

【 临床评价 】

二甲双胍分别联合度拉糖肽和西格列汀治疗 2 型糖尿病的经济学评价

郑晓辉, 赵振营, 杨凤昆*

天津市人民医院, 南开大学第一附属医院 药学部, 天津 300121

摘要: **目的** 对二甲双胍控制不佳的 2 型糖尿病 (T2DM) 患者使用二甲双胍分别联合度拉糖肽或者西格列汀治疗的长期经济性进行评价。**方法** 从我国的卫生经济角度出发, 构建度拉糖肽 (试验组) 以及西格列汀 (对照组) 分别联用二甲双胍治疗 T2DM 的 Markov 模型。展开队列模拟, 预测 2 种治疗方案的长期成本及效用, 以质量调整生命年 (QALYs) 为健康产出指标, 以 2024 年我国人均国内生产总值 (GDP) 的 3 倍作为意愿支付 (WTP) 阈值, 分析增量成本-效果比 (ICER), 并对结果进行敏感性分析及情境分析。**结果** 模型运行 30 个周期后, 试验组使有并发症患者的概率降低 41.5%, 死亡率降低 15.84%, 累计效用改善 0.51 QALYs, ICER 为 97 316.35 元·QALY⁻¹, 小于本研究设定的 WTP 阈值 (287 427 元·QALY⁻¹), 具有成本-效用优势, 增加的成本可接受。单因素敏感性分析显示该研究的稳定性较好。概率敏感性分析结果示: WTP 为 114 898.8 元·QALY⁻¹ 时, 试验组具有 68.2% 的成本-效用优势, 随着 WTP 的提高, 度拉糖肽组治疗方案的经济性越来越大。情境分析结果: 度拉糖肽价格下降 20% 以后, 试验组成本-效用优势更加明显。**结论** 与西格列汀联合二甲双胍相比, 度拉糖肽联合二甲双胍在 T2DM 治疗中的长期经济性更具优势。

关键词: 度拉糖肽; 西格列汀; Markov 模型; 药物经济学; 2 型糖尿病

中图分类号: R956 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376(2026)07-2444-07

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2026.07.017

Economic evaluation of metformin combined with dulaglutide and sitagliptin in treatment of type 2 diabetes

ZHENG Xiaohui, ZHAO Zhenying, YANG Fengkun

Department of Pharmacy, Tianjin Union Medical Center, the first Affiliated Hospital of Nankai University, Tianjin 300121, China

Abstract: Objective To evaluate the long-term pharmacoeconomic profile of dulaglutide vs sitagliptin in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) inadequately controlled by metformin monotherapy. **Methods** From the perspective of Chinese health economics, Markov model for dulaglutide combined with metformin and sitagliptin combined with metformin was constructed to compare the therapeutic regimens of in the treatment of T2DM, respectively. A cohort simulation was conducted to predict the long-term costs and utilities of the two treatment regimens. Quality-adjusted life years (QALYs) were used as the health outcome indicator, and three times the per capita gross domestic product (GDP) of China in 2024 was set as the willingness-to-pay (WTP) threshold, based on which the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) was analyzed, along with sensitivity analysis and scenario analysis of the results. **Results** After 30 cycles of model operation, intervention group regimen reduced the probability of patients developing complications by 41.5% and the mortality rate was decreased by 15.84%, with a cumulative utility improvement of 0.51 QALYs. The ICER was 97 316.35 yuan per QALY, which was less than the WTP threshold set in this study (287 427 yuan per QALY). This indicated that the intervention group regimen had cost-utility advantages, and the additional costs incurred were acceptable. Univariate sensitivity analysis indicated that the study was relatively stable. Findings of the probabilistic sensitivity analysis demonstrated that when the WTP threshold was 114 898.8 yuan per QALY, the dulaglutide group had a 68.2% probability of cost-utility superiority. Moreover, the economic efficiency of the experimental group regimen increased with the elevation of the WTP threshold. Scenario analysis results revealed that after a 20% price reduction of dulaglutide, the ICER value of this regimen decreased significantly, and its cost-utility advantages become

收稿日期: 2026-02-09

基金项目: DRG/DIP 实施背景下 GLP-1RA 类降糖药的综合评价及其对医疗服务管理影响 (YDGWYFK); 北京慢性病防治与健康教育研究会 (MBZX0092024005, MBZX0112024001)

作者简介: 郑晓辉, 女, 硕士研究生, 研究方向为药物经济学。E-mail: zheng_xiaohui_ok@126.com

*通信作者: 杨凤昆, 男, 主任药师, 研究方向为医院药学。E-mail: yangfengkun018@163.com

more prominent. **Conclusion** Compared with sitagliptin combined with metformin, dulaglutide in combination with metformin demonstrates superior long-term economic benefits in the treatment of T2DM.

