

# 重组人血小板生成素用于肿瘤治疗所致血小板减少症的经济性评价



梁海, 夏茹楠, 陈慧娟, 姜梦雨, 李璠琴, 杨森, 马景贺

亳州市人民医院药学部 (安徽亳州 236800)

**【摘要】**目的 评价重组人血小板生成素 (rhTPO) 和白介素-11 (IL-11) 用于肿瘤治疗所致血小板减少症 (CTIT) 的经济性, 为 2 种药品的临床合理使用提供参考依据。**方法** 回顾性收集 2023 年 1 月—2025 年 7 月在亳州市人民医院治疗 CTIT 的非髓性恶性肿瘤患者病例资料, 根据治疗方案不同分为 rhTPO 组和 IL-11 组, 应用倾向评分匹配 (PSM) 处理有显著差异的基线指标, 以血小板计数提升幅度为健康产出, 通过决策树模型, 计算 2 种药品治疗 CTIT 的增量成本-效果比 (ICER), 并通过敏感性分析验证结果的稳健性和不同意愿支付 (WTP) 阈值下的经济性。**结果** 共收集 426 例患者, 其中 rhTPO 组 252 例, IL-11 组 174 例; 经 PSM 后 2 组各纳入 157 例患者。rhTPO 组有效率 90.45%, IL-11 组有效率 82.17%, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。成本-效果分析结果显示, rhTPO 相对于 IL-11 的 ICER 值为 90 067.75 元/例有效。敏感性分析显示基础分析的结果稳健, 单因素敏感性分析的结果显示, rhTPO 组的有效率对模型结果的稳健性影响最大; 概率敏感性分析的结果显示, WTP 阈值为 89 000 元时, 两者经济性相等。基于本文设定 WTP 阈值, rhTPO 组相对于 IL-11 组具有经济性的概率为 95.7%。**结论** 在治疗 CTIT 方面, 当 WTP 阈值大于 89 000 元时, rhTPO 比 IL-11 更具有经济性, 且临床上可以推荐有效率更高、不良反应率更低的 rhTPO 作为首选用药。

**【关键词】**重组人血小板生成素; 白介素-11; 肿瘤; 血小板减少症; 决策树; 成本-效果分析

**【中图分类号】** R956

**【文献标识码】** A

## Evaluation of the pharmacoeconomics of recombinant human thrombopoietin for the treatment of cancer therapy-induced thrombocytopenia

LIANG Hai, XIA Runan, CHEN Huijuan, JIANG Mengyu, LI Fanqin, YANG Miao, MA Jinghe

Department of Pharmacy, The People's Hospital of Bozhou, Bozhou 236800, Anhui Province, China

Corresponding author: MA Jinghe, Email: majinghe2008@163.com

**【Abstract】**Objective To evaluate the cost-effectiveness of recombinant human thrombopoietin (rhTPO) and interleukin-11 (IL-11) for the treatment of cancer therapy-induced thrombocytopenia (CTIT) and to provide a cost basis for the clinical application of these drugs.**Methods** Retrospective data of non-myeloid malignant tumor patients with CTIT treated in the Bozhou People's Hospital from January 2023 to July 2025 were collected, and the patients were divided into the rhTPO group and the IL-11 group according to different treatment regimens.

DOI: 10.12173/j.issn.1005-0698.202508114

基金项目: 安徽省高等学校科学研究项目 (2024AH050778); 亳州市卫生健康科研项目 (bzwj2024b001)

通信作者: 马景贺, 主任医师, Email: majinghe2008@163.com

Propensity score matching (PSM) was used to adjust the baseline indicators with significant differences. Using the increase in platelet count as the health output, a decision tree model was used to calculate the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) for two drugs of CTIT treatment. Sensitivity analysis was conducted to validate the robustness of the results and the economic viability under different willingness-to-pay (WTP) thresholds. **Results** A total of 426 patients were collected, including 252 in the rhTPO group and 174 in the IL-11 group; 157 patients were included in each group after PSM. The effective rate was 90.45% in the rhTPO group and 82.17% in the IL-11 group, with a statistically significant difference between the two groups ( $P < 0.05$ ). The basic results show that the ICER of rhTPO compared to IL-11 was 90,067.75 yuan per effective case. Sensitivity analysis showed that the results of basic analysis were robust, while single factor sensitivity analysis showed that the effectiveness of the rhTPO group had the greatest impact on the robustness of the model results. The results of probability sensitivity analysis show that when the WTP threshold is 89,000 yuan, the economic viability of the two is equal. Based on the WTP threshold set in this paper, the probability that the rhTPO group was managed in a cost-effective manner was 95.7%. **Conclusion** When the WTP threshold is greater than 89,000 yuan, rhTPO is more economical than IL-11 in treating CTIT. In clinical practice, rhTPO with higher efficacy and lower adverse reaction rate can be recommended as the first-line treatment.

