

# 碳水化合物计数法在 2 型糖尿病患者中血糖控制效果的 Meta 分析

Meta analysis of the effect of carbohydrate counting on blood glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus

王艳平<sup>1</sup> 陈婷婷<sup>1</sup> 李琳<sup>1</sup> 陈婷<sup>2</sup> 彭芳<sup>3</sup> 邓开琴<sup>1</sup>

Wang Yanping<sup>1</sup>, Chen Tingting<sup>1</sup>, Li Lin<sup>1</sup>, Chen Ting<sup>2</sup>, Peng Fang<sup>3</sup>, Deng Kaiqin<sup>1</sup>

(1.荆州市长江大学附属第一医院内分泌科 湖北荆州 434000 2.利川市人民医院呼吸与危重症医学科 湖北恩施 445400 3.荆州市长江大学医学部 湖北荆州 434023)

(1. Department of Endocrinology, The First Affiliated Hospital of Yangtze University, Jingzhou City, Hubei Province 434000, 2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Lichuan People's Hospital, Enshi City, Hubei Province 445400, 3. Jingzhou Yangtze University Medical Science Center, Jingzhou 434023, Hubei, China)

**摘要:**目的: 评价碳水化合物计数法与糖尿病常规饮食法, 对 2 型糖尿病 (Type 2 diabetes mellitus, T2DM) 患者血糖的控制效果。方法: 计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国生物医学文献数据库、中国知网、维普数据库和万方数据库, 搜集关于碳水化合物计数法对 T2DM 患者糖化血红蛋白 (HbA1c)、体质指数 (BMI)、舒张压干预效果的随机对照试验, 检索时限为建库至 2023 年 4 月。由 2 名研究者独立进行文献筛选、资料提取、文献质量评价后, 采用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。结果: 最终纳入 4 篇文献, 包括 600 例 T2DM 患者。Meta 分析结果显示, 碳水化合物计数法能够明显降低 T2DM 患者的 HbA1c [MD=-0.63, 95%CI (-1.08, -0.17), P=0.007], BMI [MD=-2.55, 95%CI (-3.93, -1.18), P=0.0003], 舒张压 [MD=-5.88, 95%CI (-9.96, -1.80), P=0.005], 差异具有统计学意义; 亚组分析结果显示干预 6 个月 HbA1c [MD=-0.20, 95%CI (-0.35, -0.05), P=0.009] 与干预 12 个月 HbA1c [MD=-1.05, 95%CI (-1.63, -0.47), P=0.0004] 相比, 后者优于前者, 结论: 碳水化合物计数法优于糖尿病常规饮食法, 能给 T2DM 患者带来更大的益处。

**Abstract Objective:** To evaluate the effects of carbohydrate counting and conventional diabetes diet on blood glucose control in patients with Type 2 diabetes mellitus (T2DM). **How:** Computer search PubMed, Embase, Cochrane Library, Web of Science, China Biomedical Literature Database, CNKI, VIP database and Wanfang database. Randomized controlled trials on the effects of carbohydrate counting on glycated hemoglobin (HbA1c), body mass index (BMI), and diastolic blood pressure in T2DM patients were collected from the database until April 2023. After literature screening, data extraction, and literature quality evaluation were conducted independently by two researchers, meta-analysis was performed using RevMan 5.4 software. **Results:** 4 literatures were included, including 600 T2DM patients. The results of meta-analysis showed that carbohydrate counting could significantly reduce HbA1c [MD=-0.63, 95%CI (-1.08, -0.17), P=0.007], BMI [MD=-2.55, 95%CI (-3.93, -1.18) in T2DM patients. P=0.0003], diastolic blood pressure [MD=-5.88, 95%CI (-9.96, -1.80), P=0.005], the difference was statistically significant. Subgroup analysis showed that HbA1c [MD=-0.20, 95%CI (-0.35, -0.05), P=0.009] at 6 months of intervention was compared with HbA1c [MD=-1.05, 95%CI (-1.63, -0.47), P=0.0004] at 12 months of intervention. The latter is superior to the former. **Conclusion:** Carbohydrate counting is superior to conventional diabetes diet and can bring greater benefits to T2DM patients.