Key words: dulaglutide; sitagliptin; Markov model; pharmacoeconomics; type 2 diabetes mellitus

全球范围内, 糖尿病及其并发症的高发态势, 正日益成为威胁公众健康的重大挑战。在过去的 30 年中, 全球的糖尿病以及糖耐量受损的患病率较过去增长了 3 倍。在许多国家中, 快速的城市化进程进一步加剧糖尿病患病率的上升趋势^[1-2]。据统计, 到 2045 年, 全球糖尿病的患病人数将达到 7 亿^[3]。在我国所有糖尿病的患者中, 2 型糖尿病 (T2DM) 患者占总人数的 90% 以上^[4]。然而疾病的进展给糖尿病患者带来沉重的经济负担。据报道^[5], 全球 20~79 岁成年 T2DM 患者的医疗支出从 2007 年的 2 320 亿美元增长至 2021 年的 9 660 亿美元。除直接医疗成本外, 因生产力损失导致的间接成本会使总费用增加 30%~50%^[6-7]。

目前, 对于 T2DM 患者, 药物治疗首选二甲双胍作为一线治疗药物^[8-9]。《中国糖尿病防治指南 (2024 年版)》^[8]中指出, 对于二甲双胍单药疗效不佳的 T2DM 患者, 可将胰高血糖素样肽 1 受体激动剂 (GLP-1Ras) 或者二肽基肽酶 IV 抑制剂 (DPP-4i) 作为联合用药方案。度拉糖肽是长效的 GLP-1Ras, 每周 1 次 sc 给药, 周制剂有助于提高患者的用药依从性, 从而控制血糖水平^[10-11]。西格列汀是全球范围内被批准的第 1 个上市的 DPP-4i, 且对 DPP-4 具有较高的选择性^[12]。该药物生物利用度高, 且在控制血糖、改善胰岛功能、降低糖化血红蛋白 (HbA1c) 方面作用显著^[13]。据相关研究, 西格列汀可以改善患者的脂质代谢, 使致动脉粥样硬化的脂蛋白胆固醇水平降低, 从而降低动脉粥样硬化的发生率^[14-15]。但是, 度拉糖肽以及西格列汀治疗 T2DM 的成本较高, 增加了支付者的经济负担。因此, 有必要对以上 2 种药品在中国临床应用的长期成本-效益进行比较, 以帮助临床选择出更具成本-效果比的方案。本研究基于 AWARD-5 试验^[16]提供的度拉糖肽与西格列汀头对头比较数据, 以我国的卫生系统为分析视角, 通过成本-效用分析方法, 对二甲双胍单药控制不佳的 T2DM 人群进行长期经济性评估。

1 资料与方法

1.1 目标人群与数据来源

本研究数据来源于 AWARD-5 研究^[16], 使用二甲双胍血糖控制不佳的成年 T2DM 患者。其疗效指

标为第 52 周的 HbA1c、空腹血糖及体质量较基线的变化情况, 安全性终点包括低血糖事件的发作、心电图、患者的生命体征及胰腺相关的不良反应。

纳入标准: (1) 患病 6 个月以上的 18~75 岁的 T2DM; (2) 身体质量指数 (BMI) 在 25~40 kg·m⁻², 入组前 3 个月体质量保持稳定; (3) 接受二甲双胍单药治疗至少 6 周以上 ($\geq 1\,500\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$), 血糖没有得到充分的控制, HbA1c 控制在 7%~10%。

排除标准: (1) 纳入研究前 6 个月已经使用过 GLP-1Ras 的患者; (2) 正在接受胰岛素治疗的患者; (3) 纳入研究前 6 个月已经使用过 DPP-4i 的患者。

1.2 干预措施

对照组方案为西格列汀 (100 mg·d⁻¹, 每天 1 次, 口服) + 二甲双胍 ($\geq 1\,500\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$); 试验组方案为 sc 度拉糖肽 (1.5 mg, 每周 1 次) + 二甲双胍 ($\geq 1\,500\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$)。