**【Keywords】** Recombinant human thrombopoietin; Interleukin-11; Cancer; Thrombocytopenia; Decision tree; Cost-effectiveness analysis

肿瘤治疗所致血小板减少症 (cancer therapy induced thrombocytopenia, CTIT) 是肿瘤治疗中常见的血液学毒性反应之一, 其中临床常见的化疗药物所致骨髓抑制, 尤其是对巨核细胞产生抑制作用, 导致外周血血小板计数低于正常值 ( $100 \times 10^9 \cdot L^{-1}$ )<sup>[1]</sup>。CTIT 可能造成患者化疗药物剂量降低、化疗终止或时间延迟, 以及出血等不良反应, 影响治疗效果, 甚至危及患者生命健康<sup>[2]</sup>。研究<sup>[3]</sup>显示, 约有 5%~10% 接受化疗的实体瘤患者发生需要干预的 CTIT。目前, 临床治疗 CTIT 最直接的方式是输注血小板, 但实际应用中存在血小板不易获得、提取少、保质期短等问题, 且存在一定风险, 如艾滋病和丙型肝炎患者输注后易出现免疫反应和血源性感染。近年来, 促血小板生长因子如白介素-11 (interleukin-11, IL-11)、重组人血小板生成素 (recombinant human thrombopoietin, rhTPO) 以及血小板生成素 (thrombopoietin, TPO) 受体激动剂等药物, 通过刺激造血细胞的增殖和分化产生血小板, 为预防出血提供了更好的解决方案<sup>[4]</sup>。目前我国已批准 IL-11 和 rhTPO 用于治疗 CTIT。

一项关于 IL-11 和 rhTPO 治疗 CTIT 的多中心横断面研究<sup>[5]</sup>显示, rhTPO 能够快速提升血小板计数, 缩短起效时间, 且不良反应轻微, 患者耐受性良好。然而, 相关学者针对 rhTPO 的研究<sup>[6-7]</sup>侧重

于临床疗效和安全性, 多为回顾性研究且样本量较小, 导致不同研究之间存在较大偏差。此外, 国内外关于 rhTPO 和 IL-11 治疗 CTIT 的药物经济学研究相对较少, 结论也不一致<sup>[8-10]</sup>。究其原因, 主要为研究对象和方法不同、数据来源不同、医疗环境以及政策差异等。基于此, 本研究回顾性收集我院接受 rhTPO 或 IL-11 治疗 CTIT 的病例, 通过倾向评分匹配 (propensity score matching, PSM) 消除混杂因素, 应用真实世界数据评价 rhTPO 与 IL-11 治疗 CTIT 的经济性, 为临床合理用药提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性收集 2023 年 1 月—2025 年 7 月亳州市人民医院接受 rhTPO 或 IL-11 治疗 CTIT 的非髓性恶性肿瘤 (指发生在非骨髓组织中的肿瘤, 包括肺、乳腺、胃、结肠等部位的恶性肿瘤, 肉瘤及淋巴瘤等类型) 患者的资料。病例纳入标准: ①年龄  $\geq 18$  岁, 性别不限; ②经组织学或病理学确诊为非髓性恶性肿瘤; ③肿瘤治疗后血小板计数降至  $75 \times 10^9 \cdot L^{-1}$  以下; ④患者精神意识良好、有沟通能力。排除标准: ①对 rhTPO、IL-11 和 / 或其辅料过敏的患者; ②严重的心、肺、肝、肾或其他主要器官功能障碍者; ③同时使用其他升血小板药物或输注血小板治疗者; ④孕期或哺乳期妇女; ⑤研

究者认为不适合纳入的患者。本研究方案经亳州市人民医院医学伦理委员会批准（批件号：亳医伦审 2020 第 23 号），并豁免患者知情同意。

### 1.2 研究分组与治疗方法

纳入患者根据治疗 CTIT 药物不同，分为 rhTPO 组和 IL-11 组，并选取一个治疗周期进行具体分析。当血小板计数  $< 75 \times 10^9 \cdot L^{-1}$  时，rhTPO 组给予重组人血小板生成素注射液（沈阳三生制药有限责任公司，规格： $15\ 000\ U \cdot mL^{-1}$ ，批号：202503044H） $300\ U \cdot (kg \cdot d)^{-1}$ ，皮下注射；IL-11 组给予白介素 -11 注射液 [齐鲁制药有限公司，规格：每瓶 1.5 mg（1 200 万 U），批号：202502005LAE]  $25 \sim 50\ \mu g \cdot (kg \cdot d)^{-1}$ ，皮下注射。2 种药品均在化疗结束后 6~24 h 内使用。

### 1.3 观察指标

收集患者的性别、年龄、体重、体表面积等基本信息，肿瘤分期、用药时间、住院时间、治疗前后血小板计数、不良反应发生情况等临床资料，以及住院期间的药物治疗费用、检验费用及住院总费用等费用相关信息。

