão arterial** antes e após as sessões de exercício e os utentes são educados para os sintomas de hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, isquemia do miocárdio e acidente vascular cerebral. Os utentes são também educados para evitarem a manobra de Valsalva, quer durante os exercícios resistidos, quer durante os exercícios de flexibilidade.

Os monitores do programa foram treinados para os potenciais eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população e em cada sessão de exercício, pelo menos um dos técnicos presentes tem formação em Suporte Básico de Vida.

Em cada sessão está também presente um **saco de emergência** constituído por:

- monitor da glicémia capilar e respetivas tiras teste e lancetas de punção;
- monitor automático da pressão arterial;
- hidratos de carbono de absorção rápida e kit de glucagon;
- gel de frio para crioterapia;
- ligaduras, talas e colar cervical e
- material diverso para desinfeção e tratamento de feridas superficiais.

### Resultados do programa

Foi realizado inicialmente um estudo piloto, com a duração de 23 semanas, cujos alguns dos resultados foram já apresentados em congressos nacionais<sup>11, 12</sup> e outros encontram-se em processo de submissão para congressos nacionais e internacionais. Prevê-se que no início de 2014 comecem a ser publicados os resultados da 2.<sup>a</sup> fase do programa que decorre até ao verão de 2013.

### Financiamento e registo

O *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> é financiado pela FCT – *Fundação para a Ciência e a Tecnologia*, com a referência SFRH/BD/47733/2008 e está registado no *Current Controlled Trials* com a referência ISRCTN09240628.

### Agradecimentos

Centro Hospitalar Cova da Beira, Câmara Municipal da Covilhã, Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal, Sociedade Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo, Bayer Portugal e Lilly Portugal. Apoio científico da Sociedade Portuguesa de Diabetologia.

### Contactos do Programa

geral@diabetesemmovimento.com;  
www.diabetesemmovimento.com

### Bibliografia

1. American Diabetes Association. *Standards of medical care in diabetes – 2012*. Diabetes Care 2012;35(Suppl 1):S11–63.
2. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. *Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes*

*Association: joint position statement*. Diabetes Care 2010;33(12):e147–67.

3. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. *Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association*. Circulation 2009;119(25):3244–62.
4. Eves ND, Plotnikoff RC. *Resistance Training and Type 2 Diabetes: Considerations for implementation at the population level*. Diabetes Care 2006;29(8):1933–41.
5. Mendes R, Dias E, Gama A, Castelo Branco M, Themudo Barata J. *Prática de exercício e níveis de atividade física habitual em doentes com diabetes tipo 2*. Revista Portuguesa de Diabetes 2012;7(1):16.
6. Gardete Correia L, Boavida JM, Fragoso de Almeida JP, Massano Cardoso S, Dores J, Sequeira Duarte J, et al. *Diabetes: Factos e Números 2012 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Diabetologia 2013.
7. World Health Organization. *Interventions on diet and physical activity: what works: summary report*. Geneva: World Health Organization 2009.
8. Plotnikoff RC, Costigan SA, Karunamuni ND, Lubans DR. *Community-based physical activity interventions for treatment of type 2 diabetes: a systematic review with meta-analysis*. Front Endocrinol (Lausanne) 2013;4:3.
9. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. *Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2*. Revista Portuguesa de Diabetes 2011;6(2):62–70.
10. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. *Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise*. Medicine & Science in Sports & Exercise 2011;43(7):1334–59.
11. Mendes R, Sousa N, Dias F, Domingues M, Marinho D, Reis VM, et al. *Programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2 – estudo da frequência e aderência ao exercício durante a fase piloto do Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>. Livro de Resumos do X Curso Pós-Graduado sobre Envelhecimento: Geriatria Prática; Coimbra 2012. p. 17.
12. Mendes R, Sousa N, Pon J, Reis VM, Themudo Barata JL. *Eventos adversos associados ao exercício em doentes com diabetes tipo 2 – estudo da fase piloto do Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> um programa comunitário de exercício para pessoas com diabetes tipo 2. Livro de Resumos do XI Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva / II Jornadas Médico Desportivas de Guimarães; Guimarães 2012. p. 19.





**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL. Diabetes em Movimento® - Programa de Exercício para Doentes com Diabetes Tipo 2. Revista Portuguesa de Diabetes 2013;8(S1):20.**



ORGÃO OFICIAL DA:



SOCIEDADE PORTUGUESA  
DIABETOLOGIA

PORTUGUESE  
SOCIETY OF DIABETOLOGY

# REVISTA PORTUGUESA DE **DIABETES**

Volume 8 · Número 1 - Março 2013 - Suplemento

REUNIÃO ANUAL  
**SPD**  
1 e 2 de Março • 2013  
**TOMAR**

  
SOCIEDADE PORTUGUESA  
DIABETOLOGIA  
PORTUGUESE  
SOCIETY OF DIABETOLOGY

[WWW.SPD2013.COM](http://WWW.SPD2013.COM)

ACESSO ONLINE:

<http://www.spd.pt>

Comunicações e Posters

# P CLI 9

## DIABETES EM MOVIMENTO® - PROGRAMA DE EXERCÍCIO PARA DOENTES COM DIABETES TIPO 2

Mendes R<sup>1</sup>, Sousa N<sup>1</sup>, Machado Reis V<sup>1</sup>, Themudo Barata JL<sup>2</sup>

1 - Atividade Física - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

2 - Medicina Desportiva / Medicina interna - Universidade da Beira Interior / Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã

O exercício físico é uma estratégia de intervenção não farmacológica e de modificação do estilo de vida, fundamental no controlo da diabetes tipo 2 e das complicações micro e macrovasculares associadas.

O Diabetes em Movimento® é um programa comunitário de exercício direcionado para pessoas com diabetes tipo 2, desenvolvido na cidade da Covilhã, Portugal.

O conteúdo deste programa foi preparado de acordo com as recomendações internacionais de exercício físico para o controlo da diabetes tipo 2 e tendo em consideração que a maioria desta população possui mais de 60 anos, tem excesso de peso, é sedentária e possui baixa aptidão física.

As sessões de exercício realizam-se três vezes por semana em dias não sucessivos (segundas, quartas e sextas-feiras) com uma duração de cerca de 70 minutos.

São constituídas por cinco fases: 1) Aquecimento (5 min), onde se inclui a marcha; 2) Treino cardiovascular com exercícios aeróbios (30 min), onde se inclui a marcha a diferentes velocidades, estafetas, percurso de obstáculos e de escadas; 3) Treino de força e resistência muscular através de exercícios resistidos (20 min) realizados com cadeiras, alteres, bolas de ginástica e o peso do próprio corpo; 4) Treino de agilidade/equilíbrio/coordenação (10 min), constituído por jogos desportivos coletivos com bola, reduzidos, adaptados e simplificados; 5) Retorno à calma / flexibilidade (5 min) através de alongamentos estáticos e dinâmicos.

A intensidade do exercício é monitorizada através da Escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg e a hidratação durante o exercício é incentivada em pausas criadas para o efeito.

São realizadas medições regulares da glicemia capilar antes e após o exercício e os utentes são educados para os sintomas de hipoglicemia, hiperglicemia, hipotensão, crise hipertensiva, isquemia do miocárdio e acidente vascular cerebral.

Os utentes são também educados para evitarem a manobra de Valsalva, quer durante os exercícios resistidos, quer durante os exercícios de flexibilidade.

As sessões são monitorizadas e supervisionadas por profissionais de exercício qualificados e treinados para os potenciais eventos adversos agudos associados ao exercício nesta população.

Este programa de exercício tem elevada aplicabilidade e envolve recursos materiais mínimos, podendo ser facilmente replicado em contexto comunitário.

As sessões de exercício visam melhorar o controlo glicémico, diminuir a insulino-resistência, reduzir os factores de risco cardiovascular, melhorar a composição corporal e aumentar a aptidão física.