由于 AWARD-5 研究并没有明确 T2DM 患者使用二甲双胍的平均日剂量, 而根据《二甲双胍临床应用专家共识 (2023 年版)》^[17], 二甲双胍的每日基础有效剂量为 1 500~2 000 mg, 但是 2 000 mg·d⁻¹ 的胃肠道不良反应与 1 500 mg·d⁻¹ 无明显差异。因此, 本研究设置二甲双胍日剂量为 1 500 mg。各药物使用方法与 AWARD-5 研究一致。

1.3 药物经济学模型的构建

本研究采用 Markov 模型模拟 T2DM 患者的疾病进展, 并将其作为主要的决策模型。使用 Treeage pro2011 软件, 本研究参考已公开发表的 T2DM 药物经济学评价 Markov 模型^[4]构建分析框架, 用以评估 2 种治疗方案的成本-效益。根据 T2DM 的疾病进程及特点, 本研究设置了 3 个 Markov 状态, 即无并发症的 T2DM、合并并发症的 T2DM 以及死亡, 其中死亡为吸状态^[18]。各状态之间的转归关系如图 1 所示。模型分析基于以下前提: (1) 处于死亡状态的患者不再产生任何成本; (2) 所有纳入患者的用药依从性设定为 100%; (3) 所有转移概率均为固定值; (4) 本研究假设 T2MD 合并并发症包括大血管并发症及微血管并发症。大血管病变涵盖心脑血管事件及外周血管疾病, 微血管病变则主要包括肾脏损害和视网膜异常。此外, AWARD-5 研究

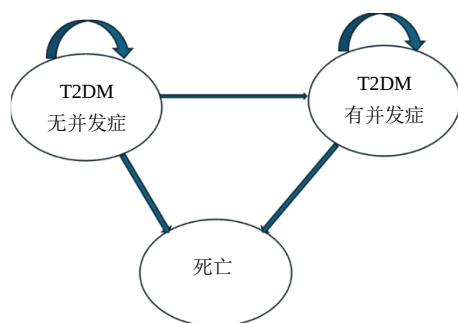


图 1 Markov 模型结构
Fig. 1 Markov model

中,患者的平均年龄为 54 岁。而根据国家卫生健康委官方网站发布的统计数据,2024 年我国居民人均预期寿命已达 79 岁。基于这一人口学参数,本研究总模拟时长为 30 个循环周期,每个周期的长度为 1 年,以半周期循环对模型中各治疗方案的成本和产出进行校正。本研究对模型中的成本参数与健康效用值统一采用 5% 的年度贴现率^[19]。

1.4 模型参数

1.4.1 成本 本研究只考虑 2 种治疗方案的直接医疗成本。二甲双胍、西格列汀及度拉糖肽的安全性特征良好,其不良反应程度较轻微,停药处理即可,因此不考虑不良反应的处理成本^[20-21]。T2DM 患者定期需要到门诊进行复查,且随着患病时间的延长,T2DM 患者并发症的发生率逐渐升高,所以,本研究的费用构成包括基础治疗费(一般随诊检查费及并发症的治疗费)以及药品费。药品治疗年费用见表 1。

表 1 药品治疗年费用
Table 1 Annual cost of drug treatment

药品	规格	单价/元	年成本/元
二甲双胍	0.5 g×20	19.15	1 048.46
度拉糖肽	0.5 mL:1.5 mg	123.35	6 431.82
西格列汀	100 mg×7	37.07	1 932.94

本研究中药品的价格来自于天津市医保目录,费用计算周期为 1 年。一般随诊检查费参考宋安民^[22]的研究,糖尿病并发症的费用参考袁虹^[23]的研究,并通过中国居民价格消费指数将其转换为 2025 年的价格,费用分别为 1 590.81 元、20 005.87 元。试验组的糖尿病无并发症费用为 9 071.09 元,合并并发症的费用为 29 076.96 元;对照组的糖尿病

无并发症费用为 4 572.21 元,合并并发症的费用为 24 587.08 元。

1.4.2 状态转移概率 T2DM 患者接受二甲双胍治疗后大血管与微血管并发症及死亡的年度发生率基线,参照英国前瞻性糖尿病研究(UKPDS)^[24]的随访结果进行设定。在并发症风险调整方面,本研究采用糖尿病控制与并发症试验(DCCT)^[25]报告的 HbA1c-并发症风险关系,即 HbA1c 水平在 7%~11% 内每相对降低 10%,相应并发症风险约下降 40%。基于上述关系及 AWARD-5 试验^[16]数据,两组患者 HbA1c 降幅可转换为并发症风险降幅:度拉糖肽组 HbA1c 由基线 8.1% 下降 1.1% (相对改善 13.58%),对应并发症风险降低 54.32%;西格列汀组 HbA1c 由基线 8.1% 下降 0.39% (相对改善 4.81%),对应并发症风险降低 19.26%。使用这 2 种治疗方案的患者并发症及死亡年发生率见表 2。需要通过公式计算得到“转移率”^[26]。参照 Markov 模型的基本原理,本研究采用以下公式将各状态的发生率转换为年转移率: $p(t)=1-e^{-r}$ 。其中, p 为年转移率, r 为指定时间间隔内的发生率, t 为时间间隔长度^[27]。见表 3。