### 1.4 疗效判断

参照《中国肿瘤药物相关血小板减少诊疗专家共识（2023 版）》<sup>[1]</sup> 和相关文献<sup>[11]</sup>，制定疗效评价标准，分为显效、良效、缓解、进步和无效，具体见表 1。有效率 = (良效 + 显效 + 缓解) 例数 / 总例数  $\times 100\%$ 。

### 1.5 经济性评价

#### 1.5.1 决策树模型构建

将 2 组病例数据中的成本和有效率等信息导入 TreeAge Pro 2022 软件，构建决策树模型并进行成本-效果分析。模型共 4 个分支，决策节点 2 个分支，分别表示两种治疗方法，每种方法节点引出疗效分支，分别表示有效和无效。见图 1。

表 1 rhTPO/IL-11 疗效评价标准分类

Table 1. Classification of rhTPO/IL-11 efficacy evaluation criteria

疗效分类	血小板计数变化
显效	治疗后血小板计数 $\geq 100 \times 10^9 \cdot L^{-1}$ 或血小板计数上升值 $> 50 \times 10^9 \cdot L^{-1}$
良效	治疗后血小板计数 $< 100 \times 10^9 \cdot L^{-1}$ 且 $30 \times 10^9 \cdot L^{-1} <$ 血小板计数上升值 $\leq 50 \times 10^9 \cdot L^{-1}$
缓解	治疗后血小板计数 $< 100 \times 10^9 \cdot L^{-1}$ ，且血小板计数上升值 $\leq 30 \times 10^9 \cdot L^{-1}$
进步	治疗后血小板计数 $< 30 \times 10^9 \cdot L^{-1}$ 或血小板计数增加未达到基础值的 2 倍
无效	血小板计数无变化甚至下降

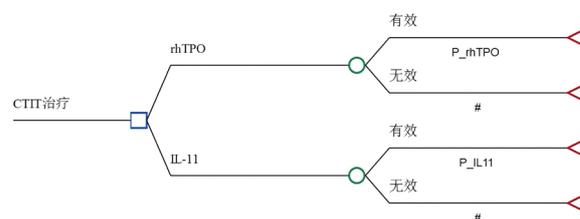


图 1 rhTPO 和 IL-11 治疗 CTIT 的决策树模型

Figure 1. Decision tree model of rhTPO and IL-11 therapy for CTIT

#### 1.5.2 模型参数

对患者在治疗期间的费用支出进行统计。由于患者使用 2 种药品后出现的不良症状均较轻，其产生的治疗费用可忽略不计；而收入损失（属于间接成本）以及患者因疾病引起的情绪变化（焦虑、疼痛等，属于隐性成本）等内容难以统计量化，本研究仅考虑直接医疗成本，包括药品、检查、检验及住院等费用支出。药品价格依据 2023 年全国药品集中采购中标价格，rhTPO（15 000 U）为 789 元 / 支，IL-11（1 200 万 U）为 132.35 元 / 瓶；检查、检验及住院等价格依据 2023 年国内三级医院医疗服务价格。采用有效率作为决策树模型效果参数，见表 2。本研究中，

表 2 决策树模型有关参数及分布情况

Table 2. Parameters and distributions of the decision tree model

参数	参数含义	基数值	下限	上限	分布
P_rhTPO	rhTPO 有效率	0.904 5	0.859 3	0.949 7	Beta
P_IL-11	IL-11 有效率	0.821 7	0.780 6	0.862 8	Beta
C_IL-11E	IL-11 药物总费用（有效）	10 318.08	8 254.47	12 381.70	Gamma
C_IL-11N	IL-11 药物总费用（无效）	10 799.56	8 639.65	12 959.47	Gamma
C_otherIL-11E	IL-11 其他费用（有效）	8 642.18	6 913.74	10 370.62	Gamma
C_otherIL-11N	IL-11 其他费用（无效）	10 744.25	8 595.40	12 893.10	Gamma
C_otherrE	rhTPO 其他费用（有效）	9 901.52	7 921.21	11 881.82	Gamma
C_otherrN	rhTPO 其他费用（无效）	8 476.37	6 781.10	10 171.65	Gamma

续表2

参数	参数含义	基数值	下限	上限	分布
C_rhTPOE	rhTPO药品总费用(有效)	16 529.11	13 223.29	19 834.93	Gamma
C_rhTPON	rhTPO药品总费用(无效)	19 103.62	15 282.90	22 924.35	Gamma
C_testIL-11E	IL-11检验费用(有效)	1 996.07	1 596.86	2 395.28	Gamma
C_testIL-11N	IL-11检验费用(无效)	1 939.21	1 551.37	2 327.05	Gamma
C_testrE	rhTPO检验费用(有效)	2 320.49	1 856.40	2 784.59	Gamma
C_testrN	rhTPO检验费用(无效)	2 358.44	1 886.75	2 830.12	Gamma

rhTPO 和 IL-11 治疗疗程仅 14 d, 因此不考虑贴现问题。采用成本-效果分析法, 以增量成本-效果比 (incremental cost effectiveness ratio, ICER) 为评价指标。

