

USO DE APLICAÇÕES MÓVEIS E BOMBA INFUSORA DE INSULINA: RELAÇÃO COM O CONTROLO GLICÉMICO EM DIABÉTICOS TIPO 1

USE OF MOBILE APPLICATIONS AND INSULIN INFUSION PUMPS: RELATIONSHIP WITH GLYCEMIC CONTROL IN TYPE 1 DIABETICS

A, O,
ARTIGO ORIGINALRui Jorge Dias^{1*}  ; Rui Poínhos¹  ; Mafalda Noronha²  ; Raquel Oliveira² 

¹ Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, n.º 823, 4150-180 Porto, Portugal

² Hospital de Braga, Rua das Comunidades Lusíadas, n.º 133, 4710-243 Braga, Portugal

*Endereço para correspondência:

Rui Jorge Dias
Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, n.º 823, 4150-180 Porto, Portugal
rui.dias18@hotmail.com

Histórico do artigo:

Recebido a 15 de julho de 2022
Aceite a 30 de setembro de 2022

RESUMO

INTRODUÇÃO: Nos doentes com Diabetes *Mellitus* tipo 1 a contagem de hidratos de carbono aliada à insulino terapia pode melhorar o controlo glicémico. Algumas aplicações móveis permitem a contagem de hidratos de carbono de forma mais simples, sendo facilitadoras do uso desta técnica.

OBJETIVOS: Avaliar a relação da utilização de aplicações móveis e bomba infusora de insulina com o controlo glicémico de adultos com Diabetes *Mellitus* tipo 1.

METODOLOGIA: Estudo transversal realizado num hospital público em Braga. Foi avaliada uma amostra de conveniência composta por indivíduos adultos com Diabetes *Mellitus* tipo 1. Os dados clínicos, sociodemográficos e de uso de aplicações e bomba infusora de insulina foram recolhidos através da consulta do processo clínico. O controlo glicémico foi avaliado através dos valores da hemoglobina glicada.

RESULTADOS: Foram avaliados 182 participantes (53,8% do sexo feminino) com idade média de 32 anos (DP = 11), dos quais 59,3% usavam aplicação móvel e 61,6% bomba infusora de insulina. Apenas o uso de aplicação móvel se relacionou significativamente com o controlo glicémico, com os participantes que usavam aplicação a apresentarem níveis inferiores de hemoglobina glicada: média marginal estimada = 6,8% vs. 7,6%; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,227$.

CONCLUSÕES: Os doentes que utilizavam aplicações móveis apresentavam valores mais baixos de hemoglobina glicada. A utilização de aplicações móveis que auxiliem na estimativa da quantidade de hidratos de carbono presentes na refeição poderá servir como um importante auxílio na contagem de hidratos de carbono.

PALAVRAS-CHAVE

A1C, Aplicações móveis, Controlo glicémico, Contagem de hidratos de carbono, Diabetes *Mellitus* tipo 1

ABSTRACT

INTRODUCTION: In patients with type 1 diabetes *mellitus*, carbohydrate counting associated with insulin therapy can improve glycemic control. Some mobile applications allow a simpler carbohydrate counting, facilitating the use of this technique.

OBJECTIVES: To evaluate the impact of using mobile applications on the glycemic control of type 1 diabetics.

METHODOLOGY: A cross-sectional study with a retrospective component was carried out in a public hospital in Braga with a convenience sample of adults with type 1 diabetes *mellitus*. Glycemic control was evaluated through the values of glycated hemoglobin. Clinical and sociodemographic data, as well as mobile application use was collected through patient's clinical records.

RESULTS: Data from 182 participants (53.8% females) with mean age of 31.9 years (SD = 10.6), of which 59.3% used mobile applications and 61.6% used continuous subcutaneous insulin infusion were analyzed. Only the use of mobile applications was significantly associated with glycated hemoglobin, with participants using the application having better glycemic control (estimated marginal mean = 6.8% vs. 7.6%, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,227$).

CONCLUSIONS: Patients who used mobile application presented lower glycated hemoglobin values. The use of mobile applications that assist in estimating the amount of carbohydrates present in the meal may serve as an important aid in carbohydrate counting.