**关键词:** T2DM; 碳水化合物计数法; Meta 分析; 循证护理

**Keywords:** T2DM; Carbohydrate counting; Meta-analysis; Evidence-based nursing

根据糖尿病联盟 (The international Diabetes Federation, IDF) 最新调查显示 2021 年全球约 5.37 亿成年人 (20-79 岁) 患有糖尿病 (Diabetes Mellitus, DM), 预计到 2030 年, 该数字将上升到 6.43 亿, 到 2045 年将上升到 7.83 亿<sup>[1]</sup>, 中国已成为 21 世纪 DM 患者最多的国家<sup>[2]</sup>, 其中 T2DM 最常见, 占发病率 90% 以上<sup>[3]</sup>。DM 已经成为严重影响国人身心健康的主要公共卫生问题。单纯依赖药物并不能达到改善 DM 的作用, 应将饮食管理当做是一项长期的基本治疗方案<sup>[4]</sup>。但 T2DM 患者究竟怎样进行具体化规范化标准化的膳食管理目前还没有统一的标准, 饮食方法也是层出不穷。有研究表明, 碳水化合物计数法可为 1 型糖尿病 (Type 1 diabetes mellitus, T1DM) 患者血糖控制带来益处, 并且在应用效果比较中成人 T1DM 患者疗效优于儿童和青少年患者<sup>[5]</sup>。目前有研究人员指出<sup>[6-9]</sup>碳水化合物计数法也有利于 T2DM 患者血糖控制, 本研究旨在系统评价碳水化合物计数法与 DM 常规饮食法相比对 T2DM 患者的疗效, 以期能为相关 DM 临床实践提供循证依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 检索策略

计算机检索的方式, 在 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国生物医学文献数据库、中国知网、维普数据库和万方数据库中检索与 T2DM 患者碳水化合物计数法与常规饮食法比较的随机对照试验 (RCT) 相关的文献。检索的时限从建库一直到 2023 年 4 月。检索语言包括中文和英文。检索方式为以布尔逻辑运算符 (bullographics) 连接检索式的主题词或关键词联合自由词。继续采用滚雪球方式, 以电脑检索为主, 人工检索为辅的方式, 对获取的文献进行检索, 避免遗漏。其中, 中文检索词为: 2 型糖尿病/非胰岛素依赖性糖尿病/成人发病型糖尿病, 碳水化合物计数/膳

食碳水化合物/营养疗法/碳水化合物交换/胰岛素与碳水化合物的比例, 血糖控制/血红蛋白/糖化血红蛋白。

英文检索词为 Diabetes Mellitus, Type 2/Diabetes Mellitus, Noninsulin

-Dependent/Diabetes Mellitus, Adult-Onset, Carbohydrate counting/dietary carbohydrates/nutrition therapy/carbohydrate exchange/carbohydrate portion/insulin to carbohydrate ratio, Glycemic control/blood glucose/hemoglobinA,

glycosylated 英文检索策略以 PubMed 为例。

Search:((((("DiabetesMellitus,

Type2"[Mesh])OR (Diabetes Mellitus, Noninsulin-Dependent[Title/Abstract])) OR (Diabetes Mellitus,Adult-Onset[Title/Abstract])) AND ((((((("Dietary Carbohydrates"[Mesh]) OR ("Nutrition Therapy"[Mesh]) OR (Carbohydrate counting[Title/Abstract])) OR (carbohydrate exchange?[Title/Abstract])) OR (carbohydrate portion?[Title/Abstract])) OR (insulin to carbohydrate ratio[Title/Abstract])))) AND (("Blood Glucose"[Mesh]) OR ("Glycated Hemoglobin"[Mesh])) AND ("Randomized Controlled Trials as Topic"[Mesh])