**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL. Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes. Postgrad Med J 2013;89(1058):715-21.**



# Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes

Romeu Mendes,<sup>1</sup> Nelson Sousa,<sup>1</sup> Victor Machado Reis,<sup>1</sup> José Luís Themudo-Barata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development, University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

<sup>2</sup>University of Beira Interior, Cova da Beira Hospital Centre, Covilhã, Portugal

## Correspondence to

Dr Romeu Mendes, Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Edifício Ciências do Desporto, Apartado 1013, Vila Real 5000-801, Portugal; [rmendes@utad.pt](mailto:rmendes@utad.pt)

Received 25 June 2013

Revised 30 September 2013

Accepted 8 October 2013

Published Online First

5 November 2013

## ABSTRACT

Physical activity is widely recommended as an essential non-pharmacological therapeutic strategy to the prevention and control of type 2 diabetes and cardiovascular risk. Microvascular and macrovascular complications associated with the natural progression of the disease and typical age and anthropometric profile of individuals with type 2 diabetes may expose these patients to an increased risk of injury and acute adverse events during exercise. These injuries and adverse events can lead to fear of new injury and consequent physical inactivity. Preventative measures are essential to reduce risk, increase safety and avoid the occurrence of exercise-related injuries in people with type 2 diabetes. This population can exercise safely if certain precautions are taken and if exercise is adapted to complications and contraindications of each individual. Conditions such as diabetic foot, diabetic retinopathy, diabetic nephropathy, diabetic autonomic neuropathy, cardiovascular risk factors, musculoskeletal disorders, hypoglycaemia, hyperglycaemia, dehydration and interactions between medication and exercise should be taken into consideration when prescribing exercise.

## INTRODUCTION

Diabetes is a chronic disease that affects approximately 8.3% of world's population<sup>1</sup> and is associated with complications such as poor metabolic control, diabetic foot, retinopathy, nephropathy, autonomic neuropathy, coronary artery disease and cerebrovascular disease.<sup>2</sup> Type 2 diabetes accounts for 90%–95% of those with diabetes.<sup>3</sup>

Physical activity is widely recommended as an essential non-pharmacological therapeutic strategy to the prevention and control of type 2 diabetes and cardiovascular risk.<sup>2 4 5</sup> The success of regular exercise in improving glycemic control, insulin sensitivity and body composition in people with type 2 diabetes likely results from adaptations that occur in several organs and tissues, including adipose, skeletal muscle, liver and pancreas.<sup>6</sup> Major international organisations<sup>4 7 8</sup> recommend a weekly accumulation of a minimum of 150 min of aerobic exercise of moderate to vigorous intensity, spread over a minimum of 3 days per week. Resistance exercise is also recommended at least 2 days a week, in addition to aerobic exercise, as well as flexibility exercises integrated in all exercise sessions.

Recent studies conducted in several countries<sup>9–12</sup> revealed that most people with type 2 diabetes do not engage in exercise on a regular basis and those who exercise do not meet the international recommendations described above. Therefore, promotion of exercise training in people with type 2 diabetes

should represent a priority in strategies related to lifestyle modification.

Exercise counselling and prescription for the patient with diabetes is difficult due to microvascular and macrovascular complications associated with the natural progression of the disease and also because of the typical age and anthropometric profile of individuals with type 2 diabetes. They are generally sedentary older individuals who are overweight or obese, with low-exercise capacity and a high risk of falling (figure 1).<sup>1 4 13 14</sup> Overweight and obesity are also related to musculoskeletal and cardiovascular complications, which may have future implications in exercise training.<sup>15</sup> All of these conditions and complications can expose diabetic patients to an increased risk of injuries and acute adverse events related to exercise training when compared with healthy subjects.<sup>16 17</sup> One of the effects associated with the rise of exercise training among the population is the increased incidence of injury.<sup>18 19</sup> Injuries and adverse events associated with exercise can lead to fear of new injury and consequent physical inactivity.<sup>20</sup> It is fundamental that implementation of measures promoting physical activity take into account aspects related to injury prevention.<sup>17 19 20</sup>

Therefore, the purpose of this paper is to outline diabetes conditions and complications that may be aggravated by exercise and to highlight the main preventative measures essential to reduce risk, increase safety and prevent the occurrence of injuries and adverse events related to exercise participation in people with type 2 diabetes.

## RISKS TO FEET

Diabetic foot is a consequence of the interaction between peripheral neuropathy, peripheral vascular disease, deformity and trauma, resulting in increased risk of injury, ulceration and amputation.<sup>2 21 22</sup>

All patients with diabetes should wear appropriate sports footwear (comfortable sneakers made of soft and stretchable leather, with a cushioned sole and a wider toe box) and examine their feet daily, especially before and after exercise, to detect early damage.<sup>7 8</sup> Individuals with peripheral neuropathy and without active feet ulcers can engage in weight-bearing exercises of moderate intensity, such as brisk walking.<sup>7</sup> Although walking may expose the feet to impacts that can contribute to the development and maintenance of ulceration,<sup>8</sup> walking at moderate intensity does not appear to increase the risk of foot ulcers or re-ulceration in individuals with peripheral neuropathy.<sup>2 7</sup> Patients with active feet lesions or ulcers should restrict exercise to non-weight-bearing activities such as bicycle

**To cite:** Mendes R, Sousa N, Reis VM, et al. *Postgrad Med J* 2013;**89**:715–721.



**Figure 1** Typical age and anthropometric profile of individuals with type 2 diabetes (image taken from *Diabetes em Movimento* Trial). Access the article online to view this figure in colour.

exercise, rowing, swimming and other water activities, exercises in chairs and exercises with upper limbs.<sup>7 8 23</sup>

Foot examination of patients with diabetes should be performed by a health professional regularly at least once a year. These examinations for the presence of the predisposing factors for ulcerations and amputation should include inspection of the skin status, infections, ulcerations, calluses, musculoskeletal deformities, assessment of pinprick sensation, temperature and vibration perception (using a 128 Hz tuning fork), 10 g monofilament pressure sensation, ankle reflexes and foot pulses.<sup>21 22</sup>

### EYE PROBLEMS

People with proliferative diabetic retinopathy, severe non-proliferative diabetic retinopathy or macular degeneration need to take particular care with exercise and should receive specific counselling about the risk of exercise to sight. This group should avoid activities that significantly raise intraocular pressure—such as vigorous intensity aerobic or resistance exercise and high-impact activities with jumps or any exercise that results in Valsalva manoeuvre—as this increases the risk of vitreous haemorrhage and retinal detachment.<sup>2 7 8</sup>

In addition, physical contact sports, ball sports or any sports in which there is a risk of eye injury should be avoided in those whose sight is in jeopardy. For this group, recommended exercises include walking, jogging and running.<sup>24</sup> Other non-contact and low-impact activities such as cycling and swimming require certain precautions like helmet use and swimming goggles, respectively.

### DIABETIC NEPHROPATHY

Diabetic nephropathy, characterised by the excretion of increased amounts of albumin in the urine, high blood pressure and renal failure, represents one of the major complications related to diabetes and is associated with other complications such as cardiovascular disease and retinopathy.<sup>25</sup>

Patients with nephropathy and microalbuminuria do not require exercise restrictions,<sup>2 8</sup> which may be performed even during dialysis sessions.<sup>7</sup> Individuals with established nephropathy should undergo a detailed medical evaluation before starting exercise. A stress test may be important to detect coronary artery disease and abnormal responses of heart rate and blood pressure to exercise.<sup>7</sup>

Since blood pressure has been identified as one of the most important factors influencing the degree of albuminuria associated with exercise,<sup>26</sup> vigorous intensity exercise and activities

that promote Valsalva manoeuvre should be avoided in order to prevent sudden increases in blood pressure.<sup>7</sup>

### DIABETIC AUTONOMIC NEUROPATHY

Autonomic neuropathy can affect any system of human body and may increase the risk of acute adverse events due to exercise intolerance, postural hypotension, abnormal thermoregulation, decreased night vision and changes in supply of carbohydrates due to gastroparesis, predisposing to hypoglycaemic episodes.<sup>2</sup>

Cardiovascular autonomic neuropathy is the most important form of autonomic dysfunction due to the life-threatening consequences and can be manifested by resting tachycardia (>100 bpm), orthostatic hypotension (drop in systolic blood pressure >20 mm Hg upon standing) without an appropriate heart rate response or other disturbances in autonomic nervous system function.<sup>21</sup>