KEYWORDS

A1C, Mobile applications, Glycemic control, Carbohydrate counting, Type 1 Diabetes *Mellitus*

INTRODUÇÃO

A Diabetes *Mellitus* tipo 1 (DM1) é uma patologia metabólica crónica, de origem autoimune, que provoca destruição das células beta pancreáticas levando, geralmente, à deficiência absoluta de insulina, não existindo atualmente uma medida segura e efetiva para a prevenir (1, 2). São

objetivos no tratamento e gestão da DM1 a prevenção de complicações agudas, como hipoglicemia severa e cetoacidose diabética, assim como a prevenção do aparecimento e/ou redução de complicações a longo-prazo associadas à doença através da manutenção de um controlo glicémico adequado (3).

A hemoglobina glicada (A1C) parece ser um bom indicador do controlo glicémico a longo-prazo com a capacidade de acumular história glicémica dos últimos dois ou três meses, apresentando uma boa correlação com complicações da DM e representando um fator de risco independente para doença coronária e acidente vascular cerebral (AVC) (4, 5). Atualmente, a *American Diabetes Association* (ADA) propõe como objetivo terapêutico um valor de A1C abaixo dos 7% para adultos com DM1, valor abaixo do qual parece haver redução do risco de complicações microvasculares (6, 7) e diminuição do risco cardiovascular (8, 9).

Assim, são chaves para o tratamento da DM1 e gestão desta condição a administração adequada de insulina, a educação e terapêutica alimentar/nutricional, a prática regular de atividade física, a cessação tabágica e o apoio psicossocial (10, 11).

Há dois regimes de administração de insulina exógena: i) insulino terapia convencional que consiste na administração de insulina uma ou duas vezes ao dia e ii) insulino terapia intensiva ou funcional com múltiplas administrações de análogos de insulina (MAAI) ou perfusão subcutânea contínua de insulina (PSCI) através de uma bomba infusora de insulina (BII) (12, 13). Há evidência de que a utilização de BII melhora o controlo glicémico a longo-prazo, sem estar associada a maior número de episódios hipoglicémicos (14-16). Dentro da insulino terapia intensiva, a utilização de BII parece ser mais eficaz a reduzir os valores da A1C (14, 17-20), na diminuição do risco de hipoglicemia noturna (16, 17) e na melhoria da qualidade de vida dos doentes (21) comparativamente com o método de MAAI.

A contagem de hidratos de carbono (CHC) pretende quantificar este macronutriente nas diversas refeições, pelo facto deste ser aquele que mais impacta a glicemia pós-prandial (12, 22-24). Em doentes com DM1, a utilização do método da CHC aliada à insulino terapia funcional está associada a um melhor controlo glicémico, com melhoria da qualidade de vida para o doente, maior flexibilidade nas escolhas alimentares e redução do peso e circunferência abdominal (2, 25-27). A CHC é útil para determinar a dosagem de insulina que deve ser administrada antes da refeição, aparentando alcançar melhores resultados quando comparada com outros métodos alimentares de controlo da DM ou com educação alimentar apenas (2, 28). Apesar destas vantagens, estudos apontam para que exista uma grande percentagem de doentes que não contabilizam adequadamente a quantidade de HC ingerida (29-31), calculando assim de forma errada o bólus de insulina que deve ser administrada (29), podendo provocar uma hipoglicemia quando há uma sobrestimação dos HC presentes ou hiperglicemia pós-prandial quando há uma subestimação (30, 32). Brazeau *et al.* encontrou valores médios de erro de estimativa na ordem das 15,4 g de HC (ou 20% do teor total de HC), com 63% das refeições a serem subestimadas (31). Alguns estudos tentaram perceber o erro que seria admissível cometer nesta contagem sendo que a maioria dos autores aponta para um valor de erro admissível inferior a 10 g de modo a garantir a manutenção de um bom controlo glicémico em diabéticos tipo 1 (33, 34).

A CHC é um método que exige conhecimento matemático e literacia alimentar (24, 35). O desenvolvimento de tecnologia que auxilie numa melhor gestão da doença tem vindo a crescer nos últimos anos (36) e o seu uso por parte desta população parece acompanhar este crescimento, podendo melhorar a qualidade de vida de diabéticos tipo 1 (36-39) e contribuir para a normalização dos valores da A1C (38, 39) apesar da evidência da efetividade do seu uso ainda ser limitada (40). Neste sentido, algumas aplicações móveis surgiram no sentido de ultrapassar barreiras e serem facilitadoras da CHC, visando a diminuição do erro associado a esta contagem. A maioria das

aplicações existentes funcionam com a introdução manual do nome e quantidade do alimento a ser ingerido, outras apresentam um conjunto de imagens de alimentos com diferentes porções onde o indivíduo deve selecionar a imagem que mais se assemelha à quantidade que vai ingerir, sendo-lhe imediatamente apresentado o teor aproximado de energia e macronutrientes deste.