### 1.5.3 敏感性分析

应用敏感性分析检验基础分析结果的稳健性, 先对成本-效果分析涉及的变量参数进行单因素敏感性分析, 绘制旋风图; 再通过 1 000 次 2 阶蒙特卡洛模拟进行概率敏感性分析, 绘制成本-效果可接受曲线图, 判断不同意愿支付 (willingness-to-pay, WTP) 阈值对治疗方案经济性的影响。

### 1.6 统计学分析

采用 PSM 法, 通过 Logistic 回归法计算倾向评分, 选择最近邻匹配法对患者进行 1:1 匹配, 卡钳值设定为 0.01<sup>[12]</sup>。应用 SPSS 27 软件进行统计分析, 计量资料进行正态性检验, 符合正态分布且方差齐, 以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验; 不符合正态分布, 以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,

组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以 *n*/*%* 表示, 比较采用  $\chi^2$  检验。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 基本情况

共收集 426 例患者, 包括 rhTPO 组 252 例和 IL-11 组 174 例; PSM 后 2 组各纳入 157 例。PSM 前, 2 组患者的身高、体重和体表面积 3 项指标差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), PSM 后, 2 组各项基线指标差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 3。

### 2.2 疗效和安全性分析

#### 2.2.1 有效率

rhTPO 组有效率为 90.45%, IL-11 组有效率为 82.17%, 两组有效率差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 4。

#### 2.2.2 用药时间和住院时间

2 组用药时间和住院时间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 5。

表3 2组患者PSM前后基线资料比较 [*n*,  $M(P_{25}, P_{75})$ ]

Table 3. Comparison of baseline data before and after PSM in the patients of the two groups [*n*,  $M(P_{25}, P_{75})$ ]

变量	PSM前				PSM后			
	rhTPO组 ( <i>n</i> =252)	IL-11组 ( <i>n</i> =174)	$\chi^2/Z$	<i>P</i>	rhTPO组 ( <i>n</i> =157)	IL-11组 ( <i>n</i> =157)	$\chi^2/Z$	<i>P</i>
性别			1.089	0.297			0.629	0.428
男	129	98			89	82		
女	123	76			68	75		
年龄(岁)	63 (53, 70)	60 (51, 69)	-1.619	0.105	63 (52, 69)	63 (51, 69)	-0.182	0.855
身高(cm)	164 (150, 170)	167 (150, 170)	-2.305	0.021	165 (150, 170)	165 (154, 170)	-0.528	0.597
体重(kg)	60 (52, 65)	62 (52, 65)	-2.153	0.031	65 (52, 65)	60 (52, 65)	-0.186	0.277
体表面积(m <sup>2</sup> )	1.65 (1.61, 1.79)	1.75 (1.61, 1.79)	-3.279	0.001	1.78 (1.61, 1.79)	1.71 (1.61, 1.79)	-0.930	0.352
肿瘤分期			6.576	0.857			0.425	0.935
I	1	5			1	2		

续表3

变量	PSM前				PSM后			
	rhTPO组 (n=252)	IL-11组 (n=174)	$\chi^2/Z$	P	rhTPO组 (n=157)	IL-11组 (n=157)	$\chi^2/Z$	P
II	16	14			12	12		
III	124	72			72	69		
IV	111	83			72	74		
治疗前血小板计数 ( $\times 10^9 \cdot L^{-1}$ )	33 (15, 55)	44 (15, 66)	-1.394	0.163	32 (15, 61)	44 (13, 66)	-0.527	0.598
肿瘤类型			16.231	0.039			11.983	0.152
肺恶性肿瘤	61	32			39	28		
淋巴瘤	18	13			10	13		
卵巢恶性肿瘤	15	8			7	8		
肝恶性肿瘤	15	11			8	5		
乳腺恶性肿瘤	15	9			9	9		
胃恶性肿瘤	12	11			7	10		
食管恶性肿瘤	12	9			8	9		
白血病	14	29			9	25		
其他	90	52			60	50		

表4 2组疗效比较 (n, %, n=157)

Table 4. Comparison of efficacy between the two groups (n, %, n=157)

组别	显效	良效	缓解	进步	无效	有效率 (%)
rhTPO组	115	11	16	14	1	90.45
IL-11组	119	0	10	17	11	82.17
$\chi^2$						4.554
P						0.033

表5 2组用药时间和住院时间对比

[d, M (P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>), n=157]

Table 5. Comparison of medication time and hospitalization time between the two groups

[d, M (P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>), n=157]

组别	用药时间 (d)	住院时间 (d)
rhTPO组	12 (8, 15)	25 (15, 53)
IL-11组	12 (10, 15)	27 (15, 57)
Z	1.793	-1.413
P	0.557	0.179

表6 2组药物相关不良反应的对比 (n, %, n=157)