表 2 T2DM 并发症及死亡的年发生率

Table 2 Annual incidence of T2DM complications and deaths

事件	年发生率/%	
	试验组	对照组
大血管并发症	0.009 59	0.016 96
微血管并发症	0.003 06	0.005 4
非血管死亡	0.003 11	0.005 5
总体死亡	0.006 17	0.010 9

表 3 各状态间的年转移率

Table 3 Annual transfer probability by status

转移状态	年转移率/%	
	试验组	对照组
T2DM 无并发症→T2DM 无并发症	0.984	0.972
T2DM 无并发症→T2DM 有并发症	0.013	0.022
T2DM 无并发症→死亡	0.003	0.006
T2DM 有并发症→T2DM 有并发症	0.997	0.995
T2DM 有并发症→死亡	0.003	0.005

1.4.3 健康产出 健康产出以质量调整生命年(QALYs)为度量指标。模型运算中,根据各 Markov 状态对应的效用权重(无并发症 0.81、有并发症 0.69、死亡 0)及患者在各状态内的停留时间,累加计算每

位模拟患者的累积 QALYs^[4]。上述效用参数来源于 Redekop 等^[28]针对 T2DM 人群的已发表研究。

1.5 分析方法

1.5.1 成本-效用分析 本研究采用增量成本-效果比 (ICER) 作为经济性判断指标,参考《中国药物经济学评价指南 (2020)》^[21]的建议,以人均国内生产总值 (GDP) 作为意愿支付 (WTP) 阈值基准。依据世界卫生组织的推荐标准,ICER 的判别规则如下:若低于 1 倍人均 GDP,新增成本视为完全值得;若介于 1~3 倍人均 GDP 之间,新增成本为可接受;若超过 3 倍人均 GDP,则新增成本不值得。据此,本研究将 WTP 阈值设定为 3 倍人均 GDP。根据国家统计局官网公布的数据,2024 年人均 GDP 为 95 749 元,成本-效用的阈值为 287 427 元。

1.5.2 队列模拟分析 本研究运用 Markov 模型进行队列模拟,将各状态间的转移概率和初始状态分

布作为输入参数,通过模型运算获得每个循环周期内处于不同健康状态的患者构成比例。

1.6 不确定性分析

1.6.1 敏感性分析 本研究设定贴现率在 0~8% 区间内变动,成本参数的变化范围为±20%,健康效用值则为基线值的±10%^[18-19],以此通过单因素敏感性分析检验该参数及其他关键变量对模型测算结果的影响程度。结果用龙卷风图呈现。

本研究中的概率敏感性分析通过 1 000 次 Monte Carlo 迭代模拟实现,每次模拟均使各模型参数按其预设的统计分布同步随机抽样,以量化多参数同时波动对经济性评价结果的不确定性影响。概率分布参数的标准差取值:(成本或效用值的上限一下限)/(2×1.96)^[4]。研究结果以成本-效果散点图以及成本-效果可接受曲线的形式呈现。各参数具体分布见表 4。

表 4 参数分布及其类型
Table 4 Numerical values and types of parameter distributions

参数	基线	下限	上限	标准差	分布类型
贴现率/%	0.05	0	0.08	0.02	Normal
试验组 T2DM 无并发症成本/元	9 071.09	7 256.87	10 885.31	925.62	Gamma
试验组 T2DM 有并发症成本/元	29 076.96	23 261.57	34 892.35	2 967.04	Gamma
对照组 T2DM 无并发症成本/元	4 572.21	3 657.77	5 486.65	466.55	Gamma
对照组 T2DM 有并发症成本/元	24 587.08	19 669.664	29 504.496	2 508.89	Gamma
T2DM 无并发症效用值	0.81	0.729	0.891	0.041	Beta
T2DM 有并发症效用值	0.69	0.621	0.759	0.035	Beta