Outras aplicações móveis de que são exemplo a aplicação *MyFitnessPal*, *FatSecret* e *Yazio* foram desenvolvidas no passado com o intuito de monitorizar os hábitos alimentares e/ou da perda de peso (41), permitindo ao utilizador selecionar os alimentos a consumir, sendo o valor energético e teor em macronutrientes automaticamente estimado. Uma revisão sistemática de 2022 observou que 80% dos estudos analisados encontravam evidência suficiente para suportar a validade da aplicação *MyFitnessPal* (42), tendo sido verificada uma boa correlação entre os valores estimados por esta aplicação e os obtidos através de métodos de referência (nomeadamente registos alimentares), principalmente para o valor energético e teor em macronutrientes (43, 44). Estes resultados sugerem que o uso de aplicações móveis e de BII podem ser úteis no controlo glicémico de diabéticos tipo 1. No entanto, a ausência de estudos em Portugal condiciona a recomendação do seu uso em contexto clínico.

OBJETIVO

Avaliar a relação entre o uso de aplicações móveis que permitem a CHC, o uso de BII e o controlo glicémico de diabéticos tipo 1.

METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Hospital de Braga (HB; Código ref.ª DPO 20220006_UNA280122), tendo sido assegurada a confidencialidade dos dados pessoais e clínicos dos participantes.

Realizou-se um estudo observacional transversal com uma componente retrospectiva. Para tal, recorreu-se a uma amostra de conveniência de adultos com idades entre os 18 e os 72 anos, acompanhados na Consulta Externa de Endocrinologia-PSCI e/ou Nutrição do Hospital de Braga. Foram utilizados como critérios de inclusão: (i) indivíduos adultos (idade igual ou superior a 18 anos); (ii) doentes com DM1 a realizar insulino terapia intensiva (com BII ou MAAI); (iii) indivíduos que realizassem CHC; (iv) colocação de BII há pelo menos 3 meses (para consideração de uso de BII); (v) uso de aplicação móvel de registo alimentar há pelo menos 3 meses (para consideração de uso de aplicação); e (vi) existência de pelo menos duas consultas de Endocrinologia e/ou Nutrição. Foram consideradas todas as aplicações destinadas a CHC baseadas em registo alimentar. Através dos processos clínicos, com recurso ao *Software Glintt*® recolheu-se informações relativas ao sexo, idade, uso das aplicações móveis para CHC, uso de BII e valor da A1C mais atual. Os valores da A1C utilizados no estudo foram os resultantes de colheitas sanguíneas realizadas no HB ou fora do HB nos três meses prévios à consulta a que se reportavam os restantes dados. Foram consideradas consultas decorridas entre março de 2021 e março de 2022.

A análise estatística foi realizada no programa IBM® SPSS®, versão 26.0 para Windows. A estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e desvios-padrão (DP) e de frequências absolutas (n) e relativas (%). A normalidade foi avaliada através dos coeficientes de assimetria e achatamento, verificando-se que os níveis de A1C não apresentavam distribuição normal; após exclusão de valores atípicos (inferiores ao P25 ou superiores aos P75 mais do que 1,5 vezes a amplitude interquartil) a variável apresentou distribuição próxima da Normal. Usou-se o coeficiente de correlação de Pearson para

avaliar a associação entre pares de variáveis e o teste t de Student para comparar médias de amostras independentes. Utilizou-se uma ANOVA Univariada para estudar o efeito do sexo e idade e do uso de aplicações móveis e de BII nos níveis de A1c. Toda a estatística inferencial foi realizada com confiança de 95%.

RESULTADOS

Após a exclusão dos valores atípicos (n = 9), foram analisados dados de 182 participantes (53,8% do sexo feminino; n = 98), com uma média de idades de 32 anos (DP = 11). Na Tabela 1 apresenta-se a caracterização da amostra em função do uso de aplicações móveis e de BII.

Na análise bivariada, a idade não se correlacionou significativamente com a A1C (R = 0,030; p = 0,687). Os níveis de A1C não diferiram significativamente entre homens (média = 7,1%; DP = 0,68) e mulheres (7,2%; DP = 0,78; p = 0,612) nem entre quem usava bomba (7,1%; DP = 0,73) e quem não usava (7,2%; DP = 0,73; p = 0,532). Os participantes que usavam aplicações apresentaram melhor controlo glicémico (6,8% vs. 7,6%; p < 0,001).