Table 6. Comparison of adverse drug-related reactions between the two groups (n, %, n=157)

组别	乏力纳差	畏寒、 发热	腹部不适 及疼痛	咳嗽	头晕、 头痛	胸痛、 胸闷	恶心、 呕吐	背部疼痛	肢体疼痛	其他	总发生率 (%)
rhTPO组	23	3	10	0	5	7	3	2	4	9	42.04
IL-11组	13	12	8	4	11	8	8	1	1	4	44.59
$\chi^2$											0.208
P											0.649

### 2.2.3 药物相关不良反应

2组患者发生的不良反应包括乏力纳差、腹部不适以及疼痛、头晕和头痛等，均相对轻微，见表6。rhTPO组不良反应总发生率低于IL-11组，但差异无统计学意义 (P > 0.05)。

### 2.3 成本-效果分析

2组成本见表7，rhTPO组与IL-11组的总成本分别为28 864.56元和21 406.95元，而2组的效果分别为90.45%和82.17%，rhTPO组的成本与效果均高于IL-11组。成本-效果分析结果表明，rhTPO对IL-11的ICER为90 067.75元/例有效，见表8。

### 2.4 单因素敏感性分析

参考相关文献<sup>[13-14]</sup>，效果参数取±5%作为上下限，成本参数则取±20%作为上下限，结果见图2，提示效果参数对模型结果的稳健性影响最明显，其中，rhTPO组的有效率对模型结果的稳健性影响最大，其次是IL-11组的有效率；而2组中无效患者

表7 2组成本比较 (元, n=157)

Table 7. Comparison of two groups of costs (yuan, n=157)

组别	C1	C2	C
rhTPO组	16 775.08	2 324.12	28 864.56
IL-11组	10 403.95	1 985.86	21 406.95

注: C1. 药物相关成本的均值; C2. 检验相关成本的均值; C. 总成本的均值。

表8 2组成本-效果分析

Table 8. Cost-effectiveness analysis of the two groups

组别	成本 (元)	效果 (%)	增量成本 (元)	增量效果 (%)	ICER (元/例有效)
rhTPO组	28 864.56	90.45	7 457.61	8.28	90 067.75
IL-11组	21 406.95	82.17	-	-	-

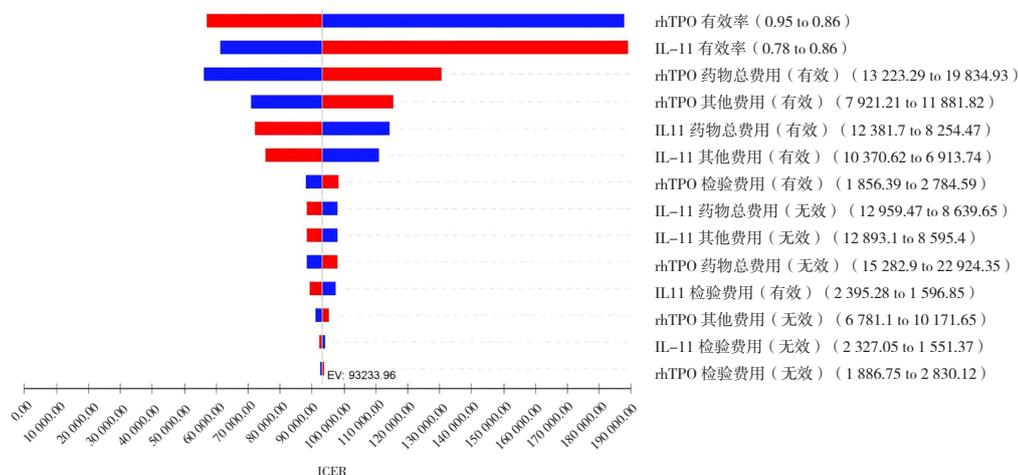


图2 单因素敏感性分析的旋风图

Figure 2. Cyclone diagram of single-factor sensitivity analysis

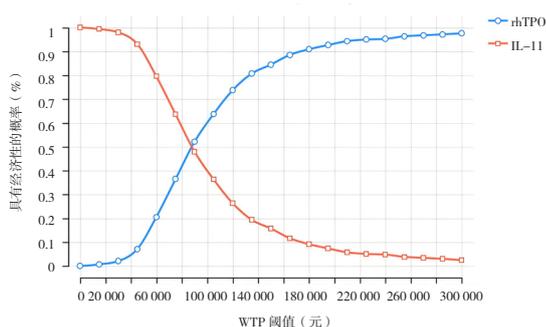


图3 成本-效果可接受曲线图

Figure 3. Cost-effectiveness acceptance curve

的检验费用、其他费用等对模型结果影响较小。

## 2.5 概率敏感性分析

假设模型中的效果参数均服从 Beta 分布, 而成本参数均服从 Gamma 分布, 对研究中的各种不确定因素取值并进行 1 000 次蒙特卡洛模拟, 结果见图 3, 当 WTP 阈值为 89 000 元时, 两种用药方案经济性相等, 当 WTP 阈值低于 89 000 元, IL-11 组更具有经济性; 而 WTP 阈值大于 89 000 元时, rhTPO 组更具有经济性。增量-成本效果散点图 (图 4) 中, WTP 阈值下方的面积为 95.7%, 即 rhTPO 组具有经济性的概率为 95.7%。因此, 概率敏感性分析的结果显示, 基础分析的结果稳健。

