特瑞普利单抗联合紫杉醇治疗转移性或复发性三阴性乳腺癌的成本-效果分析Δ

闫文英*,陶心悦,冯　冰(河北医科大学第三医院临床药学部,石家庄　050051)

中图分类号　R956;R979.1　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408(2025)03-0336-05
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2025.03.13

摘　要　目的　评价特瑞普利单抗联合紫杉醇(白蛋白结合型)治疗转移性或复发性三阴性乳腺癌(TNBC)的经济性。**方法**　根据TORCHLIGHT试验数据,建立包括无进展生存、疾病进展和死亡的三状态分区生存模型,模拟周期为21 d,研究时限为10年,贴现率为5%,以质量调整生命年(QALY)和成本为产出指标,采用成本-效果分析法计算特瑞普利单抗联合紫杉醇(白蛋白结合型)相比安慰剂联合紫杉醇(白蛋白结合型)的增量成本-效果比(ICER)。以3倍我国2023年人均国内生产总值(GDP)为意愿支付(WTP)阈值(268 074元/QALY),评价上述两种方案的经济性,并进行敏感性分析。**结果**　特瑞普利单抗联合紫杉醇(白蛋白结合型)对比安慰剂联合紫杉醇(白蛋白结合型)治疗我国转移性或复发性TNBC患者的ICER为176 347.17元/QALY,低于本研究设定的WTP阈值,证明该方案具有经济性。单因素敏感性分析结果显示,特瑞普利单抗成本、贴现率、无进展生存状态效用值等参数对ICER的影响较大;概率敏感性分析结果表明基础分析结果稳健。**结论**　以3倍我国2023年人均GDP作为WTP阈值时,相比安慰剂联合紫杉醇(白蛋白结合型)方案,特瑞普利单抗联合紫杉醇(白蛋白结合型)治疗转移性或复发性TNBC具有经济性。

关键词　特瑞普利单抗;三阴性乳腺癌;成本-效果分析;药物经济学;分区生存模型

Cost-effectiveness analysis of toripalimab combined with paclitaxel in the treatment of metastatic or recurrent triple-negative breast cancer

YAN Wenying, TAO Xinyue, FENG Bing (Dept. of Clinical Pharmacy, Hebei Medical University Third Hospital, Shijiazhuang 050051, China)

ABSTRACT　OBJECTIVE To evaluate the cost-effectiveness of toripalimab combined with paclitaxel (albumin binding type) in the treatment of metastatic or recurrent triple-negative breast cancer (TNBC). **METHODS** Based on the data of TORCHLIGHT clinical trial, a three-state partitioned survival model including progression-free survival, disease progression, and death was established. The simulation cycle was 21 days, the study duration was 10 years, and the discount rate was 5%. Using quality-adjusted life year (QALY) and cost as output indicators, a cost-effectiveness analysis method was adopted to calculate the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) of toripalimab combined with paclitaxel (albumin binding type) versus placebo combined with paclitaxel (albumin binding type). Using three times the per capita gross domestic product (GDP) of China in 2023 as the willingness-to-pay (WTP) threshold (268 074 yuan/QALY), the cost-effectiveness of the above two regimens was evaluated, and the sensitivity analysis was conducted. **RESULTS** ICER of toripalimab combined with paclitaxel (albumin binding type) versus placebo combined with paclitaxel (albumin binding type) in the treatment of Chinese metastatic or recurrent TNBC patients was 176 347.17 yuan/QALY, which was lower than the WTP threshold set in this study, demonstrating the cost-effectiveness of this regimen. The results of the single-factor sensitivity analysis showed that the parameters such as the cost of toripalimab, discount rate, and utility value of the progression-free survival state had a great impact on the ICER. The results of the probabilistic sensitivity analysis indicated that the results of the basic analysis were robust. **CONCLUSIONS** When three times the per capita GDP of China in 2023 is used as the WTP threshold, compared with the regimen of placebo combined with paclitaxel (albumin binding type), toripalimab combined with paclitaxel (albumin binding type) is cost-effective in the treatment of metastatic or recurrent TNBC.