Utilizou-se uma ANOVA Univariada para estudar o efeito das variáveis independentes “Sexo”, “Idade”, “Uso ou não de BII” e “Uso ou não de App” nos níveis de A1C, testando todos os efeitos principais e interações entre pares de variáveis. O modelo explicou significativamente cerca de um quarto da variância total da A1C (R² ajustado = 0,206; p < 0,001; eta²_p = 0,252 (Tabela 2), sendo que apenas o uso de aplicações móveis para CHC apresentou efeito significativo (eta²_p = 0,032; p = 0,019). Utilizando o método de recuo passo-a-passo, foram excluídas as variáveis e interações não significativas começando pelas que tinham um valor de p mais elevado, ficando apenas com a variável “Uso ou não de app”, a única que se relacionou significativamente com a A1C, sendo que este modelo explicava uma proporção da variância total da A1C um pouco superior ao inicial (R² ajustado = 0,223; p < 0,001).

Tabela 1

Uso de aplicações móveis e de bomba infusora de insulina

	USO DE BOMBA INFUSORA DE INSULINA			
	SIM n (%)	NÃO n (%)	TOTAL n (%)	
Uso de aplicação móvel	Sim n (%)	67 (36,0)	45 (24,7)	112 (61,5)
	Não n (%)	49 (26,9)	21 (11,5)	70 (38,5)
	Total n (%)	56 (30,8)	126 (69,2)	182 (100)

Tabela 2

Relação do sexo, idade e uso de aplicações móveis e de bomba infusora de insulina com o controlo glicémico (A1C)

	β	p	eta ² _p
Modelo corrigido		< 0,001	0,251
Sexo masculino	0,218	0,660	0,001
Idade	-0,003	0,995	0,000
Uso de AM	-0,816	0,019	0,032
Uso de BII	0,300	0,445	0,003
Sexo * Idade		0,686	0,001
Sexo * Uso de AM		0,703	0,001
Sexo * Uso de BII		0,820	0,000
Idade * Uso de AM		0,810	0,000
Idade * Uso de BII		0,200	0,010
Uso de AM * Uso de BII		0,618	0,001

ANOVA Univariada

R² ajustado = 0,206

AM: Aplicação móvel

BII: Bomba infusora de insulina

O uso de aplicações móveis estava associado a melhor controlo glicémico (média marginal estimada = 6,8% vs. 7,6%; p < 0,001, com tamanho do efeito grande (eta²_p = 0,227).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo é, do nosso conhecimento, o primeiro no nosso país a avaliar o efeito do uso de aplicações móveis que permitem a CHC no controlo glicémico de adultos com DM1, sendo que os estudos existentes na literatura apenas avaliam a capacidade destas aplicações estimarem corretamente o teor energético e em macronutrientes, assim como outros parâmetros de saúde nomeadamente perda de peso (41, 45). Os resultados do nosso trabalho corroboram a literatura existente que aponta para um efeito positivo da utilização de ferramentas digitais na gestão desta condição e na redução dos valores da A1C (36-39). No entanto, este trabalho apresenta algumas limitações que devem ser tidas em consideração. Indivíduos que têm implementado um regime intensivo de administração de insulina onde se inclui a utilização de BII parecem ser indivíduos mais interessados e motivados para a CHC (46), o que se poderá refletir numa maior precisão nesta contagem, mais conscientes relativamente à alimentação e cuidados a ter no seu dia-a-dia (47), com hábitos alimentares de forma geral mais saudáveis (46, 48) aliados a uma menor frequência de *snacking* (46), mais aptos na auto-gestão da diabetes e com uma monitorização mais regular dos valores de glicose (46, 49) pelo que a consciencialização da importância de um bom controlo metabólico poderá traduzir-se em maior comprometimento com a terapêutica e uma prática de atividade física mais regular. O uso de BII apresenta vantagens em termos de redução dos valores da A1C e da frequência de episódios de hipoglicemia comparativamente com outros métodos de administração de insulina exógena (14, 15, 17-20, 50, 51), capaz de reduzir para 7,2% um valor pré-BII de 9,3%, 6 meses após a colocação do dispositivo (14). No entanto, contrariamente ao que seria de esperar, no nosso estudo os valores de A1C não diferiram significativamente entre quem usava BII e quem não usava.