The presence of autonomic neuropathy may limit exercise capacity and increase the risk of an acute cardiovascular adverse event during exercise.<sup>2</sup> Hypotension and hypertension after vigorous exercise are more likely to develop in patients with autonomic neuropathy, particularly when starting an exercise programme.<sup>21</sup> Since these individuals may have difficulty with thermoregulation, they should be advised to avoid exercise in hot or cold environments and should undertake proper hydration.<sup>17</sup>

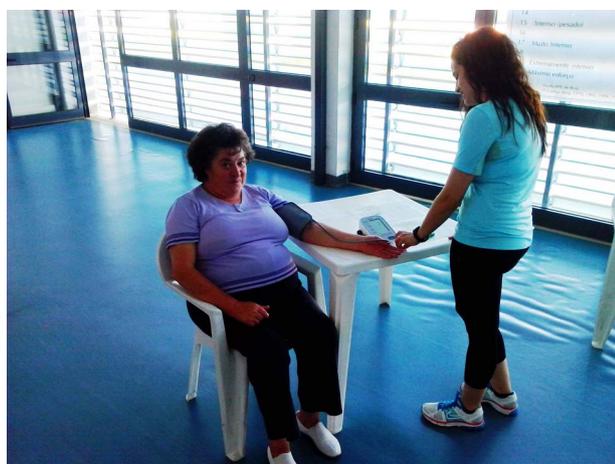
Patients with cardiovascular autonomic neuropathy should be submitted to a detailed medical evaluation before beginning exercise training, which may include a stress test and a battery of autonomic tests that evaluate both branches of autonomic nervous system.<sup>2 7 21</sup> Due to possible resting tachycardia, decreased exercise tolerance and reduced maximum heart rate, aerobic exercise intensity should be prescribed using the heart rate reserve method with direct measurement of maximum heart rate through a stress test.<sup>7</sup>

### CARDIOVASCULAR RISK

The risk of a cardiovascular event during exercise is low, and the overall benefits of exercise largely exceed its risks in the general population.<sup>27–30</sup> Although this ratio is still not adequately studied in people with type 2 diabetes, whose prevalence of symptomatic or asymptomatic coronary artery disease is higher, cardiovascular diseases are not an absolute contraindication to exercise training.<sup>8</sup>

Patients with diabetes and established coronary artery disease should begin exercise training in supervised cardiac rehabilitation programmes, at least initially.<sup>7</sup> These individuals have indication to perform a stress test before starting exercise,<sup>2 8</sup> and the maximum training heart rate should be 10 bpm below the ischaemic threshold.<sup>27</sup> Such patients should be encouraged to start exercise training with short periods of low intensity and increase intensity and duration slowly and progressively.<sup>2</sup>

All people with type 2 diabetes should be educated about the typical and atypical symptoms of myocardial ischaemia (chest pain/angina, burning discomfort, exertional dyspnoea, increasing fatigue, sweating, light-headedness, nausea, etc.) and stroke (sudden numbness or weakness of face, arm or leg; sudden confusion, trouble speaking or understanding; sudden trouble walking, dizziness, loss of balance or coordination; sudden severe headache with no known cause, etc.) and instructed to report these symptoms to exercise professionals and to a physician for further evaluation.<sup>27</sup> Exercise professionals who supervise exercise programmes should have current training in cardiac life support and emergency procedures.<sup>28</sup>



**Figure 2** Blood pressure monitoring before exercise (image taken from *Diabetes em Movimento* Trial). Access the article online to view this figure in colour.

High blood pressure is a major risk factor for coronary artery disease and cerebrovascular diseases,<sup>31</sup> and it is particularly important in patients with diabetes.<sup>32</sup> In poorly controlled hypertensive patients, blood pressure should be regularly monitored at rest before exercise (figure 2) and exercise should be avoided if the values are equal or greater than 200 mm Hg of systolic blood pressure or 100 mm Hg of diastolic blood pressure.<sup>27 33</sup> In order to prevent sudden increases in blood pressure during exercise, Valsalva manoeuvre should be averted,<sup>7 27</sup> especially when performing resistance and flexibility exercises.

### MUSCULOSKELETAL INJURY

Musculoskeletal injuries and other traumatic lesions are the main potential adverse outcomes of exercise training in the general population.<sup>20</sup> Musculoskeletal injury includes acute injuries and chronic injuries due to overuse and is mainly associated with vigorous exercise and contact sports.<sup>19 20</sup>

Age and anthropometric profile of people with type 2 diabetes can predispose to a higher risk of injury of the musculoskeletal system.<sup>23</sup> Individuals with overweight or osteoarthritis may have difficulties in weight-bearing exercises such as walking or jogging. Low-impact activities such as bicycle exercise, water activities or resistance exercises are advisable alternatives.<sup>15</sup> Shock-absorbing insoles, joint external support materials and joint strengthening exercises seem to have a preventive effect on reducing musculoskeletal injuries.<sup>19</sup>

### AVOIDING HYPOGLYCAEMIA

Apart from iatrogenic hypoglycaemia, patients with diabetes should understand and identify situations that may increase risk of hypoglycaemia, such as prolonged fasting, sleep or exercise.<sup>2 34</sup>

Although exercise may increase risk of hypoglycaemia, only the individuals medicated with insulin or insulin secretagogues (sulfonylureas and meglitinides) seem to be at risk during, immediately after or several hours after exercise.<sup>2 7 35</sup> Hypoglycaemia associated with exercise is rare in patients medicated with other types of oral antidiabetic drugs. However, all

patients with diabetes should recognise early symptoms of hypoglycaemia (tremulousness, palpitations, anxiety, sweating, hunger, paresthesias, weakness, fatigue, confusion, seizures, loss of consciousness and others) and know how to treat them in an effective way, thus avoiding severe consequences.<sup>34</sup> It is important to understand that these symptoms are non-specific and may differ from individual to individual.

Self-monitoring of blood glucose levels appears to be the most effective preventative measure. Capillary blood glucose should be assessed before, during, immediately after and up to several hours after exercise, especially in people treated with insulin or insulin secretagogues.<sup>7 35</sup> Monitoring capillary blood glucose several hours after exercise is particularly important in the case of poorly controlled diabetes, during the first sessions of exercise, after sessions of vigorous or long-term exercise, when exercise programmes are modified or when there are changes in medication.<sup>23</sup> The recommendation of ingesting 15–20 g of carbohydrates if capillary glycaemia before exercise is equal to or less than 100 mg/dL (5.6 mmol/L) in patients treated with insulin or insulin secretagogues<sup>2 7</sup> depends on what the person's insulin regimen is, when insulin (and what type) was last given, when food was last ingested, the time of day, exercise intensity and duration, and other factors. However, with prolonged exercise (more than 1 h), carbohydrate intake during and immediately after exercise (up to 30 min) minimises the risk of hypoglycaemia.<sup>7</sup>

Changes in medication or in dietary planning may be needed, such as a reduction in insulin dose before and/or after exercise or a higher intake of carbohydrates in the previous meal.<sup>2 35</sup>

Risk of hypoglycaemia associated with exercise appears to be related to hypoglycaemia-associated autonomic failure, which causes a defective counterregulation response to exercise and hypoglycaemia unawareness.<sup>2 35 36</sup> Thus, exercise should be avoided for 24 h following an episode of hypoglycaemia because of the risk of recurrent hypoglycaemia.<sup>35</sup>

The timing of exercise must also be considered in patients treated with insulin or insulin secretagogues. Exercise is not recommended neither during the peak insulin action due to the increased risk of hypoglycaemia nor before bed rest because of the risk of delayed postexercise hypoglycaemia.<sup>27</sup>

Although it is not possible to define hypoglycaemia in patients with diabetes based on a specific value of blood glucose, it seems important to maintain values above 72 mg/dL (4.0 mmol/L).<sup>37</sup> Glucagon emergency kits should be prescribed to all patients with significant risk of severe hypoglycaemia, and healthcare providers, exercise professionals and family members should be instructed in their administration.<sup>2</sup>

### HYPERGLYCAEMIA

Hyperosmolar hyperglycaemic state and ketoacidosis are the most serious acute metabolic complications of diabetes, although they are rare in patients with type 2 diabetes in the absence of certain precipitating events, such as infection or inadequate insulin therapy.<sup>38</sup> Common symptoms associated with hyperglycaemia include polyuria, fatigue, weakness, increased thirst and acetone breath.<sup>27</sup>