### 1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准: ①文献均为随机对照试验; ②中英文文献; ③研究对象为 T2DM 的患者; ④试验组采用碳水化合物计数法; ⑤结局指标包括 HbA1c、体 BMI、舒张压。排除标准: ①T2DM 伴有其他基础疾病患者; ②会议文献及摘要; ③无法获取全文的文献; ④T2DM 伴有并发症患者。

1.3 文献筛选及资料提取

文献筛选与数据提取使用文献管理软件 EndnoteX9.2, 第一作者与第二作者两人根据纳排标准对文献进行筛选, 若有分歧, 与第三作者(通讯录作者)协商解决。第一、二作者使用统一的资料提取表提取文献资料, 内容主要包括: 作者、国家、发表时间、样本量、干预时间、干预方式、结局指标。

1.4 文献质量评价

文献质量评价遵照 Cochrane5.1.0 系统评价手册文件质量评价的随机对照试验标准[10]。评价项目包括随机序列的产生、分配方案隐藏、研究者和对象盲法、结果测评者盲法、结果数据完整性、选择报告研究的结果以及其他来源的偏倚(distribution)等。两位研究员在独立评审完成后, 对评审结果进行了讨论, 并达成一致意见, 如有分歧, 则咨询第三位研究员。用“偏倚风险低”“偏倚风险高”或“不清楚”来表示文献质量。根据评价结果, 将文献质量等级标记为 A 级(完全满足标准)、B 级(部分满足标准)或 C 级(完全不满足标准)。

1.5 统计方法

采用 Cochrane 协作网提供的 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。根据 P 值和 I<sup>2</sup>值判定统计学是否存在异质性。如果无异质性(P > 0.1, I<sup>2</sup> < 50%), 就使用固定效应模型; 若存在异质性(P < 0.1, I<sup>2</sup> ≥ 50%), 并且异质性过于明显或无法判断来源时, 则使用随机效应模型, 同时进行亚组分析或描述性分析。由于研究中的数据属于计数结局指标

量资料, 因此会使用均数差(mean difference, MD)进行分析, 并计算 95%的可信区间(95%CI)。

2 结果

2.1 文献检索结果

首次检索文献共计 3066 篇, 最后纳入文献 4 篇[11-14], 共 600 名患者, 文献筛选过程见图 1。

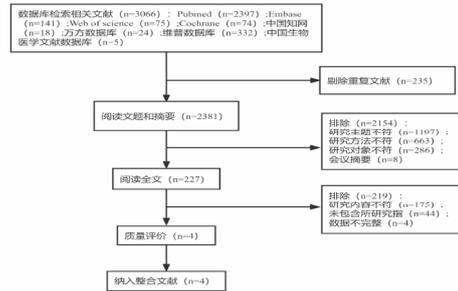


图1 文献筛选流程图

2.2 纳入文献的基本特征及质量评价

表 1 为收录 4 篇文献[11-14]的基本特征, 共计 600 例 DM 患者, 其中收录 1 篇文献的质量等级均为 A 级, 其余 3 篇均为 B 级。表 2 所示为方法学质量评价结果, 图 2 所示偏倚风险评价结果。

Table 1: Basic characteristics of the included studies. Columns include: 纳入文献 (Study), 国家 (Country), 发表时间 (年) (Year), 样本量 (例, T/C) (Sample size), 干预时间 (月) (Intervention duration), 干预方式 (T/C) (Intervention type), 结局指标 (Outcome).

表 1 纳入文献的基本特征 (n=4)

Table 1 Basic characteristics of the included studies (n=4)

注: T 实验组, C 对照组

表 2 纳入文献的方法学质量评价结果 (n=4)

Table 2 Methodological quality evaluation of the included studies (n=4)

Table 2: Methodological quality evaluation of the included studies. Columns include: 纳入文献 (Study), 随机序列的产生 (Random sequence generation), 分配方案隐藏 (Allocation concealment), 研究者及研究对象盲法 (Blinding), 研究结果测评者盲法 (Blinding of outcome assessment), 结局数据的完整性 (Completeness of outcome data), 选择性报告研究结果 (Selective reporting), 其他偏倚来源 (Other bias), 文献质量等级 (Quality grade).