KEYWORDS　toripalimab; triple-negative breast cancer; cost-effectiveness analysis; pharmacoeconomics; partitioned survival model

Δ**基金项目** 河北省医学科学研究课题计划(No.20211783)

＊**第一作者** 主管药师,硕士。研究方向:抗肿瘤药物经济学、合理用药、临床药学、计算机辅助药物设计及人工智能。电话:0311-88603132。E-mail:38900624@hebmu.edu.cn

乳腺癌是女性高发恶性肿瘤之一,近年来其发病率增长快速并且逐渐呈现年轻化趋势,已代替肺癌成为全球女性第一大癌症[1]。三阴性乳腺癌(triple-negative

breast cancer，TNBC）患者约占乳腺癌人群的15%～20%，具有侵袭性高、预后差、易局部复发和远处转移、生存率低等特点[2]。长期以来，TNBC患者只能选择手术、放疗和化疗等常规治疗方案，这些方案虽然有一定的效果，但是对TNBC患者来说疗效仍不佳。

近年来，免疫治疗药物的出现及其应用为多种肿瘤的治疗提供了新的治疗方法[3]。免疫检查点抑制剂是一类针对肿瘤的免疫治疗药物，其主要作用机制是通过阻断一类被称为免疫检查点的蛋白质，恢复免疫系统对肿瘤细胞的杀伤能力，从而起到治疗肿瘤的作用[4]。TORCHLIGHT试验是一项随机、双盲的3期临床试验，该试验评估了特瑞普利单抗或安慰剂联合紫杉醇（白蛋白结合型）治疗转移性或复发性TNBC的疗效和安全性。该研究最新公布的结果显示，与安慰剂联合紫杉醇（白蛋白结合型）相比，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）的中位无进展生存期（progression-free survival，PFS）[8.4个月 vs. 6.9个月，风险比（HR）=0.773，95%置信区间（CI）（0.602，0.994）]和中位总生存期（overall survival，OS）[33.1个月 vs. 23.5个月，HR=0.691，95%CI（0.513，0.932）]均显著改善，且两组间≥3级的治疗相关不良反应发生率相似，安全性可控[5]，表明该方案临床获益显著。

特瑞普利单抗作为国内首个获批上市的国产程序性死亡受体1（programmed death-1，PD-1）单抗于2020年12月被纳入我国医保目录，广泛应用于多个瘤种的治疗。2024年4月，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案被《中国晚期乳腺癌规范诊疗指南（2024版）》推荐作为晚期TNBC的解救治疗方案；当年6月，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）治疗程序性死亡受体配体1（programmed death-ligand 1，PD-L1）阳性[联合阳性分数（combined positive score，CPS）≥1]的初治转移或复发转移性TNBC的适应证成功获批；2025年1月，该适应证又被2024年版国家医保目录收录。考虑到TNBC患者长期以来的用药方案较为单一，而最新的TORCHLIGHT试验也已证实特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）在治疗中带来的良好获益，因此本研究基于TORCHLIGHT试验，利用三状态分区生存模型，从我国卫生体系角度出发，对特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）治疗转移性或复发性TNBC进行成本-效果分析，以期为临床用药提供参考。

1 资料与方法

1.1 目标人群

目标人群的入选标准与治疗措施与TORCHLIGHT试验（NCT04085276和NCT03777579）一致。受试人群的主要纳入标准为经组织学证实的TNBC患者、根据TNM临床分类法首诊为肿瘤Ⅳ期或不适合进行手术治疗的局部晚期TNBC以及一线化疗失败的患者；其他纳入标准包括：至少有1个基于实体瘤疗效评价标准（Response Evaluation Criteria in Solid Tumors，RECIST）v.1.1的可测量病灶，美国东部肿瘤协作组体力状态评分（Eastern Cooperative Oncology Group performance status，ECOG PS）为0或1分，器官功能正常。主要排除标准包括：有抗PD-1/PD-L1/PD-L2/细胞毒性T淋巴细胞相关抗原4（cytotoxic T lymphocyte-associated antigen-4，CTLA-4）治疗史，存在活动性或未经治疗的脑转移和活动性自身免疫性疾病，或有需要全身治疗的自身免疫性疾病病史。TORCHLIGHT试验入组患者共531例，其中特瑞普利单抗组353例、对照组178例。特瑞普利单抗组患者的中位年龄为53.0岁，对照组患者的中位年龄为54.5岁。入组患者中，处于M0期的人数占比为6.2%，处于M1期的人数占比为93.8%。