People with type 2 diabetes do not need to postpone exercise due to high blood glucose (>300 mg/L or 7.16 mmol/L), provided they feel well, are properly hydrated and there is no ketosis.<sup>2</sup> However, due to increased production of catecholamines, vigorous exercise should be avoided in case of hyperglycaemia because of the risk of increasing blood glucose levels and

ketosis.<sup>7 27</sup> Exercise is contraindicated in the presence of hyperglycaemia (>300 mg/dL or 7.16 mmol/L) with urine or blood ketones, and appropriate medical care must be established.<sup>2 7 38</sup>

### PREVENTING DEHYDRATION

Patients with poorly controlled diabetes often have polyuria, and so they are particularly susceptible to dehydration with exercise. That risk is greater especially in hot environments.<sup>7 27</sup> All patients should begin exercising properly hydrated and should drink about 0.4–0.8 L of water per hour during exercise depending on exercise intensity and environment temperature. Carbohydrates can be added to the beverage if exercise is prolonged (more than 1 h) in those with hypoglycaemia risk.<sup>39</sup>

### INTERACTIONS BETWEEN MEDICATION AND EXERCISE

Adjustments in medication dosage to prevent exercise-related hypoglycaemia are only necessary with insulin or insulin secretagogues use. In the case of frequent hypoglycaemic episodes with exercise, the dose of such drugs should be reduced and adjusted before and possibly after exercise.<sup>7</sup>

Due to complications associated with diabetes, a variety of other drugs are prescribed on a regular basis and that can interfere with normal physiological response to exercise, leading to fatigue and making exercise an unpleasant experience for patients.<sup>40</sup>

$\beta$ -Blockers can decrease heart rate response to exercise and limit maximal exercise capacity through negative inotropic and chronotropic effects. They can also block adrenergic symptoms of hypoglycaemia, increasing the risk of undetected hypoglycaemic episodes during exercise.<sup>7</sup> Prescription and monitoring of exercise intensity through heart rate should be thereby adjusted, and the use of heart rate reserve method is recommended.

Diuretics can decrease the overall volume of blood and fluids, increasing the risk of dehydration and electrolyte imbalance, especially when performing exercising at high temperatures.<sup>40</sup>

The use of statins is associated with an increased risk of muscle side effects such as myositis and myalgia, which may be exacerbated by exercise.<sup>41</sup> There is now also compelling evidence that statin therapy impairs pancreatic  $\beta$ -cell function and peripheral insulin sensitivity and results in hyperinsulinemia.<sup>42</sup>

Vasodilators, calcium channel blockers and  $\alpha$ -blockers can cause hypotension with rapid cessation of exercise.<sup>40</sup> A longer cool-down period is therefore recommended.

### PRE-EXERCISE CLINICAL EVALUATION

The need for a detailed clinical evaluation before initiating exercise training appears to depend mainly on the patient characteristics and on the exercise intensity. To perform exercise at light to moderate intensity such as brisk walking, initial clinical evaluation does not appear to be necessary in asymptomatic individuals with diabetes since this type of activity does not represent an increased risk of aggravating complications possibly present.<sup>7 8</sup> A detailed medical evaluation is recommended for elderly or sedentary patients with diabetes who intend to do more vigorous exercise than brisk walking or exercise that exceeds the requirements of daily life.<sup>7 8</sup>

Patients with symptoms suggesting coronary artery disease should always be properly assessed, regardless of diabetes status or exercise intensity.<sup>8</sup> The evaluation is also important in severe

forms of diabetic retinopathy (proliferative diabetic retinopathy or macular degeneration), diabetic foot, diabetic nephropathy and cardiovascular autonomic neuropathy, as well as in individuals who initiate exercise training after several years of sedentary lifestyle or diabetes.<sup>7</sup>

Conditions that may increase risk of cardiovascular events and that may contraindicate any type or mode of exercise or predispose to injury, such as uncontrolled hypertension, severe autonomic neuropathy, severe peripheral neuropathy or history of foot injuries and unstable proliferative retinopathy, should be searched and evaluated.<sup>2 7</sup> Patients' age, level of habitual physical activity, prescribed medication, glycemic control, possible physical limitations, smoking and other cardiovascular risk factors should also be considered.

Detailed medical evaluation may also include a stress test, although its recommendation is a debatable topic.<sup>2 7 8 17</sup> Stress tests for screening coronary artery disease in cardiovascular asymptomatic individuals with diabetes are not currently recommended.<sup>2</sup> However, sedentary or elderly individuals with diabetes who have moderate or high risk of cardiovascular disease and intend to perform vigorous exercise can benefit from a stress test.<sup>7 8</sup> Patients with symptoms suggestive of coronary artery disease should be always submitted to a stress test before the beginning of exercise training.<sup>8</sup> Individuals with cardiovascular autonomic neuropathy or advanced nephropathy with renal failure also appear to benefit from a stress test.<sup>7</sup> Health professionals should use their clinical judgement in recommending the detailed initial medical evaluation, with or without a stress test.<sup>2 7</sup> In this decision, other cardiovascular risk factors such as smoking, hypercholesterolaemia, hypertension or family history of premature coronary artery disease must also be weighed.<sup>43</sup>

One of the most unfavourable aspects of the initial medical evaluation and stress tests is that they represent an additional barrier to exercising in a population group where such barriers need to be reduced.<sup>7 8</sup> In addition, stress tests are financially and logistically expensive.<sup>13</sup>

### PROGRAMMING EXERCISE SESSIONS

Exercise programmes for people with type 2 diabetes should include combined aerobic and resistance exercise complemented by flexibility exercises.<sup>44</sup> Recommendations for aerobic and resistance exercise intensity range between moderate to vigorous.<sup>7</sup>

Moderate-intensity aerobic exercise represents a target training zone between 40% and 59% of heart rate reserve, 64%–76% of the maximum heart rate or 12–13 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points, whereas vigorous-intensity aerobic exercise ranges between 60% and 89% of heart rate reserve, 77–95% of maximum heart rate or 14–17 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points.<sup>45</sup> For most people with type 2 diabetes, brisk walking is a moderate-intensity aerobic exercise and jogging is a vigorous-intensity aerobic exercise.<sup>7</sup> The risk of cardiovascular autonomic neuropathy, the possible use of drugs with influence on heart rate and the heterogeneity of physical fitness of these individuals make the use of heart rate reserve method in the prescription of aerobic exercise intensity advisable. However, when equipment for measuring heart rate is not available, manual heart rate monitoring is challenging and is not always accurate or successful. The rates of perceived exertion scales are



**Figure 3** Use of rate of perceived exertion scale to monitor exercise intensity in patients with type 2 diabetes (image taken from *Diabetes em Movimento* Trial). Access the article online to view this figure in colour.

valid and important alternative tools in controlling aerobic exercise intensity (figure 3).<sup>46</sup>

Moderate-intensity resistance exercise involves the completion of 12–15 repetitions to near fatigue per set (the number of sets per exercise should range between 2 and 4), whereas vigorous-intensity resistance exercise involves the completion of only 7–11 repetitions to near fatigue.<sup>47</sup> The rates of perceived exertion scales are also valid to monitor resistance exercise intensity.<sup>48</sup>

Participation in vigorous-intensity exercise represents an increased risk and is contraindicated in several complications of diabetes. The realisation of a stress test appears to be important before engaging in activities with this degree of intensity. Stress testing should be performed preferably on a treadmill so that the patient's results can be extrapolated to prescription of brisk walking and jogging. The results can be useful to determine the maximum heart rate, exercise tolerance and threshold of myocardial ischaemia or a hypertensive response.

Exercise intensity and duration should be inversely proportional within each exercise session, and the progression of intensity, duration and frequency of exercise sessions over a regular exercise programme should occur slowly.<sup>45</sup> Warm-up and cool-down stages are essential for adequate prevention of adverse events associated with exercise, such as sudden increases in blood pressure during exercise or hypotensive episodes after the end of exercise. Exercise sessions should include regular monitoring of blood glucose and blood pressure, foot examination before and after exercise, and pauses for hydration.