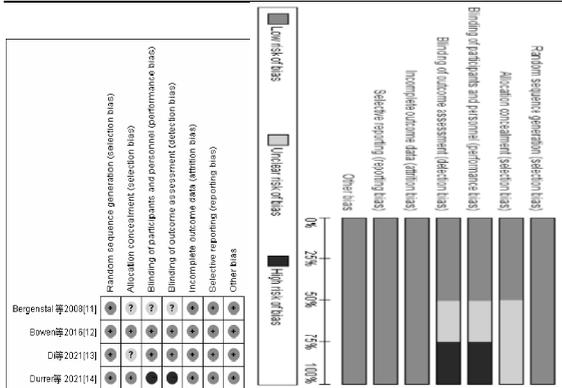


图 2 纳入文献 RCT 偏倚风险评价结果

Figure 2 Results of bias risk assessment of RCTS in included references

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 碳水化合物计数法与常规饮食法对 T2DM 患者 HbA1c 的影响

研究所包含的文献(4 篇)都记录了病人的 HbA1c 值, 总共包含了 600 名研究对象, 并进行数据合并。采用随机效应模型, 与常规糖尿病饮食原则指导相比较, 碳水化合物计数法能够明显改善 T2DM 患者 HbA1c 水平, 差异有统计学意义, (MD = -0.63, 95%CI (-1.08, -0.17), P=0.007), (图 3)。

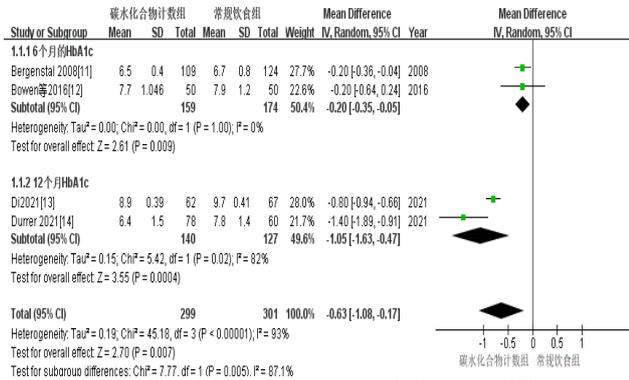


图3 碳水化合物计数法与常规饮食法对HbA1c的影响

Figure 3 Effects of carbohydrate counting and conventional diet on HbA1c

2.3.2 异质性分析(亚组分析干预时间6个月与12个月的影响)

患者HbA1c值在不同时间段具有异质性(I<sup>2</sup> = 93%, P = 0.007);亚组分析结果显示,碳水化合物计数法与常规糖尿病饮食原则指导相比较,差异有统计学意义。干预6个月的HbA1c(MD = -0.20, 95%CI: -0.35, -0.05, P = 0.009),干预12个月的HbA1c(MD = -1.05, 95%CI: -1.63, -0.47, P = 0.004),这表明干预12个月的碳水化合物计数法具有明显改善T2DM患者HbA1c水平优势。

2.3.3 碳水化合物计数法与常规饮食法对T2DM患者BMI的影响

纳入的4篇文献中,4篇文献<sup>[11-14]</sup>都报道了患者的BMI。采用随机效应模型进行数据合并,结果显示:与常规糖尿病饮食原则指导相比较,碳水化合物计数法明显改善T2DM患者BMI(MD = -2.55, 95%CI (-3.93, -1.18), P = 0.0003),差异具有统计学意义(图4)。