1.6.2 情境分析 为评估药品价格变动对经济性结论的稳定性影响,本研究设定了 3 种价格情景,即将度拉糖肽的单价在其中标价基础上依次下调 20%、40%和 60%,并分别于模型运行 30 个周期后比较 2 种方案的长期成本-效用。

2 结果

2.1 样本的基线特征

纳入研究对象的主要基线指标(包括年龄、性别、HbA1c、BMI 及患病时间)见表 5。

2.2 队列模拟分析

在模型运行 30 个周期后,试验组患者的健康状态分布为无并发症者占 61.64%,伴并发症者占 29.74%,死亡者占 8.62%;对照组患者的健康状态分布为无并发症者占 42.66%,伴并发症者占 41.5%,死亡者占 15.84%。由此看出,试验组有并发症以及死亡的患者比例均低于对照组。

表 5 样本的基线特征
Table 5 Baseline characteristics of sample

项目	试验组	对照组
n/例	304	315
年龄/岁	54±10	54±10
性别/例		
女	158	164
男	146	151
HbA1c/%	8.1±1.1	8.1±1.1
BMI/(kg·m ⁻²)	31±5	31±4
患病时间/年	7±6	7±5

2.3 成本-效用分析

在模型运行 30 个周期后,试验组以及对照组的总成本分别为 178 483.85、128 852.51 元,2 组的累计效用分别为 12.09、11.58 QALYs。相比较于对照组,试验组的成本增加了 49 631.34 元,增量效用为 0.51 QALYs,ICER 值为 97 316.35 元·QALY⁻¹,该值小于本研究设定的 WTP,且介于 1~3 倍人均

GDP 之间, 试验组治疗方案具有成本-效用优势, 增加的成本可接受。

2.4 敏感性分析

2.4.1 单因素敏感性分析 图 2 呈现了单因素敏感性分析的龙卷风图结果。在所有参数变动情景下, ICER 均未逾越 WTP 值, 表明基础分析结论具有良好的稳健性。就影响程度而言, 试验组无并发症状态的成本对 ICER 的贡献最为显著, 其后依次为对照组有并发症成本、贴现率、试验组有并发症成本及对照组无并发症成本。

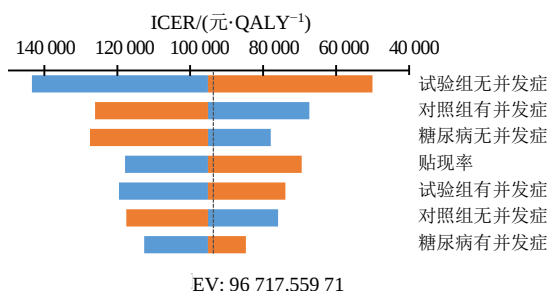


图 2 单因素敏感性分析旋风图

Fig. 2 Tornado chart for single-factor sensitivity analysis

2.4.2 概率敏感性分析 使用蒙特卡洛抽样模拟 1 000 次, 得到试验组对比对照组治疗 T2DM 的散点图, 结果如图 3、4 所示。由图 3 可见, 当 WTP 阈值设为 114 898.8 元·QALY⁻¹ 时, 试验组方案具有成本-效用优势的概率为 68.2%, 且该概率随 WTP 阈值升高而持续增加。图 4 显示, 所有模拟的 ICER 散点均落在第 1 象限内, 提示结果稳健性良好; 当 WTP 取 287 427 元·QALY⁻¹ 时, 试验组方案具备经济性的概率达 100%。

2.5 情境分析

当度拉糖肽的成本分别降低 20%、40%、60% 时, 其单价分别为每支 98.68、74.01、49.34 元, 年费用分别为 5 145.457、3 859.093、2 572.728 6 元。模型运行 30 个周期后的队列分析结果见表 6。由表