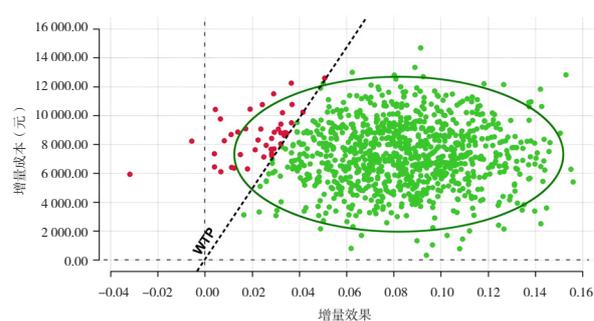


图4 增量成本-效果散点图

Figure 4. Incremental cost-effectiveness scatter plot

## 3 讨论

CTIT 是一种难治性的血液学毒性反应, 其发生率与肿瘤类型、治疗方式以及是否联合治疗有关<sup>[15]</sup>。rhTPO 和 IL-11 作为治疗 CTIT 证据级别 I 级推荐的药物, 在国内临床上得到广泛应用<sup>[1]</sup>。rhTPO 是一种刺激巨核细胞生长和分化的

内源性细胞因子, 可以刺激巨核细胞产生的所有阶段, 包括前体细胞的增殖以及巨核细胞的发育和成熟<sup>[16]</sup>。IL-11 通过刺激骨髓造血干细胞和巨核细胞祖细胞的增殖来诱导巨核细胞的成熟和分化, 从而增加体内血小板的产生<sup>[17]</sup>。rhTPO 和 IL-11 虽然都可以将血小板计数提升至正常水平, 但 IL-11 仅在巨核细胞分化的早期阶段起作

用, 而 rhTPO 促进多能干细胞的增殖分化, 作用于血小板生成全过程, rhTPO 可快速升高化疗后血小板计数, 减少出血风险, 且不良反应轻, 无明显心血管不良反应<sup>[18]</sup>。因此, 考虑两者的有效性和起效时间可能有所不同, 且价格差异很大, 有必要评估其有效性和经济性。

本研究应用真实世界数据, 通过决策树模型来评价临床中使用 rhTPO 与 IL-11 治疗 CTIT 的经济性。为了使样本尽可能接近随机化产生的结果, 通过 PSM 科学选择协变量, 有效控制组间混杂因素, 同时最大限度地减少样本损失, 分析 2 种药品在疗效和经济性方面的差异。有效性评价结果显示, rhTPO 组有效率显著高于 IL-11 组 ( $P < 0.05$ ), 与既往研究<sup>[7-9]</sup>的结果相似, 表明 rhTPO 对 CTIT 患者的血小板减少症具有更好的治疗效果, 这可能与 rhTPO 改善血小板功能的影响有关。基于用药时间和住院时间的对比, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 这与 Zhang 等<sup>[10]</sup>的研究结果不一致, 可能是患者治疗前基线血小板计数差异较大、肿瘤类型差异化以及评估结果指标的时间不同所致。安全性结果提示, rhTPO 组不良反应发生率低于 IL-11 组, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

本研究成本-效果分析显示, 相较于 IL-11, 临床上使用 rhTPO 每多治疗有效 1 例 CTIT 患者, 需多支出 90 067.75 元。单因素敏感性分析显示, 效果参数对模型结果的稳健性影响最明显, 其中, rhTPO 组的有效率对模型结果的稳健性影响最大。由于以有效率作为效果指标没有公认的 WTP 阈值, 根据成本-效果可接受曲线, 当以有效率为效果参数的 WTP 阈值超过 89 000 元时, rhTPO 比 IL-11 更具有经济性。张玄<sup>[18]</sup>采用最小成本法进行评价, 仅仅关注成本的高低, 却忽略效果差异的实际价值。本研究则采用适用范围更广、决策维度更全面的成本-效果分析, 通过权衡成本、效果以及生命质量三者关系, 为医疗资源分配提供更科学、更贴合患者真实需求的依据。Zhang 等<sup>[10]</sup>采用成本-效果分析法评价 rhTPO 和 IL-11 用于血液肿瘤患者的经济性, 结果与本研究一致, 但本研究纳入的肿瘤人群范围更广。