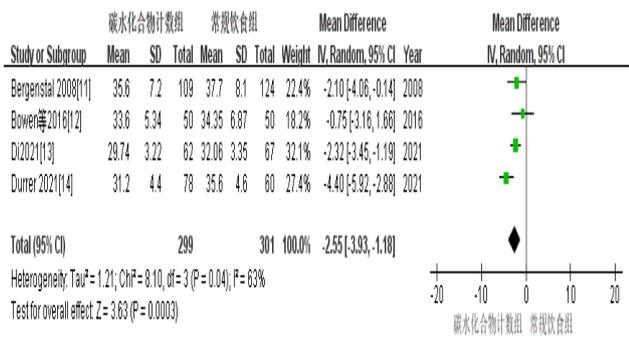


图4 碳水化合物计数法与常规饮食法对BMI的影响

Figure 4 Effects of carbohydrate counting and conventional diet on BMI

2.3.3 碳水化合物计数法与常规饮食法对T2DM患者舒张压的影响

纳入的4篇文献中,2篇文献<sup>[13,14]</sup>报道了患者舒张压。结果显示:与常规糖尿病饮食原则指导相比较,实施碳水化合物计数的T2DM患者的舒张压结果优于常规糖尿病饮食法的患者,差异具有统计学意义,舒张压(MD = -5.88, 95%CI (-9.96, -1.80), P = 0.005)(图5)

### 3 讨论

#### 3.1 碳水化合物计数法能改善T2DM患者的血糖控制水平

在国外碳水化合物计数法是T1DM患者用于改善血糖控制的既定方法<sup>[15]</sup>。许多学者<sup>[16-20]</sup>将碳水化合物计数法应用于T1DM患者取得了良好的效果。目前也有不少学者<sup>[21-23]</sup>将碳水化合物计数法应用于T2DM患者,其结果与本研究一致,这表明碳水化合物计数对控制T1DM和T2DM血糖水平都有重要意义,并且王菁等<sup>[6]</sup>通过碳水化合物计数对T2DM患者行饮食干预发现,此法在控制血糖和胰岛素水

平等方面是优于传统食物热量交换法的。这也为碳水化合物计数法应用于T2DM患者提供了更多理论依据。

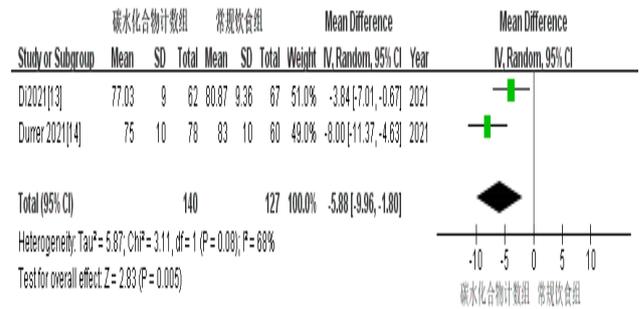


图5 碳水化合物计数法与常规饮食法对舒张压的影响

Figure 5 Effects of carbohydrate counting and conventional diet on diastolic blood pressure

3.2 碳水化合物计数法有利于T2DM患者改善BMI值,控制患者的体重

T2DM一直被认为是一种遗传因素与环境因素相互作用所致、以高血糖为特征的进展性疾病。我国糖尿病患病率逐年上升,主要原因是生活方式改变带来的超重及肥胖患病率的升高<sup>[24]</sup>。流行病学数据<sup>[25]</sup>显示,我国成年人平均BMI从2004年的22.7 kg/m<sup>2</sup>上升到2018年的24.4 kg/m<sup>2</sup>,肥胖患病率从3.1%上升到8.1%。肥胖和T2DM关系密切,T2DM患病率随BMI增长而升高。肥胖患者的T2DM患病率是体重正常者的3倍。碳水化合物计数法<sup>[3]</sup>是指通过准确、合理地分配一天中允许摄入的碳水化合物数量来计划每日胰岛素剂量,使摄入碳水化合物数量与注射胰岛素剂量之间建立关联。这样更有利于患者的血糖控制,以及饮食结构的改善,另一方面可以改善T2DM患者的BMI,控制体重,改善T2DM患者的健康。