A análise de indivíduos que usam simultaneamente BII e aplicação móvel pode mascarar o efeito de um ou de outro, limitação ultrapassada pelo uso da análise multivariada.

O facto de ter sido usada uma amostra de conveniência deve ser encarada como uma limitação mas este aspeto é compensado parcialmente pela amostra ter sido recolhida num hospital público, local onde são atendidas pessoas com diferentes características sociodemográficas e onde é permitida acessibilidade a um conjunto mais alargado da população (52).

A metodologia e o desenho do estudo que foi utilizado não permite inferir causalidade, pelo que se observou que indivíduos que utilizam aplicação móvel apresentam valores mais baixos de A1C mas não nos foi possível observar os seus valores de A1C antes do uso das aplicações ou saber qual seria este valor caso o indivíduo não usasse aplicação, acreditando por isso que este trabalho possa abrir portas para estudos futuros melhor desenhados e controlados que avaliem o impacto da introdução das aplicações eletrónicas que permitem a CHC no dia-a-dia de diabéticos em termos de controlo glicémico. De facto, o valor médio de A1C dos indivíduos incluídos na amostra que utilizavam aplicações estava abaixo daquele que é preconizado pela ADA para indivíduos com DM1.

Foi definido como critério de inclusão no estudo indivíduos que utilizassem BII e aplicação móvel há pelo menos 3 meses, no entanto não foi possível avaliar o seu tempo de uso de uma e de outra, o que poderá também influenciar os resultados.

Para além disso foram incluídos no estudo indivíduos com diferentes

tempos de doença, algo que parece estar relacionado com os valores de A1C que apresentam, pois relativamente ao controlo glicémico, este é mais provável ser sub-ótimo na adolescência, entrada na idade adulta e em indivíduos com menor tempo de doença comparativamente com outras fases mais adiantadas do ciclo de vida (53-55), maioritariamente devido a questões fisiológicas e comportamentais (53, 56).

O valor de A1C não considera a existência de condições que afetam os glóbulos vermelhos tais como hemólise, perdas sanguíneas, presença de anemia, transfusão sanguínea recente ou o uso de fármacos que estimulem a eritropoiese (57), situações que poderão resultar numa discrepância entre o valor de A1C e glicemia média real do doente. O facto da A1C ser uma medida indireta da média da glicemia e refletir a glicose média nos últimos 2-3 meses, não fornecendo informação relativamente a excursões glicémicas agudas, ocorrência de eventos como hipoglicemia ou hiperglicemia, nem de variações diárias do valor da glicemia deve representar uma limitação face ao uso deste método para avaliar controlo glicémico (58, 59). Assim, as recomendações indicam que devem ser avaliados os valores da A1C, por se considerar um marcador de possíveis complicações a longo-prazo, simultaneamente com os valores apresentados nos dispositivos de monitorização contínua de glicose (37, 59), estes últimos por permitirem uma observação direta das variações diárias da glicemia e consequentemente também permitirem uma maior personalização da terapêutica.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que os indivíduos que utilizavam aplicações móveis apresentavam valores mais baixos de A1C. A utilização de aplicações móveis que auxiliem na estimativa da quantidade de HC presentes na refeição poderão assim servir como um importante auxílio na CHC. O seu uso deve ser cauteloso, no entanto, esta poderá representar uma ferramenta útil e simples de usar no dia-a-dia, não somente para auto-monitorização do doente, mas também como estratégia complementar à terapêutica alimentar/nutricional orientada e supervisionada pelo nutricionista. Identificamos a necessidade de serem realizados mais estudos, com desenho e controlo aprimorado que permitam perceber o real impacto da introdução de aplicações móveis no dia-a-dia de diabéticos, assim como quais apresentam efetividade do seu uso e deverão ser utilizadas para o efeito.

CONFLITO DE INTERESSES

Nenhum dos autores reportou conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR PARA O ARTIGO

RJD e RO: Desenham o estudo. RJD, MN e RO: Recolheram os dados. RJD e RP: Analisaram os dados e interpretaram os resultados. RJD: Redigiu a primeira versão do artigo. Todas/os as/os autoras/es contribuíram para e aprovaram a versão final do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9(th) edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019; 157:107843.
2. Bell KJ, Barclay AW, Petocz P, Colagiuri S, Brand-Miller JC. Efficacy of carbohydrate counting in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2014; 2(2):133-40.
3. Holt RIG, DeVries JH, Hess-Fischl A, Hirsch IB, Kirkman MS, Klupa T, et al. The Management of Type 1 Diabetes in Adults. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care.* 2021; 44(11):2589-625.