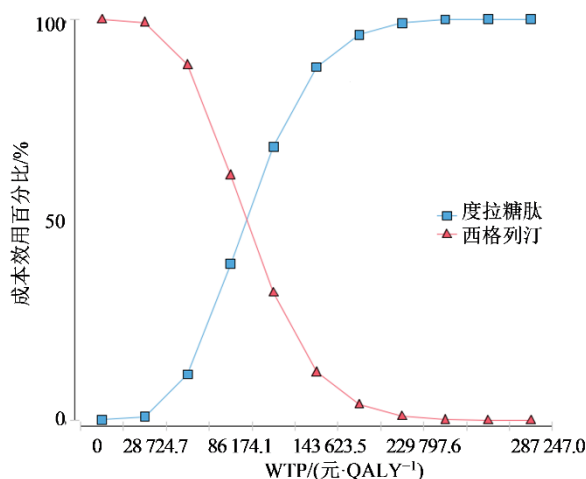


图 3 成本-效果可接受曲线

Fig. 3 Cost-effectiveness acceptability curve

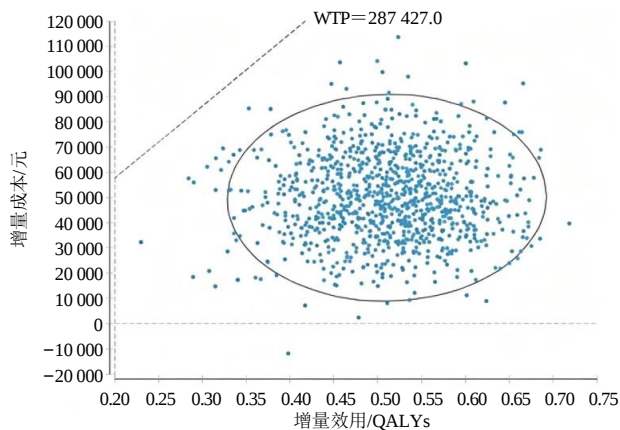


图 4 成本-效用散点图

Fig. 4 Cost-utility scatter plot

6 可知, 当度拉糖肽的价格下降 20% 后, ICER 值为 58 906.46 元·QALY⁻¹, 低于 1 倍的我国人均 GDP (95 749 元), 此时的方案更具有成本-效用优势。但是当度拉糖肽价格下降 60% 后, 试验组方案的累计成本低于对照组方案, 则此方案具有绝对优势, 效果更好, 价格更低。

表 6 度拉糖肽降价后的成本-效用分析

Table 6 Cost-utility analysis results following price reduction of dulaglutide

治疗方案	累计成本/元	增量成本/元	累计效用值/QALYs	增量效用值/QALYs	ICER/(元·QALY ⁻¹)
对照组	128 852.51		11.58		
试验组 (-20%)	158 894.81	30 042.29	12.09	0.51	58 906.46
试验组 (-40%)	139 305.74	10 453.23	12.09	0.51	20 496.53
试验组 (-60%)	119 716.68	-9 135.84	12.09	0.51	-17 913.40

3 讨论

T2DM 及其并发症严重损害患者身心健康,也给家庭及社会医疗资源带来持续性的经济压力。在此背景下,筛选兼具安全性、有效性及经济性的治疗方案成为临床决策的迫切需求。为此,本研究基于我国卫生体系视角,构建 Markov 模型,对度拉糖肽联合二甲双胍与西格列汀联合二甲双胍 2 种方案在 T2DM 长期管理中的成本与健康产出进行了综合评估。模型显示,经过 30 个周期的循环后,相比较于对照组,试验组治疗 T2DM 有并发症的患者概率以及死亡率分别降低了 11.76%、7.22%。成本-效用结果显示,2 个治疗组相比 ICER 的结果为 97 316.35 元·QALY⁻¹,低于 WTP(287 427 元·QALY⁻¹),表明试验组治疗 T2DM 具有成本-效用优势。敏感性分析结果显示,试验组无并发症的治疗成本对 ICER 值的影响最大。当 WTP 等于 114 898.8 元·QALY⁻¹ 时,试验组成为成本-效用更优方案的概率是 68.2%,且随着 WTP 的增加,其概率越高。情境分析结果可知,当度拉糖肽价格下降 20% 以后,其联合二甲双胍方案治疗的 ICER 值明显降低,成本-效用优势更加明显。

但是,我国不同地区之间的经济发展不平衡,不同地区之间人均 GDP 存在差距。经济水平较发达地区的人均 GDP 较高,比如北京、上海等地区,试验组方案具备较好的成本-效用优势;而经济发展相对比较落后的地区,如青海、甘肃等地区,人均 GDP 较低,该地区人群可能更加倾向于选择对照组方案。因此,不同地区患者对于治疗方案的选择也会有所差异,因此本研究结果对于不同地区的 T2DM 患者选择治疗方案提供一定的参考。同时还可以为卫生决策者提供一定的依据,从而有利于医疗资源的优化配置。