Exercise sessions monitoring by trained and qualified exercise professionals is crucial to ensure safety and to minimise the risk of injury.<sup>44</sup> These professionals should be adequately prepared to adapt exercises to the contraindications, complications and limitations of each individual.<sup>23</sup>

## CONCLUSIONS

People with type 2 diabetes can exercise safely if certain preventative measures are adopted and if exercise is adapted to the complications and contraindications of each individual. Exercise prescription for patients with diabetes should include recommendations for the prevention and control of situations such as diabetic foot, diabetic retinopathy, diabetic

nephropathy, diabetic autonomic neuropathy, cardiovascular risk factors, musculoskeletal disorders, hypoglycaemia, hyperglycaemia, dehydration and the interactions between medication and exercise. It is also important to consider age, habitual physical activity, anthropometric profile and other cardiovascular risk factors.

Complications of diabetes, individual characteristics and the intended intensity of exercise may determine the need for an initial medical evaluation that may include a stress test. Proper planning of exercise sessions and their monitoring by exercise professionals are crucial aspects to ensure the safety of participants and prevent exercise-related injuries.

## Main messages

- ▶ People with type 2 diabetes may be exposed to an increased risk of injury and acute adverse events during exercise.
- ▶ Exercise prescription for this population should include recommendations for the prevention and control of situations such as diabetic foot, diabetic retinopathy, diabetic nephropathy, diabetic autonomic neuropathy, cardiovascular risk, musculoskeletal disorders, hypoglycaemia, hyperglycaemia, dehydration and the interactions between medication and exercise.
- ▶ Proper planning of exercise sessions and their monitoring by exercise professionals are crucial aspects to guarantee the safety of participants and prevent exercise-related injuries.

## Current research questions

- ▶ What is the incidence of exercise-related injuries and adverse events in people with type 2 diabetes?
- ▶ What type of exercise-related adverse events are more prevalent in this population?
- ▶ What is the impact of these events in exercise adherence?

## Key references

- ▶ Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, *et al.* Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33:e147–67.
- ▶ Burr JF, Shephard RJ, Riddell MC. Prediabetes and type 2 diabetes mellitus: assessing risks for physical activity clearance and prescription. *Can Fam Physician* 2012;58:280–4.
- ▶ Colberg SR, Sigal RJ. Prescribing exercise for individuals with type 2 diabetes: recommendations and precautions. *Phys Sportsmed* 2011;39:13–26.
- ▶ Cryer PE. Exercise-related hypoglycaemia-associated autonomic failure in diabetes. *Diabetes* 2009;58:1951–2.
- ▶ Mendes R, Sousa N, Reis VM, *et al.* *Diabetes em Movimento*—community-based exercise program for patients with type 2 diabetes. *Br J Sports Med* 2013;47:e3.

## Self assessment questions

Answer true (T) or false (F) for the below,

- Which type of exercise is recommended for people with type 2 diabetes?
  - Only aerobic exercise
  - Only resistance exercise
  - Only aerobic and resistance exercise
  - Aerobic, resistance and flexibility exercise
- Which medication can potentiate hypoglycaemia associated with exercise?
  - Insulin, metformin and sulfonylureas
  - Insulin, sulfonylureas and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors
  - Insulin, sulfonylureas and meglitinides
  - Insulin, meglitinides and thiazolidinediones
- Monitoring capillary blood glucose before exercise is particularly important. Patients at risk of hypoglycaemia should ingest carbohydrates before exercise if capillary glycaemia is
  - Equal to or less than 130 mg/dL
  - Equal to or less than 120 mg/dL
  - Equal to or less than 110 mg/dL
  - Equal to or less than 100 mg/dL
- Moderate-intensity aerobic exercise like brisk walking represents
  - 11–12 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points
  - 12–13 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points
  - 13–14 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points
  - 14–15 points in a rate of perceived exertion scale of 6–20 points
- Choose the true sentence:
  - Individuals with peripheral neuropathy and without active ulcers in the feet can engage in weight-bearing exercises of moderate intensity, such as brisk walking.
  - Vigorous-intensity aerobic or resistance exercise, high-impact activities with jumps and physical contact are recommended activities to individuals with diabetic retinopathy.
  - Patients with nephropathy and microalbuminuria require important exercise restrictions.
  - Hypotension and hypertension after vigorous exercise are less likely to develop in patients with autonomic neuropathy.

**Acknowledgements** The authors acknowledge the support received from all participants and researchers of *Diabetes em Movimento* (SRCTN09240628).

**Contributors** All authors were equally involved in the conceptualisation, writing and editing of the manuscript, and provided substantial contributions to the conception and design, as well as drafting the article and revising it critically for important intellectual content. All authors approved the final version to be published.

**Funding** This work was supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology (reference no. SFRH/BD/47733/2008).

**Competing interests** None.

**Patient consent** Obtained.

**Provenance and peer review** Not commissioned; externally peer reviewed.

## REFERENCES

- International Diabetes Federation. *IDF diabetes atlas 2012 update*. 5th edn. International Diabetes Federation, 2012.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2013. *Diabetes Care* 2013;36(Suppl 1):S11–66.
- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2013;36(Suppl 1):S67–74.
- International Diabetes Federation. *Global guideline for type 2 diabetes*. Brussels: International Diabetes Federation, 2012.
- Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, *et al*. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a patient-centered approach. *Diabetes Care* 2012;35:1364–79.
- Burr JF, Rowan CP, Jamnik VK, *et al*. The role of physical activity in type 2 diabetes prevention: physiological and practical perspectives. *Phys Sportsmed* 2010;38:72–82.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, *et al*. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33:e147–67.
- Marwick TH, Hordern MD, Miller T, *et al*. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2009;119:3244–62.
- Lee D-c, Park I, Jun T-W, *et al*. Physical activity and body mass index and their associations with the development of type 2 diabetes in Korean men. *Am J Epidemiol* 2012;176:43–51.
- Duarte CK, Almeida JC, Merker AJS, *et al*. Nivel de atividade física e exercício físico em pacientes com diabetes mellitus. *Rev Assoc Med Bras* 2012;58:215–21.
- Zhao G, Ford ES, Li C, *et al*. Physical activity in U.S. Older adults with diabetes mellitus: prevalence and correlates of meeting physical activity recommendations. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:132–7.
- Mendes R, Dias E, Gama A, *et al*. Exercise practice and habitual physical activity levels in patients with type 2 diabetes: a pilot study in Portugal. *Rev Port Endocrinol Diabetes Metab* 2013;8:9–15.
- Ribisl PM, Lang W, Jaramillo SA, *et al*. Exercise capacity and cardiovascular/metabolic characteristics of overweight and obese individuals with type 2 diabetes: the Look AHEAD clinical trial. *Diabetes Care* 2007;30:2679–84.
- Crews RT, Yalla SV, Fleischer AE, *et al*. A growing troubling triad: diabetes, aging, and falls. *J Aging Res* 2013;2013:342650.
- Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, *et al*. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:459–71.
- Burr JF, Shephard RJ, Riddell MC. Prediabetes and type 2 diabetes mellitus: assessing risks for physical activity clearance and prescription. *Can Fam Physician* 2012;58:280–4.
- Colberg SR, Sigal RJ. Prescribing exercise for individuals with type 2 diabetes: recommendations and precautions. *Phys Sportsmed* 2011;39:13–26.
- Baarveld F, Visser CA, Kollen BJ, *et al*. Sports-related injuries in primary health care. *Fam Pract* 2011;28:29–33.
- Aaltonen S, Karjalainen H, Heinonen A, *et al*. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2007;167:1585–92.
- Finch CF, Owen N. Injury prevention and the promotion of physical activity: what is the nexus? *J Sci Med Sport* 2001;4:77–87.
- Boulton AJM, Vinik AI, Arezzo JC, *et al*. Diabetic neuropathies. *Diabetes Care* 2005;28:956–62.
- Boulton AJM, Armstrong DG, Albert SF, *et al*. Comprehensive foot examination and risk assessment. *Diabetes Care* 2008;31:1679–85.
- Mendes R, Sousa N, Reis VM, *et al*. Programa de Exercício na Diabetes Tipo 2. *Rev Port Diab* 2011;6:62–70.
- Kim T, Nunes AP, Mello MJ, *et al*. Incidence of sports-related eye injuries in the United States: 2001–2009. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249:1743–4.
- Guimarães J, Bastos M, Melo M, *et al*. Diabetic nephropathy: glomerular filtration rate and estimated creatinine clearance. *Acta Med Port* 2007;20:145–50.
- Koh KH, Dayanath B, Doery JC, *et al*. Effect of exercise on albuminuria in people with diabetes. *Nephrology (Carlton, Vic.)* 2011;16:704–9.
- Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS, eds. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 8th edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
- Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, *et al*. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007;115:2358–68.
- Mendes R, Sousa N, Themudo Barata JL. Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription. *Acta Med Port* 2011;24:1025–30.
- Goodman J, Thomas S, Burr JF. Physical activity series: cardiovascular risks of physical activity in apparently healthy individuals: risk evaluation for exercise clearance and prescription. *Can Fam Physician* 2013;59:46–9, e6–e10.
- Perk J, De Backer G, Gohlke H, *et al*. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). *Eur Heart J* 2012;33:1635–701.