4. Sherwani SI, Khan HA, Ekhzaimy A, Masood A, Sakharkar MK. Significance of HbA1c Test in Diagnosis and Prognosis of Diabetic Patients. *Biomark Insights.* 2016; 11:95-104.
5. American Diabetes Association. Chapter 3. Prevention or Delay of Type 2 Diabetes and Associated Comorbidities: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. S39-S45.
6. Ahern JA, Kruger DF, Gatcomb PM, Petit WA, Jr., Tamborlane WV. The diabetes control and complications trial (DCCT): the trial coordinator perspective. Report by the DCCT Research Group. *Diabetes Educ.* 1989; 15(3):236-41.
7. American Diabetes Association. Chapter 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care.* 2022; 45(Suppl 1):S83-S96.
8. Franz MJ, MacLeod J, Evert A, Brown C, Gradwell E, Handu D, et al. Academy of Nutrition and Dietetics Nutrition Practice Guideline for Type 1 and Type 2 Diabetes in Adults: Systematic Review of Evidence for Medical Nutrition Therapy Effectiveness and Recommendations for Integration into the Nutrition Care Process. *J Acad Nutr Diet.* 2017; 117(10):1659-79.
9. Cavero-Redondo I, Peleteiro B, Álvarez-Bueno C, Rodríguez-Artalejo F, Martínez-Vizcaino V. Glycated haemoglobin A1c as a risk factor of cardiovascular outcomes and all-cause mortality in diabetic and non-diabetic populations: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2017; 7(7):e015949.
10. International Diabetes Federation. *Diabetes Atlas.* 9th edition. 2019. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/ninth-edition/>.
11. American Diabetes Association; Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care* 2022; 45 (Suppl 1): S1–S2.
12. Nathan DM, Genuth S, Lachin J, Cleary P, Crofford O, Davis M, et al. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1993; 329(14):977-86.
13. Switzer SM, Moser EG, Rockler BE, Garg SK. Intensive insulin therapy in patients with type 1 diabetes mellitus. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2012; 41(1):89-104.
14. Azevedo S, Saraiva J, Caramelo F, Fadiga L, Barros L, Baptista C, et al. [The Impact of Prolonged Use of Continuous Subcutaneous Insulin Infusion in the Control of Type-1 Diabetes]. *Acta Med Port.* 2019; 32(1):17-24.
15. Karges B, Schwandt A, Heidtmann B, Kordonouri O, Binder E, Schierloh U, et al. Association of Insulin Pump Therapy vs Insulin Injection Therapy With Severe Hypoglycemia, Ketoacidosis, and Glycemic Control Among Children, Adolescents, and Young Adults With Type 1 Diabetes. *Jama.* 2017; 318(14):1358-66.
16. Yeh HC, Brown TT, Maruthur N, Ranasinghe P, Berger Z, Suh YD, et al. Comparative effectiveness and safety of methods of insulin delivery and glucose monitoring for diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2012; 157(5):336-47.
17. Benkhadra K, Alahdab F, Tamhane SU, McCoy RG, Prokop LJ, Murad MH. Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily injections in individuals with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine.* 2017; 55(1):77-84.
18. Pickup JC, Kidd J, Burmiston S, Yemane N. Determinants of glycaemic control in type 1 diabetes during intensified therapy with multiple daily insulin injections or continuous subcutaneous insulin infusion: importance of blood glucose variability. *Diabetes Metab Res Rev.* 2006; 22(3):232-7.
19. Pickup J, Mattock M, Kerry S. Glycaemic control with continuous subcutaneous insulin infusion compared with intensive insulin injections in patients with type 1 diabetes: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2002; 324(7339):705.
20. Retnakaran R, Hochman J, DeVries JH, Hanaire-BROUTIN H, Heine RJ, Melki V, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily injections: the impact of baseline A1c. *Diabetes Care.* 2004; 27(11):2590-6.
21. Ghazanfar H, Rizvi SW, Khurram A, Orooj F, Qaiser I. Impact of insulin pump on quality of life of diabetic patients. *Indian J Endocrinol Metab.* 2016; 20(4):506-11.
22. American Diabetes Association; Chapter 5. Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes—2019. *Diabetes Care* 2019; 42 (Suppl 1): S46–S60.
23. Krzymien J, Ladyzynski P. Insulin in Type 1 and Type 2 Diabetes-Should the Dose of Insulin Before a Meal be Based on Glycemia or Meal Content? *Nutrients.* 2019; 11(3).
24. Ewers B, Vilsbøll T, Andersen HU, Bruun JM. The dietary education trial in carbohydrate counting (DIET-CARB Study): study protocol for a randomised, parallel, open-label, intervention study comparing different approaches to dietary self-management in patients with type 1 diabetes. *BMJ Open.* 2019; 9(9):e029859.