本研究也存在一定的局限性:(1) 本研究所纳入的成本范围只考虑了直接医疗成本,未考虑间接成本以及隐性成本,比如劳动力损失的成本、患者由于紧张焦虑等造成的精神成本损失等;(2) 本研究假设所有的转移概率在研究的时限内是固定值,但实际治疗过程中,转移概率是变化的;(3) 在设定 Markov 模型时,本研究将模型进行了简化,无法完全模拟糖尿病各种并发症之间的复杂转移关系;(4) 本研究假设所有患者的依从性为 100%,在现实治疗过程中,可能无法实现。

在以 3 倍我国 2024 年人均 GDP 作为 WTP 时,

度拉糖肽联合二甲双胍治疗 T2DM 更具有经济学优势。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Gassasse Z, Smith D, Finer S, et al. Association between urbanisation and type 2 diabetes: An ecological study [J]. *BMJ Glob Health*, 2017, 2(4): e000473.
- [2] Thanikachalam M, Fuller C H, Lane K J, et al. Urban environment as an independent predictor of insulin resistance in a south Asian population [J]. *Intern J Health Geograph*, 2019, 18(1): 5.
- [3] Majety P, Lozada Orquera F A, Edem D, et al. Pharmacological approaches to the prevention of type 2 diabetes mellitus [J]. *Front in Endocrinol*, 2023, 14:1118848.
- [4] 高宁, 冯冰, 高胜男, 等. 多格列艾汀联用治疗二甲双胍失效 2 型糖尿病患者的成本-效用分析 [J]. *中国药房*, 2024, 35(6): 724-728.
Gao N, Feng B, Gao S N. Cost-utility analysis of dorzagliatin combined with metformin in the treatment of type 2 diabetes mellitus patients with poor glycemic control with metformin [J]. *China Pharmacy*, 2024, 35(6): 724-728.
- [5] Liu Z Y, Zeng B Q, Sun F, et al. Cost-effectiveness of semaglutide compared with other glucose-lowering medications in treating type 2 diabetes: A comprehensive systematic review and Meta-analysis [J]. *Diabetes Care*, 2025, 48(6): 1032-1041.
- [6] Bommer C, Sagalova V, Heesemann E, et al. Global economic burden of diabetes in adults: Projections from 2015 to 2030 [J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(5): 963-970.
- [7] Shang X L, Hu G D, Zhang M R, et al. Therapeutic potential of polysaccharides in type 2 diabetes mellitus via multi-target modulation of gut microbiota [J]. *Chin Herb Med*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2025.09.003>.
- [8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(基层版) [J]. *中华全科医师杂志*, 2013, 12(8): 675-696.
Chinese Diabetes Society. Guidelines for prevention and treatment of type 2 diabetes in China (basic edition) [J]. *Chin J Gen Pract*, 2013, 12(8): 675-696.
- [9] 中国医师协会内分泌代谢科医师分会, 母义明, 洪天配, 等. 成人 2 型糖尿病口服降糖药联合治疗专家共识(2025 版) [J]. *中华内科杂志*, 2025, 64(8): 707-722.
Chinese Medical Doctor Association Endocrinology and Metabolism Branch, Mu Y M, Hong T P, et al. Expert consensus on combination therapies of oral anti-diabetic drugs for adults with type 2 diabetes (2025 edition) [J].