3.3 碳水化合物计数法具有降低T2DM患者舒张压水平优势,可预防心血管疾病

王菁<sup>[6]</sup>学者指出碳水化合物计数法在控制内脏脂肪面积、BMI方面优于传统的食物交换份法,提示该法可能通过改善患者的体内成分变化,间接影响糖代谢、脂肪代谢,从而预防T2DM患者的某些并发症的发生。这一结果更接近于这项研究,表明碳水化合物技术对于改善T2DM患者的舒张压力有一定的临床参考价值,可以预防心血管疾病。

#### 3.4 本研究的局限性

一、本研究仅收录了中英文文献,部分结局指标结果可能存在发表偏倚;二、有4篇文献符合纳排标准,但数量较少,没有进行偏倚分析,有引起临床异质性增高的可能;三、在低血糖发生次数、每日胰岛素注射剂量方面,本研究尚未进行干预效果的纳入对比。

#### 4 结论

本研究显示,与常规饮食法相比,碳水化合物计数法在改善T2DM患者HbA1c、BMI及舒张压水平上具有显著的优势,且本结论证据等级评价为A、B级,推荐程度较高。同时2013年成人糖尿病管理营养治疗<sup>[26]</sup>推荐将碳水化合物计数法列入碳水化合物管理,这给推广应用该法提供了循证医学的证据。但由于目前国内关于碳水化合物计数法对T2DM患者血糖控制疗效的RCT并不多,本研究纳入文献均为国外RCT。因此,需要更多不同国家大样本、高质量的RCT进一步评价碳水化合物计数法对T2DM患者血糖控制的应用效果。

由于国内对T2DM患者控制血糖的碳水化合物计数方法疗效的RCT并不多,被收录到本研究中的文献都是国外的RCT。因此,需要更多不同国家大样本、高质量的研究进一步评价碳水化合物计数法对T2DM患者血糖控制的应用效果。