25. Laurenzi A, Bolla AM, Panigoni G, Doria V, Uccellatore A, Peretti E, et al. Effects of carbohydrate counting on glucose control and quality of life over 24 weeks in adult patients with type 1 diabetes on continuous subcutaneous insulin infusion: a randomized, prospective clinical trial (GIOCAR). *Diabetes Care*. 2011; 34(4):823-7.
26. Vaz EC, Porfirio GJM, Nunes HRC, Nunes-Nogueira VDS. Effectiveness and safety of carbohydrate counting in the management of adult patients with type 1 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Arch Endocrinol Metab*. 2018; 62(3):337-45.
27. Gokosmanoglu F, Onmez A. Influence of Flexible Insulin Dosing with Carbohydrate Counting Method on Metabolic and Clinical Parameters in Type 1 Diabetes Patients. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018; 6(8):1431-34.
28. Schmidt S, Schelde B, Norgaard K. Effects of advanced carbohydrate counting in patients with type 1 diabetes: a systematic review. *Diabet Med*. 2014; 31(8):886-96.
29. Ahola AJ, Mäkimattila S, Saraheimo M, Mikkilä V, Forsblom C, Freese R, et al. Many patients with Type 1 diabetes estimate their prandial insulin need inappropriately. *J Diabetes*. 2010; 2(3):194-202.
30. Meade LT, Rushton WE. Accuracy of Carbohydrate Counting in Adults. *Clin Diabetes*. 2016; 34(3):142-7.
31. Brazeau AS, Mircescu H, Desjardins K, Leroux C, Strychar I, Ekoé JM, et al. Carbohydrate counting accuracy and blood glucose variability in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2013; 99(1):19-23.
32. Deeb A, Al Hajeri A, Alhmodi I, Nagelkerke N. Accurate Carbohydrate Counting Is an Important Determinant of Postprandial Glycemia in Children and Adolescents With Type 1 Diabetes on Insulin Pump Therapy. *J Diabetes Sci Technol*. 2017; 11(4):753-58.
33. Abreu C, Miranda F, Felgueiras P. Carbohydrate counting: How accurate should it be to achieve glycemic control in patients on intensive insulin regimens? [atualizado em: 24 de Julho de 2019].
34. Smart CE, Ross K, Edge JA, Collins CE, Colyvas K, King BR. Children and adolescents on intensive insulin therapy maintain postprandial glycaemic control without precise carbohydrate counting. *Diabet Med*. 2009; 26(3):279-85.
35. Bell KJ, King BR, Sharaf A, Smart CE. The relationship between carbohydrate and the mealtime insulin dose in type 1 diabetes. *J Diabetes Complications*. 2015; 29(8):1323-9.
36. Makroum MA, Adda M, Bouzouane A, Ibrahim H. Machine Learning and Smart Devices for Diabetes Management: Systematic Review. *Sensors (Basel)*. 2022; 22(5).
37. American Diabetes Association; Chapter 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care* 2022; 45 (Suppl 1): S97–S112.
38. Wu Y, Yao X, Vespasiani G, Nicolucci A, Dong Y, Kwong J, et al. Mobile App-Based Interventions to Support Diabetes Self-Management: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials to Identify Functions Associated with Glycemic Efficacy. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2017; 5(3):e35.
39. Więckowska-Rusek K, Danel J, Deja G. The usefulness of the nutrition apps in self-control of diabetes mellitus - the review of literature and own experience. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2022; 28(1):75-80.
40. Fleming GA, Petrie JR, Bergenstal RM, Holl RW, Peters AL, Heinemann L. Diabetes Digital App Technology: Benefits, Challenges, and Recommendations. A Consensus Report by the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the American Diabetes Association (ADA) Diabetes Technology Working Group. *Diabetes Care*. 2020; 43(1):250-60.
41. Ghelani DP, Moran LJ, Johnson C, Mousa A, Naderpoor N. Mobile Apps for Weight Management: A Review of the Latest Evidence to Inform Practice. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020; 11:412.
42. Thornton L, Osman B, Champion K, Green O, Wescott AB, Gardner LA, et al. Measurement Properties of Smartphone Approaches to Assess Diet, Alcohol Use, and Tobacco Use: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2022; 10(2):e27337.