本研究也存在一定局限性: 首先, 纳入研究的患者年龄偏高, 疾病情况相对严重, 且缺少公认的 WTP 阈值, 对结果经济性的解读存在一定

的局限性。此外有研究<sup>[19-20]</sup>指出, 对于严重疾病的经济学研究中 WTP 阈值可以适当调整。其次, 考虑到本研究中不良反应大多较为轻微且可自行逆转, 故不良反应的治疗费用未计入成本, 可能会对药物经济性评价结果产生影响。此外, 本研究为单中心研究, 样本量较小, 可能导致研究结果与实际情况存在偏差。因此, 2 种药品治疗 CTIT 的经济性仍需通过多中心大样本量的真实世界研究进一步证明。

综上所述, 本研究基于我院回顾性病例数据, 探究 rhTPO 与 IL-11 治疗 CTIT 的经济性。当 WTP 阈值大于 89 000 元时, 在治疗 CTIT 上 rhTPO 比 IL-11 更具有经济性, 且临床上可以推荐有效率更高、不良反应率更低的 rhTPO 作为首选用药。

**利益冲突声明:** 作者声明本研究不存在任何经济或非经济利益冲突。

## 参考文献

- 1 中国抗癌协会肿瘤临床化疗专业委员会, 中国抗癌协会肿瘤支持治疗专业委员会. 中国肿瘤药物相关血小板减少诊疗专家共识 (2023 版) [J]. 中华医学杂志, 2023, 103(33): 2579-2590. [Clinical Chemotherapy Committee of Oncology, Chinese Anti-Cancer Association, Supportive Therapy Committee of Cancer Association of China. Consensus on the clinical diagnosis, treatment and prevention of cancer treatment-induced thrombocytopenia in China (2023 edition)[J]. National Medical Journal of China, 2023, 103(33): 2579-2590.] DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20230409-00575.
- 2 Gurumurthy G, Kisiel F, Gurumurthy S, et al. Role of thrombopoietin receptor agonists in chemotherapy-induced thrombocytopenia: a Meta-analysis[J]. J Oncol Pharm Pract, 2025, 31(1): 4-11. DOI: 10.1177/10781552231219003.
- 3 Gao A, Zhang L, Zhong D. Chemotherapy-induced thrombocytopenia: literature review[J]. Discov Oncol, 2023, 14(1): 10. DOI: 10.1007/s12672-023-00616-3.
- 4 王闫飞, 刘巍. 促血小板生成药物在肿瘤治疗相关血小板减少症管理中的应用进展 [J]. 肿瘤, 2022, 42(3): 203-212. [Wang YF, Liu W. Progress in application of platelet stimulating agents in management of cancer therapy-related thrombocytopenia[J]. Tumor, 2022, 42(3): 203-212.] DOI: 10.3781/j.issn.1000-7431.2021.2201-0046.
- 5 Chen M, Li L, Xia Q, et al. A real-world observation on thrombopoietic agents for patients with cancer treatment-induced thrombocytopenia in China: a multicenter, cross-sectional study[J]. Cancer, 2024, 130(S8): 1524-1538. DOI: 10.1002/encr.35292.