- 32 Buse J, Ginsberg H, Bakris G, *et al.* Primary prevention of cardiovascular diseases in people with diabetes mellitus. A scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2007;30:162–72.
- 33 Sieira MC, Ricart AO, Estrany RS. Blood pressure response to exercise testing. *Apunts Med Esport* 2010;45:191–200.
- 34 Seaquist ER, Anderson J, Childs B, *et al.* Hypoglycemia and diabetes: a report of a workgroup of the American Diabetes Association and the Endocrine Society. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98:1845–59.
- 35 Younk LM, Mikeladze M, Tate D, *et al.* Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2011;6:93–108.
- 36 Cryer PE. Exercise-related hypoglycemia-associated autonomic failure in diabetes. *Diabetes* 2009;58:1951–2.
- 37 Cryer PE, Davis SN, Shamooh H. Hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:1902–12.
- 38 Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, *et al.* Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes Care* 2009;32:1335–43.
- 39 Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, *et al.* Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:377–90.
- 40 Derman W. Antihypertensive medications and exercise. FIMS Positions Stand. *Int SportsMed J* 2008;9:32–8.
- 41 Parker BA, Thompson PD. Effect of statins on skeletal muscle: exercise, myopathy, and muscle outcomes. *Exerc Sport Sci Rev* 2012;40:188–94.
- 42 Goldstein MR, Mascitelli L. Do statins cause diabetes? *Curr Diab Rep* 2013;13:381–90.
- 43 Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, *et al.* ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 2002;106:1883–92.
- 44 Mendes R, Sousa N, Reis VM, *et al.* Diabetes em Movimento®—community-based exercise program for patients with type 2 diabetes. *Br J Sports Med* 2013;47:e3.
- 45 Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1334–59.
- 46 Eston R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *Int J Sports Physiol Perform* 2012;7:175–82.
- 47 Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:687–708.
- 48 Day ML, McGuigan MR, Brice G, *et al.* Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res* 2004;18:353–8.

### Answers

1. F, F, F, T
2. F, F, T, F
3. F, F, F, T
4. F, T, F, F
5. T, F, F, F



**Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM.** Como melhorar a aptidão física em doentes com diabetes tipo 2? Estudo piloto do Diabetes em Movimento®. In: Vilaça J, Saavedra F, Fernandes HM, Reis VM, editors. Actas do 3º Simpósio Internacional de Força e Condição Física. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2013. p. 70-1.





Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano



Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



## **Actas do 3º Simpósio Internacional de Força e Condição Física**

*Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Strength & Conditioning*

Vila Real – Portugal, 5, 6 e 7 de Julho de 2013

**ISBN: 978-989-704-142-6**

---

**COMO MELHORAR A APTIDÃO FÍSICA EM DOENTES COM DIABETES TIPO 2?  
ESTUDO PILOTO DO *DIABETES EM MOVIMENTO*<sup>®</sup>**

Romeu Mendes,<sup>1</sup> Nelson Sousa,<sup>1</sup> José Luís Themudo-Barata,<sup>2</sup> Victor Machado Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal;* <sup>2</sup> *Universidade da Beira Interior; Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã, Portugal; Email: rmendes@utad.pt*

**Introdução:** A elevada prevalência de sedentarismo, obesidade sarcopênica e comorbidades crónicas nos doentes com diabetes tipo 2, parecem contribuir para o declínio mais acentuado da aptidão física observado nesta população, com grande influência na sua mobilidade e qualidade de vida. **Objetivos:** Analisar os efeitos do *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>, um programa comunitário de exercício para doentes com diabetes tipo 2, na aptidão física dos seus

participantes. **Métodos:** Este estudo apresentou um desenho longitudinal. Vinte e três indivíduos com diabetes tipo 2 (12 homens e 11 mulheres; idade  $60,17 \pm 7,85$  anos; IMC  $30,38 \pm 4,64$  kg/m<sup>2</sup>) participaram num programa comunitário de exercício de 23 semanas de duração, que combinou exercício aeróbio, resistido, de agilidade e de flexibilidade. As sessões de exercício decorreram em grupo, três vezes por semana em dias não consecutivos, com uma duração de 70 minutos e foram monitorizadas por profissionais de exercício. A aptidão física foi avaliada antes e após o programa de exercício, através do *6-minute walk test* (aptidão aeróbia), *30-second chair stand test* (força muscular dos membros inferiores) e *chair sit-and-reach test* (flexibilidade lombar e dos membros inferiores). **Resultados:** A taxa de abandono do programa foi de 26,09% (n= 6) e a aderência ao exercício foi de  $70,79 \pm 19,73$  %. Foram observadas melhorias significativas ( $p < 0,001$ ) em todos os testes de aptidão física utilizados: *6-minute walk test*,  $666,06 \pm 61,06$  vs.  $727,06 \pm 80,29$  m; *30-second chair stand test*,  $16,18 \pm 2,90$  vs.  $22,12 \pm 3,06$  repetições; *chair sit-and-reach test*,  $-3,38 \pm 10,28$  vs.  $4,18 \pm 10,99$  cm. **Conclusões:** Intervenções comunitárias de baixo custo e de elevada aplicabilidade, como o *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup>, parecem ter um papel importante na melhoria da aptidão física de doentes com diabetes tipo 2. **Palavras-chave:** exercício; aptidão física; diabetes tipo 2; programa comunitário **Financiamento e Registo:** Este estudo foi financiado pela *Fundação para a Ciência e a Tecnologia* com a referência SFRH/BD/47733/2008 e está registado no *Current Controlled Trials* com a referência ISRCTN09240628.

---



Sousa N, **Mendes R.** Safety and efficacy of strength training in patients with type 2 diabetes.  
In: Vilaça J, Saavedra F, Fernandes HM, Reis VM, editors. Actas do 3º Simpósio Internacional de Força & Condição Física. Vila Real: Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano; Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2013. p. 41-2.





Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano



Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



## **Actas do 3º Simpósio Internacional de Força e Condição Física**

*Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Strength & Conditioning*

Vila Real – Portugal, 5, 6 e 7 de Julho de 2013

**ISBN: 978-989-704-142-6**

## **SAFETY AND EFFICACY OF STRENGTH TRAINING IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES**

Nelson Sousa, Romeu Mendes

*Research Center in Sports, Health Sciences and Human Development; University of Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal; nelsons@utad.pt*

Exercise training is widely recommended as a nonpharmacological therapeutic strategy to the prevention and control of type 2 diabetes (T2DM). Traditionally, aerobic training has been proposed as the most safety exercise mode for individuals with T2DM. However, there is now evidence supporting the use of strength training for T2DM prevention and treatment due to its ability to regulate blood sugar levels.<sup>1</sup> Similar to aerobic exercise, strength training has been reported to be safe and efficacious enhancing insulin sensitivity and daily energy expenditure.<sup>1,2</sup> Furthermore, strength training has the potential for increasing muscle strength,<sup>3</sup> lean muscle mass,<sup>4</sup> and bone mineral density,<sup>5</sup> which could enhance functional status and prevent sarcopenia and osteoporosis in T2DM risk populations such as older adults and obese individuals. However, recent evidence suggests that a combination of aerobic and strength training (combined exercise) is more beneficial than either training modality alone.<sup>6,7</sup> It is postulated that while aerobic exercise enhances insulin sensitivity, strength training improves blood glucose uptake by increasing muscle mass and Glut-4 expression, and that these mechanisms appear to be synergistic.