43. Ahmed M, Mandic I, Lou W, Goodman L, Jacobs I, L'Abbé MR. Validation of a Tablet Application for Assessing Dietary Intakes Compared with the Measured Food Intake/Food Waste Method in Military Personnel Consuming Field Rations. *Nutrients*. 2017; 9(3).
44. Fallaize R, Zenun Franco R, Pasang J, Hwang F, Lovegrove JA. Popular Nutrition-Related Mobile Apps: An Agreement Assessment Against a UK Reference Method. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019; 7(2):e9838.
45. Islam MM, Poly TN, Walther BA, Jack Li YC. Use of Mobile Phone App Interventions to Promote Weight Loss: Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020; 8(7):e17039.
46. Rankin D, Cooke DD, Clark M, Heller S, Elliott J, Lawton J. How and why do patients with Type 1 diabetes sustain their use of flexible intensive insulin therapy? A qualitative longitudinal investigation of patients' self-management practices following attendance at a Dose Adjustment for Normal Eating (DAFNE) course. *Diabet Med*. 2011; 28(5):532-8.
47. Niemiec A, Juruć A, Mołęda P, Safranow K, Majkowska L. Personality Traits, Metabolic Control and the Use of Insulin Pump Functions in Adults With Type 1 Diabetes: An Observational Single-Visit Study. *Diabetes Ther*. 2021; 12(1):419-30.
48. Lawton J, Rankin D, Cooke DD, Clark M, Elliot J, Heller S. Dose Adjustment for Normal Eating: a qualitative longitudinal exploration of the food and eating practices of type 1 diabetes patients converted to flexible intensive insulin therapy in the UK. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011; 91(1):87-93.
49. Gurkova E, Ziakova K. Self-care behaviour, treatment satisfaction and quality of life in people on intensive insulin treatment. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2014; 158(2):303-8.
50. Golden SH, Sapid T. Methods for insulin delivery and glucose monitoring in diabetes: summary of a comparative effectiveness review. *J Manag Care Pharm*. 2012; 18(6 Suppl):S1-17.
51. American Diabetes Association. Chapter 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care*. 2022; 45 (Suppl1): S17–S38.
52. Kruse FM, Stadhouders NW, Adang EM, Groenewoud S, Jeurissen PPT. Do private hospitals outperform public hospitals regarding efficiency, accessibility, and quality of care in the European Union? A literature review. *Int J Health Plann Manage*. 2018; 33(2):e434-e53.
53. Clements MA, Foster NC, Maahs DM, Schatz DA, Olson BA, Tsalikian E, et al. Hemoglobin A1c (HbA1c) changes over time among adolescent and young adult participants in the T1D exchange clinic registry. *Pediatr Diabetes*. 2016; 17(5):327-36.
54. Foster NC, Beck RW, Miller KM, Clements MA, Rickels MR, DiMeglio LA, et al. State of Type 1 Diabetes Management and Outcomes from the T1D Exchange in 2016-2018. *Diabetes Technol Ther*. 2019; 21(2):66-72.
55. Chiang JL, Maahs DM, Garvey KC, Hood KK, Laffel LM, Weinzimer SA, et al. Type 1 Diabetes in Children and Adolescents: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2018; 41(9):2026-44.
56. Delamater AM, de Wit M, McDarby V, Malik JA, Hilliard ME, Northam E, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Psychological care of children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018; 19 Suppl 27:237-49.
57. Ford ES, Cowie CC, Li C, Handelsman Y, Bloomgarden ZT. Iron-deficiency anemia, non-iron-deficiency anemia and HbA1c among adults in the US. *J Diabetes*. 2011; 3(1):67-73.
58. Cox DJ, Kovatchev BP, Julian DM, Gonder-Frederick LA, Polonsky WH, Schlundt DG, et al. Frequency of severe hypoglycemia in insulin-dependent diabetes mellitus can be predicted from self-monitoring blood glucose data. *J Clin Endocrinol Metab*. 1994; 79(6):1659-62.
59. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Biester T, et al. Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care*. 2019; 42(8):1593-603.