- 6 王晓明, 孙建. 两种不同重组人血小板生成素方案防治肺癌化疗所致血小板减少的效果及经济性比较[J]. 中国药物应用与监测, 2024, 21(3): 301-304. [Wang XM, Sun J. Comparison of efficacy and cost-effectiveness of two different recombinant human thrombopoietin regimens in prevention and treatment of chemotherapy-induced thrombocytopenia in patients with lung cancer[J]. Chinese Journal of Drug Application and Monitoring, 2024, 21(3): 301-304.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-8157.2024.03.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-8157.2024.03.024).
- 7 戴霁菲, 夏瑞祥. rhTPO 与 rhIL-11 对白血病化疗后血小板减少的疗效分析[J]. 中国实验血液学杂志, 2022, 30(3): 711-717. [Dai JF, Xia RX. Effect of rhTPO and rhIL-11 on thrombocytopenia after chemotherapy in leukemia[J]. Journal of Experimental Hematology, 2022, 30(3): 711-717.] DOI: [10.19746/j.cnki.issn1009-2137.2022.03.008](https://doi.org/10.19746/j.cnki.issn1009-2137.2022.03.008).
- 8 陈莉, 林澜澜, 林坤, 等. rhTPO 与 IL-11 治疗化疗相关血小板减少症的成本效果分析[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(19): 2445-2449. [Chen L, Lin LL, Lin S, et al. Cost-effectiveness analysis of rhTPO and interleukin-11 in the treatment of chemotherapy-related thrombocytopenia[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2019, 36(19): 2445-2449.] DOI: [10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.19.015](https://doi.org/10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.19.015).
- 9 Gong FM, Liu FY, Ma X, et al. Effectiveness and economic evaluation of rhTPO and rhIL-11 in the treatment of cancer therapy induced thrombocytopenia based on real-world research[J]. Front Pharmacol, 2024, 15: 1288964. DOI: [10.3389/fphar.2024.1288964](https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1288964).
- 10 Zhang JJ, Zhao R, Xia F, et al. Cost-effectiveness analysis of rhTPO and rhIL-11 in the treatment of chemotherapy-induced thrombocytopenia in hematological tumors based on real-world data[J]. Ann Palliat Med, 2022, 11(8): 2709-2719. DOI: [10.21037/apm-22-880](https://doi.org/10.21037/apm-22-880).
- 11 Song AB, Al-Samkari H. Chemotherapy-induced thrombocytopenia: modern diagnosis and treatment[J]. Br J Haematol, 2025, 206(4): 1062-1066. DOI: [10.1111/bjh.20037](https://doi.org/10.1111/bjh.20037).
- 12 吴俊霞, 朱校峰, 朱慧. 基于倾向性评分匹配的甲状腺癌手术患者住院费用对比分析[J]. 中国病案, 2025, 26(7): 46-49. [Wu JX, Zhu XF, Zhu H. Comparative analysis of hospitalization costs of patients undergoing thyroid cancer surgery based on propensity score matching[J]. Chinese Medical Record, 2025, 26(7): 46-49.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-2566.2025.07.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2566.2025.07.016).
- 13 梁海, 夏茹楠, 狄潘潘, 等. 非奈利酮联合标准方案治疗糖尿病肾病的药物经济学评价[J]. 中国药房, 2025, 36(1): 86-90. [Liang H, Xia RN, Di PP, et al. Pharmacoeconomic evaluation of finerenone combined with standard treatment regimen in the treatment of diabetic nephropathy[J]. China Pharmacy, 2025, 36(1): 86-90.] DOI: [10.6039/j.issn.1001-0408.2025.01.14](https://doi.org/10.6039/j.issn.1001-0408.2025.01.14).
- 14 Rui M, Wang Y, Fei Z, et al. Economic evaluation of rituximab +recombinant human thrombopoietin vs. rituximab for the treatment of second-line idiopathic thrombocytopenic purpura in China[J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8: 657539. DOI: [10.3389/fmed.2021.657539](https://doi.org/10.3389/fmed.2021.657539).
- 15 Al-Samkari H, Soff GA. Clinical challenges and promising therapies for chemotherapy-induced thrombocytopenia[J]. Expert Rev Hematol, 2021, 14(5): 437-448. DOI: [10.1080/17474086.2021.1924053](https://doi.org/10.1080/17474086.2021.1924053).
- 16 Luan H, Yang J, Wang Y, et al. rhTPO ameliorates radiation-induced long-term hematopoietic stem cell injury in mice[J]. Molecules, 2023, 28(4): 1953. DOI: [10.3390/molecules28041953](https://doi.org/10.3390/molecules28041953).
- 17 Mishra KP, Bakshi J, Sharma G, et al. A comparative analysis of effectiveness of recombinant interleukin-11 versus papaya leaf extract for treatment of thrombocytopenia: a review[J]. Indian J Clin Biochem, 2023, 38(3): 297-304. DOI: [10.1007/s12291-022-01097-x](https://doi.org/10.1007/s12291-022-01097-x).
- 18 张玄. rhTPO 与 rhIL-11 治疗实体瘤化疗后化疗相关性血小板减少症的疗效及安全性对比[J]. 中国现代药物应用, 2023, 17(6): 14-17. [Zhang X. Comparison of efficacy and safety of rhTPO and rhIL-11 in the treatment of chemotherapy-induced thrombocytopenia after chemotherapy in solid tumors[J]. Chinese Journal of Modern Drug Application, 2023, 17(6): 14-17.] DOI: [10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2023.06.004](https://doi.org/10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2023.06.004).
- 19 周大创, 孙蕾, 刘泽瑶, 等. 基于偏好与疾病严重程度调整计算药物经济学评价中的成本-效用阈值[J]. 中国卫生经济, 2021, 40(8): 65-68. [Zhou DC, Sun L, Liu ZY, et al. Cost-utility threshold adjusted inpharmacoeconomic evaluation according to preference and disease severity[J]. Chinese Health Economics, 2021, 40(8): 65-68.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/CiBQZXJpb2RpY2FsQ0hJU29scjkyMDI2MDIwMjEOMTYxMhIPemd3c2pqMjAyMTA4MDE2Ggh3cXh0ZGZxcQ%3D%3D>.
- 20 郭珊珊, 郭莉, 李建东, 等. 小剂量激素联合他克莫司或环磷酰胺治疗成人特发性膜性肾病的成本-效果分析[J]. 药物流行病学杂志, 2025, 34(2): 175-181. [Guo SS, Guo L, Li JD, et al. Cost-effectiveness analysis of low-dose steroid combined with tacrolimus or cyclophosphamide in the treatment of adult idiopathic membranous nephropathy[J]. Chinese Journal of Pharmacoepidemiology, 2025, 34(2): 175-181.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202402005](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202402005).

收稿日期: 2025年08月26日 修回日期: 2026年02月10日  
 本文编辑: 洗静怡 周璐敏