According to the American College of Sports Medicine,<sup>2</sup> strength training should be undertaken at least twice weekly on nonconsecutive days, but more ideally three times a week, as part of a exercise program for individuals with T2DM, along with regular aerobic activities. Training should be moderate (50% of 1-repetition maximum, or 1-RM) or vigorous (75%–80% of 1-RM) for optimal gains in strength and insulin action.<sup>8</sup> Home-based resistance training following supervised, gym-based training may be less effective for maintaining blood glucose control but adequate for maintaining muscle mass and strength.<sup>8</sup> Each training session should minimally include 5–10 exercises involving the major muscle groups.

However, preventive measures during strength training programs are essential to reduce risk, increase safety and prevent injuries. Heavier weights or resistance may be needed for optimization of insulin action and blood glucose control. To avoid injury, progression of intensity, frequency, and duration of training sessions should occur slowly. In general, if they undertake strenuous strength training, it is prudent to ensure that they are adequately hydrated.<sup>2,8</sup> Users of insulin and insulin secretagogues are advised to supplement with carbohydrate as needed to prevent hypoglycemia during and after exercise. Also, medication dosage adjustments to prevent exercise-associated hypoglycemia may be required by individuals using insulin or certain insulin secretagogues.<sup>2,8</sup>

In conclusion, T2DM patients can exercise safely if certain precautions are taken and if the strength training program is adapted to complications and contraindications of each individual. Proper design programs and their monitoring by exercise professionals are crucial aspects to guarantee the safety of participants and to prevent injuries. However, recent studies have reported better results in controlling glucose and improving insulin sensitivity with combined exercise (aerobic and strength). Therefore, persons with T2DM who wish to improve their metabolic control through physical activity should be encouraged to perform both aerobic and strength training.

### References

1. Eves N, Plotnikoff R. Resistance Training and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29(8): 1933–41.
2. American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association. Exercise and Type 2 Diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(12): 2282–2303.
3. Larose J, Sigal R, Khandwala F, Kenny G. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports* 2012; 22: e45–e54.
4. Hurley BF, Hanson ED, Sheaff AK. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. *Sports Med* 2011; 41(4): 289–306.
5. Romero-Arenas S, Blazeovich A, Martínez-Pascual M, et al. Effects of high-resistance circuit training in an elderly population. *Exp Gerontol* 2012; 48(3): 334–340.
6. Oliveira C, Simões M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 98(2): 187–198.
7. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1527–33.
8. Colberg S, Sigal R. Prescribing Exercise for Individuals with Type 2 Diabetes: Recommendations and Precautions. *Phys Sportsmed* 2011; 39(2): 1–14.



**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo Barata JL.** Efeitos de um programa comunitário de exercício físico no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em doentes com diabetes tipo 2: Estudo Diabetes em Movimento®. *Revista Portuguesa de Diabetes* 2014;9(S1):36.



ORGÃO OFICIAL DA:



SOCIEDADE PORTUGUESA  
DIABETOLOGIA  
PORTUGUESE  
SOCIETY OF DIABETOLOGY

# REVISTA PORTUGUESA DE **DIABETES**

Volume 9 · Número 1 - Março 2014 - Suplemento

**11** Congresso Português de  
**Diabetes**

SOCIEDADE PORTUGUESA  
DIABETOLOGIA  
PORTUGUESE  
SOCIETY OF DIABETOLOGY

**6 A 9 DE MARÇO**  
2014 / VILAMOÛRA

[www.diabetologia2014.com](http://www.diabetologia2014.com)

ACESSO ONLINE:

<http://www.spd.pt>

Comunicações e Posters

## Sessão 5.6.- Oral - Clínica

### EFITOS DE UM PROGRAMA COMUNITÁRIO DE EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLO GLICÉMICO E FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR EM DOENTES COM DIABETES TIPO 2: ESTUDO DIABETES EM MOVIMENTO®

Mendes R.<sup>1</sup>, Sousa N.<sup>1</sup>, Reis V. M.<sup>1</sup>, Themudo Barata J. L.<sup>2</sup>

1- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Diabetologia, Vila Real

2- Universidade da Beira Interior, Diabetologia, Covilhã

**Introdução:** O exercício físico regular é uma estratégia de alteração do estilo de vida amplamente recomendada para o controlo da diabetes tipo 2 e do risco cardiovascular associado. Este estudo teve por objetivo analisar os efeitos do *Diabetes em Movimento*®, um programa comunitário de exercício físico, no controlo glicémico e nos principais fatores de risco cardiovascular em doentes com diabetes tipo 2.

**Metodologia:** Trinta e nove indivíduos com diabetes tipo 2 (diagnosticada há  $9.98 \pm 5.88$  anos; 20 mulheres e 19 homens; idade  $62.05 \pm 6.14$  anos; polimedicados) participaram num programa comunitário de exercício físico com 9 meses de duração. As sessões de exercício decorreram em grupo, 3 vezes por semana, em dias não consecutivos, com uma duração de cerca de 70 minutos e foram conduzidas e supervisionadas por profissionais de exercício. Cada sessão de exercício foi constituída por cinco fases: 1) aquecimento (5 min) que incluiu marcha rápida; 2) exercício aeróbio (30 min) que incluiu marcha a diferentes velocidades, provas de estafetas, percursos de obstáculos e de escadas; 3) exercícios resistidos (20 min) realizados com o peso do próprio corpo, cadeiras, alteres e bolas de ginástica; 4) exercícios de agilidade (10 min) baseados em jogos desportivos coletivos com bola, adaptados e simplificados; 5) retorno à calma / flexibilidade (5 min) através de alongamentos estáticos e dinâmicos. Antes e após a aplicação do programa de exercício físico foram avaliados o controlo glicémico, a pressão arterial, o perfil lipídico e o perfil antropométrico. Os resultados foram comparados com um grupo de controlo de diabéticos tipo 2 (N = 85), polimedicados, que mantiveram a sua atividade física habitual.

**Resultados:** A ANOVA Split-Plot com medidas repetidas identificou um efeito significativo ( $p < 0.001$ ) da interação grupo\*tempo nas variáveis hemoglobina glicada, glicemia de jejum, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicéridos, índice de massa corporal e perímetro abdominal.

**Conclusões:** Um programa de exercício físico regular de elevada aplicabilidade e baixos recursos materiais, como o *Diabetes em Movimento*®, parece ser eficaz em melhorar o controlo glicémico e reduzir os principais fatores de risco cardiovascular em doentes com diabetes tipo 2.

*Financiamento e Registo:* O *Diabetes em Movimento*® foi financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia com a referência SFRH/BD/47733/2008 e está registado no Current Controlled Trials com a referência ISRCTN09240628.

**Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL.** A community-based exercise program to control cardiovascular risk in type 2 diabetics. *Rev Saúde Pública* 2014;48(n.esp):57.



# RSP Revista de Saúde Pública

Volume 48  
Special Number  
May 2014



IPLeiria International Health Congress

09 and 10, MAY 2014

CHALLENGES & INNOVATION  
IN HEALTH

**Abstracts**

[www.rsp.fsp.usp.br](http://www.rsp.fsp.usp.br)

065

## A COMMUNITY-BASED EXERCISE PROGRAM TO CONTROL CARDIOVASCULAR RISK IN TYPE 2 DIABETICS

Romeu Mendes<sup>1,a</sup>, Nelson Sousa<sup>1</sup>, Victor Machado Reis<sup>1</sup>, José Luís Themudo-Barata<sup>1,III</sup>

<sup>1</sup>Research Center in Sport Sciences. Health Sciences and Human Development. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal

<sup>II</sup>Universidade da Beira Interior. Covilhã, Portugal

<sup>III</sup>Centro Hospitalar Cova da Beira. Covilhã, Portugal

**Introduction:** Heart disease is the leading cause of death among patients with type 2 diabetes.

**Objective:** To analyze the effects of *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> a community-based supervised exercise program on cardiovascular risk in patients with type 2 diabetes.