#### 参考文献:

[1]H Sun, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: Global,

- regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183:109119.
- [2]国家卫生健康委疾病预防控制局.中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[M].北京:人民卫生出版社,2021.
- [3]Sun H, Saedi P, Karuranga S, Pinkepank M, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract*. 2022 Jan;183:109119.
- [4]刘潇,蔡春风,余立平.2型糖尿病患者饮食依从性研究进展[J]. *中国健康教育*,2019,35(06):538-541.
- [5]傅仕敏.碳水化合物计数法对1型糖尿病血糖控制疗效的Meta分析[D].重庆医科大学,2017.
- [6]王菁,刘卫东,李宝石,董秀勋,沈昉.碳水化合物计数法在2型糖尿病临床实践中的作用[J].*中国临床保健杂志*,2017,20(06):661-664.
- [7]Zainordin N A, Eddy Warman N A, Mohamad A F, et al. Safety and efficacy of very low carbohydrate diet in patients with diabetic kidney disease—A randomized controlled trial[J]. *Plos one*, 2021, 16(10): e0258507.
- [8]Daryabeygi R, White K, Islam S M S, et al. Effectiveness of A Theory-based Intervention to Promote Diabetes Management Behaviours Among Adults with Type 2 Diabetes in Iran: A Randomized Control Trial[J]. *Authorea Preprints*, 2020.
- [9]陈香华,何健敏,陈晓正等.碳水化合物计数法干预应用于T2DM 并非酒精性脂肪肝患者的效果分析[J].*中外医学研究*,2020,18(18):152-154.
- [10]Higgins J, Green S, Higgins J. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*, version 5.1.0. the cochrane collaboration[M].London:The Cochrane Collaboration, 2018:178-218.
- [11]Bergental R M, Johnson M, Powers M A, et al. Adjust to target in type 2 diabetes: comparison of a simple algorithm with carbohydrate counting for adjustment of mealtime insulin glulisine[J]. *Diabetes care*, 2008, 31(7): 1305-1310.
- [12]Bowen M E, Cavanaugh K L, Wolff K, et al. The diabetes nutrition education study randomized controlled trial: a comparative effectiveness study of approaches to nutrition in diabetes self-management education[J]. *Patient education and counseling*, 2016, 99(8): 1368-1376.
- [13]Di Iorio A B, Orozco Beltran D, Quesada Rico J A, et al. The adaptation of the carbohydrate counting method affects HbA1c and improves anthropometric indicators in patients with diabetes mellitus 2[J]. *Frontiers in Nutrition*, 2021, 7: 577797.
- [14]Durrer C, McKelvey S, Singer J, et al. A randomized controlled trial of pharmacist-led therapeutic carbohydrate and energy restriction in type 2 diabetes[J]. *Nature communications*, 2021, 12(1): 5367.
- [15]Centenaro A, do Nascimento C, Beretta MV, et al. Carbohydrate counting as a strategy to optimize glycemic control in type 1 diabetes mellitus. *Arch Endocrinol Metab*. 2023;67(3):385-394.
- [16]Witkow S, Liberty I F, Goloub I, et al. Simplifying carb counting: A randomized controlled study - Feasibility and efficacy of an individualized, simple, patient - centred carb counting tool[J]. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 2023, 6(2): e411.
- [17]Kostopoulou E, Livada I, Partsalaki I, et al. The role of carbohydrate counting in glycemic control and oxidative stress in patients with type 1 diabetes mellitus (T1DM). *Hormones (Athens)*. 2020;19(3):433-438.
- [18]Tascini G, Berioli M G, Cerquiglini L, et al. Carbohydrate counting in children and adolescents with type 1 diabetes[J]. *Nutrients*, 2018, 10(1): 109.
- [19]Bawazeer N M, Alshehri L H, Alharbi N M, et al. Evaluation of carbohydrate counting knowledge among individuals with type 1 diabetes mellitus in Saudi Arabia: a cross-sectional study[J]. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 2022, 5(2): 344.
- [20]Builes - Montañó C E, Ortiz - Cano N A, Ramirez - Rincón A, et al. Efficacy and safety of carbohydrate counting versus other forms of dietary advice in patients with type 1 diabetes mellitus: a systematic review and meta - analysis of randomised clinical trials[J]. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 2022, 35(6): 1030-1042.
- [21]王卫光,章小艳,斯彩娟,等.碳水化合物计数法对糖尿病合并非酒精性脂肪肝患者的疗效观察[J].*中华全科医学*,2019,17(06):981-983+1017.
- [22]苏晓杨,赵豫梅,念馨,等.Meta分析2型糖尿病患者低碳水化合物饮食对体质指数及糖、脂代谢的影响[J].*昆明医科大学学报*,2019,40(12):73-79.
- [23]Daryabeygi - Khotbehsara R, White K M, Djafarian K, et al. Short - term effectiveness of a theory - based intervention to promote diabetes management behaviours among adults with type 2 diabetes in Iran: A randomised control trial[J]. *International Journal of Clinical Practice*, 2021, 75(5): e13994.
- [24]邹大进,张征,纪立农.缓解2型糖尿病中国专家共识[J].*中国糖尿病杂志*,2021,29(09):641-652.
- [25]Wang L, Zhou B, Zhao Z, et al. Body-mass index and obesity in urban and rural China: findings from consecutive nationally representative surveys during 2004-18[J]. *The Lancet*, 2021, 398(10294): 53-63.
- [26]EVERT AB, Boucher JL, CYPRESS M, et al. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes[J].*Diabetes Care*.2013,36 (11):3821-3835
- 作者简介:王艳平(1991-04),女,硕士研究生,主管护师,研究方向为糖尿病管理。
- 通信作者:邓开琴(1970-3),女,本科,副主任护师,研究方向为护理管理, Email:1259949447@qq.com