- Chin J Intern Med, 2025, 64(8): 707-722.
- [10] 郑晓辉, 宋轶萱, 史桂玲, 等. 度拉糖肽治疗 2 型糖尿病的临床研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2020, 35(1): 184-188.
Zheng X H, Song Y X, Shi G L, et al. Research progress on clinical research of dulaglutide in treatment of type 2 diabetes [J]. Drugs Clin, 2020, 35(1): 184-188.
- [11] Umpierrez G E, Blevins T, Rosenstock J, et al. The effects of LY2189265, a long-acting glucagon-like peptide-1 analogue, in a randomized, placebo-controlled, double-blind study of overweight/obese patients with type 2 diabetes: The EGO study [J]. Diabetes Obes Metab, 2011, 13(5): 418-425.
- [12] 许慧, 杨星林, 孙凤娟. 西格列汀临床应用最新研究进展 [J]. 济宁医学院学报, 2014, 37(1): 59-61.
Xu H, Yang X L, Sun F J. The latest research progress of clinical application of sitagliptin [J]. J Jining Med Univ, 2014, 37(1): 59-61.
- [13] Nagao M, Sasaki J, Sugihara H, et al. Efficacy and safety of sitagliptin treatment in older adults with moderately controlled type 2 diabetes: The STREAM study [J]. Sci Rep, 2023, 13: 134.
- [14] Tanimura-Inagaki K, Nagao M, Harada T, et al. Sitagliptin improves plasma apolipoprotein profile in type 2 diabetes: A randomized clinical trial of sitagliptin effect on lipid and glucose metabolism (SLIM) study [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2020, 162: 108119.
- [15] 马玉龙, 李亚龙, 胡晓霞, 等. 西格列汀改善 2 型糖尿病胰岛素抵抗状态的研究现状 [J]. 兰州大学学报(医学版), 2025, 51(9): 74-81, 87.
Ma Y L, Li Y L, Hu X X, et al. Research status of Sitagliptin in improving insulin resistance in type 2 diabetes mellitus [J]. J Lanzhou Univ Med Sci, 2025, 51(9): 74-81, 87.
- [16] Nauck M, Weinstock R S, Umpierrez G E, et al. Efficacy and safety of dulaglutide versus sitagliptin after 52 weeks in type 2 diabetes in a randomized controlled trial (AWARD-5) [J]. Diabetes Care, 2014, 37(8): 2149-2158.
- [17] 《二甲双胍临床应用专家共识》更新专家组. 二甲双胍临床应用专家共识 (2023 年版) [J]. 中华内科杂志, 2023, 62(6): 619-630.
Expert Panel for the Update of the Expert Consensus on Clinical Application of Metformin. Chinese expert consensus on metformin in clinical practice: 2023 update [J]. Chin J Intern Med, 2023, 62(6): 619-630.
- [18] 徐跃洳, 王钰博, 潘慧敏, 等. 司美格鲁肽对比卡格列净治疗二甲双胍控制不佳的 2 型糖尿病患者的成本-效用分析 [J]. 中国药房, 2025, 36(9): 1087-1092.
Xu Y R, Wang Y B, Pan H M, et al. Cost-utility analysis of semaglutide versus canagliflozin in patients with type 2 diabetes poorly controlled with metformin [J]. China Pharm, 2025, 36(9): 1087-1092.
- [19] 刘国恩. 中国药物经济学评价指南 2020 [M]. 北京: 中国医药出版社, 2020: 20-68.
Liu G E. China Guidelines for Pharmacoeconomic Evaluations 2020 [M]. Beijing: China Market Press, 2020: 20-68.
- [20] 胡圆圆, 叶山东. DPP-4 抑制剂不良反应 [J]. 药品评价, 2011, 8(21): 46-49.
Hu Y Y, Ye S D. Adverse drug reaction of DPP-4 inhibitors [J]. Drug Eval, 2011, 8(21): 46-49.
- [21] 李鑫, 张蔚, 王睿韬. 胰高血糖素样肽-1 受体激动剂致 2 型糖尿病患者不良反应文献分析 [J]. 临床合理用药, 2024, 17(5): 14-19.
Li X, Zhang W, Wang R T. Literature analysis of adverse reactions induced by GLP-1RA in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. Chin J Clin Ration Drug Use, 2024, 17(5): 14-19.
- [22] 宋安民. 两种方案治疗 2 型糖尿病的效价比分析 [J]. 糖尿病新世界, 2016, 19(6): 67-68.
Song A M. Cost-effectiveness analysis of two therapeutic schemes in the treatment of type 2 diabetes [J]. Diabetes New World, 2016, 19(6): 67-68.
- [23] 袁虹. 2 型糖尿病并发症对患者年治疗费用负担的影响分析 [J]. 中国医药指南, 2015, 13(14): 21-22.
Yuan H. Analysis of complications of type 2 diabetes in patients with treatment costs [J]. Guide China Med, 2015, 13(14): 21-22.
- [24] Turner R C, Holman R R, Stratton I M, et al. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34) [J]. Lancet, 1998, 352(9131): 854-865.
- [25] Clark C M Jr. The burden of chronic hyperglycemia [J]. Diabetes Care, 1998, 21(Suppl 3): C32-C34.
- [26] Petitti D B. Meta-analysis, decision analysis, and cost-effectiveness analysis [M]. New York: Oxford University Press, 2000.
- [27] Briggs A, Claxton K, Sculpher M. Decision Modelling for Health Economic Evaluation [M]. Oxford: Oxford University Press, 2006: 839.
- [28] Redekop W K, Koopmanschap M A, Stolk R P, et al. Health-related quality of life and treatment satisfaction in Dutch patients with type 2 diabetes [J]. Diabetes Care, 2002, 25(3): 458-463.