**Methods:** Thirty-nine individuals with type 2 diabetes (19 men and 20 women; age  $62.05 \pm 6.14$  years old) underwent a 9-month community-based exercise program, combining aerobic, resistance, agility and flexibility exercise. Group exercise sessions were held three times per week on non-consecutive days, lasting 70 minutes and were supervised by exercise professionals. Cardiovascular risk (10-year risk estimate of non-fatal and fatal coronary heart disease) was assessed before and after the exercise program application through *UKPDS Risk Engine v2.0*, a type 2 diabetes specific risk calculator. This risk is based on duration of type 2 diabetes, current age, sex, ethnicity, smoking status, presence or absence of atrial fibrillation and levels of HbA1c, systolic blood pressure, total cholesterol and HDL cholesterol. Data were compared with a control group (N=85) of patients with type 2 diabetes.

**Results:** Split-plot ANOVA for repeated measures identified a significant effect of group\*time interaction on cardiovascular risk ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** Community-based physical activity interventions like *Diabetes em Movimento*<sup>®</sup> are effective strategies to control cardiovascular risk in patients with type 2 diabetes.

**Descriptors:** Community-Based Intervention; Physical Activity; Exercise; Cardiovascular Risk; Type 2 Diabetes.

<sup>a</sup> rmendes@utad.pt

**Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM. Effects of an exercise program on physical fitness in patients with type 2 diabetes. Rev Saúde Pública 2014;48(n.esp):220.**



# RSP Revista de Saúde Pública

Volume 48  
Special Number  
May 2014



IPLeiria International Health Congress

09<sup>and</sup> 10, MAY 2014

CHALLENGES & INNOVATION  
IN HEALTH

**Abstracts**

[www.rsp.fsp.usp.br](http://www.rsp.fsp.usp.br)

389

## EFFECTS OF AN EXERCISE PROGRAM ON PHYSICAL FITNESS IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

Romeu Mendes<sup>1,a</sup>, Nelson Sousa<sup>1</sup>, José Luís Themudo-Barata<sup>1,111</sup>, Vítor Machado Reis<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Research Center in Sport Sciences. Health Sciences and Human Development. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal*

*<sup>111</sup>Universidade da Beira Interior. Covilhã, Portugal*

*<sup>111</sup>Centro Hospitalar Cova da Beira. Covilhã, Portugal*

**Introduction:** Patients with type 2 diabetes have a greater decline in physical fitness with major influence on their mobility and quality of life.

**Objective:** To analyze the effects of Diabetes em Movimento<sup>®</sup> a community-based supervised exercise program on physical fitness in patients with type 2 diabetes.

**Methods:** Forty-three individuals with type 2 diabetes (21 men and 22 women; age 62.51±5.92 years old) underwent a community-based exercise program, with nine months duration, combining aerobic, resistance, agility and flexibility exercise. Group exercise sessions were held three times per week on non-consecutive days, lasting 70 minutes and were supervised by exercise professionals. Physical fitness was assessed before and after the exercise program application through 6-minute walk test (aerobic fitness), 30-second chair stand test (lower limb strength), timed up-and-go test (agility) and chair sit-and-reach test (lumbar and lower limb flexibility).

**Results:** Significant improvements were observed ( $p < 0.001$ ) in the performance of all physical fitness tests used: 6-minute walk test, 660.05±74.86 vs. 714.15±93.48 m; 30-second chair stand test, 16.68±3.21 vs. 21.49±3.54 reps; timed up-and-go test, 6.15±0.98 vs. 5.27±0.76 s; and chair sit-and-reach test, -6.89±11.83 vs. 0.20±11.55 cm.

**Conclusions:** Community-based exercise programs like Diabetes em Movimento<sup>®</sup> are effective interventions to improve physical fitness in patients with type 2 diabetes.

**Descriptors:** Physical Activity; Exercise; Physical Fitness; Quality of Life; Type 2 Diabetes.

**Mendes R**, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM. Treino intervalado de alta intensidade vs. treino contínuo de intensidade moderada: qual o melhor método para o controlo glicémico agudo em doentes com diabetes tipo 2? Resultados do Diabetes em Movimento®. In: Matos A, Bodas AR, Serôdio AJ, Afonso C, Abrantes C, Afonso D, et al., editors. Atas do Congresso de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2014. p. 54.



1.2.3 MAIO.014

CONGRESSO

CIÊNCIAS DO DESPORTO,  
EXERCÍCIO E SAÚDE

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

*Livro de Resumos*

APOIOS:





Atas do Congresso de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde

*Autor (es):*

Ana Matos, Ana Rita Bodas, António José Serôdio, Carla Afonso, Catarina Abrantes, Diana Afonso, Diogo Coutinho, Dolores Monteiro, Eduarda Coelho, Graça Sofia Monteiro, Luís Quaresma, Maria Helena Moreira, Maria Paula Mota, Mónica Moreira, Nuno Garrido, Paulo Vicente João

*ISBN:*

978-989-704-174-7

1, 2 e 3 de maio de 2014

Vila Real – Portugal



## TREINO INTERVALO DE ALTA INTENSIDADE VS. TREINO CONTÍNUO DE INTENSIDADE MODERADA: QUAL O MELHOR MÉTODO PARA O CONTROLO GLICÉMICO AGUDO EM DOENTES COM DIABETES TIPO 2? RESULTADOS DO ESTUDO DIABETES EM MOVIMENTO®

Romeu Mendes,<sup>1</sup> Nelson Sousa,<sup>1</sup> José Luís Themudo-Barata<sup>2</sup> & Victor Machado Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, CIDESD, Vila Real

<sup>2</sup> Universidade da Beira Interior; Centro Hospitalar Cova da Beira, Covilhã

### Resumo

**Introdução:** Este estudo teve por objetivo comparar os efeitos agudos de uma sessão de treino intervalado de alta intensidade (TIAI) e uma sessão de treino contínuo de intensidade moderada (TCIM) na glicemia capilar de doentes com diabetes tipo 2. **Metodologia:** Este estudo apresenta um desenho cruzado, controlado e randomizado. Quinze indivíduos com diabetes tipo 2 (diagnosticada há  $5.33 \pm 2.31$  anos; oito mulheres e sete homens; idade  $60.25 \pm 3.14$  anos; hemoglobina glicada  $7.03 \pm 0.33$  %; índice de massa corporal  $29.57 \pm 4.61$  kg/m<sup>2</sup>; medicados com agentes hipoglicémicos orais) foram submetidos a duas sessões de marcha em tapete ergómetro com métodos de treino diferentes (TIAI e TCIM) e a uma sessão de controlo de repouso (CON), em ordem aleatória, com intervalos de uma semana e no estado pós-prandial. A sessão de TIAI consistiu num aquecimento de 5 min, seguido de 5 séries de 3 min a 70% da frequência cardíaca de reserva (FCR) intervaladas por 3 min a 30% da FCR, e seguidas de um retorno à calma de 5 min. A sessão de TCIM consistiu num aquecimento de 5 min, seguido de 30 min a 50% da FCR e por um retorno à calma de 5 min. A sessão de controlo de repouso sentado teve a duração de 40 min. A glicemia capilar foi medida imediatamente antes das sessões (0 min), durante as sessões (10, 20 e 30 min) e imediatamente após (40 min). **Resultados:** A ANOVA com dois fatores (condição\*tempo) com medidas repetidas identificou um efeito significativo ( $p < 0.001$ ) da interação condição\*tempo na glicemia capilar. A sessão de TIAI demonstrou ser mais eficaz em controlar a glicemia de forma aguda do que a sessão de TCIM ( $p = 0.042$ ) e ambas as sessões de exercício foram mais eficazes do que a sessão de CON ( $p < 0.001$ ). **Conclusões:** O TIAI parece ser um método mais eficaz do que o TCIM para o controlo glicémico agudo em doentes com diabetes tipo 2. **Financiamento e Registo:** Este estudo foi financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia com a referência SFRH/BD/47733/2008 e está registado no *Current Controlled Trials* com a referência ISRCTN09240628.