1.2 干预措施

两组患者均以21 d为1个用药周期，所有患者均在每周期的第1天静脉滴注特瑞普利单抗注射液240 mg[上海君实生物工程有限公司，国药准字S20191003，规格：80 mg（2 mL）/瓶]或安慰剂，每周期的第1天和第8天静脉滴注紫杉醇（白蛋白结合型）125 mg/m^2。假设所有患者均接受本研究方案治疗直至疾病进展（progressive disease，PD）或出现不可耐受的不良事件，之后患者接受后续治疗方案直至死亡。由于该研究并未公开后续治疗方案，根据中国临床肿瘤学会《乳腺癌诊疗指南（2023）》[6]，本研究假设所有患者均选择吉西他滨联合顺铂作为二线治疗方案，用药周期为28 d，在每周期的第1天和第8天静脉滴注吉西他滨1 000 mg/m^2，在每周期的第2天静脉滴注顺铂75 mg/m^2。

1.3 模型结构

分区生存模型是一种经济学模型，该模型通常基于临床试验报告的PFS曲线和OS曲线，将患者的健康状态划分为PFS、PD和死亡3个状态。生存曲线中的曲线下面积可用于估计效果和成本[7]。假设所有患者进入模型时均处于PFS状态，模型循环周期设为21 d，与给药周期保持一致。考虑到TNBC患者的5年预后较差，转移性复发概率高，且晚期TNBC的3年总生存率仅为22%～36%[8]，所以本研究设置模型模拟时限为10年。假设患者在每个周期中只能处于1种健康状态并接受相应的治疗，且PD状态以后的患者不能返回上一级健康状态。各周期中各健康状态下的患者人数由生存曲线计算得出，分区生存模型结构见图1。采用成本-效果分析法来分析两种方案的经济性，以质量调整生命年（quality-adjusted life year，QALY）作为模型产出指标，通过计算增量成本-效果比（incremental cost-effective ratio，ICER）并与本研究设定的意愿支付（willingness-to-pay，WTP）阈值比较，以判断方案的经济性。本研究采

用5%的年贴现率对成本及健康产出数据进行贴现处理[9]；以3倍我国2023年人均国内生产总值（gross domestic product，GDP）作为WTP阈值，即268 074元/QALY。

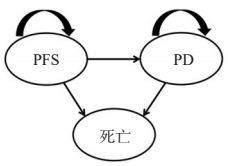


图1　分区生存模型

1.4　生存分析

本研究首先利用GetData 2.26软件从生存曲线中取点，然后利用R语言的生存分析数据包对患者个体水平数据进行重构，再对生存曲线进行相应的参数分布拟合，包括Exponential、Weibull、Gamma、Gompertz、Log-logistic和Log-normal分布等。最优拟合结果根据赤池信息准则（Akaike information criterion，AIC）和贝叶斯信息准则（Bayesian information criterion，BIC）判断，再根据分布参数计算患者的长期生存函数。不同生存曲线拟合分布的AIC、BIC值见表1，最优拟合分布和参数见表2。

表1　不同生存曲线拟合分布的AIC、BIC值

生存曲线	模型准则	Exponential分布	Gamma分布	Gompertz分布	Weibull分布	Log-logistic分布	Log-normal分布
特瑞普利单抗组PFS曲线	AIC	1 406.278	1 399.221	1 407.732	1 403.818	1 380.926	1 371.448
	BIC	1 410.144	1 406.954	1 415.465	1 411.551	1 388.659	1 379.180
对照组PFS曲线	AIC	769.881	760.154	771.880	765.026	747.074	745.053
	BIC	773.062	766.517	778.244	771.390	753.437	751.417
特瑞普利单抗组OS曲线	AIC	1 293.996	1 286.910	1 295.167	1 291.568	1 267.686	1 259.959
	BIC	1 297.863	1 294.643	1 302.900	1 299.301	1 275.419	1 267.692
对照组OS曲线	AIC	712.599	700.883	714.586	706.512	686.976	683.784
	BIC	715.781	707.246	720.950	712.875	693.340	690.148

表2　生存曲线最优拟合分布和参数

生存曲线	最优拟合分布	形状参数	尺寸参数
特瑞普利单抗组PFS曲线	Log-normal	2.475 7	1.091 4
对照组PFS曲线	Log-normal	2.252 0	0.960 0
特瑞普利单抗组OS曲线	Log-normal	3.765 3	1.092 2
对照组OS曲线	Log-normal	3.448 5	0.967 2

1.5　成本和效用数据

本研究从我国卫生体系角度出发，故只考虑直接医疗成本，包括药品成本、药品管理成本、疾病管理成本及不良反应处理成本。根据《中国居民营养与慢性病状况报告（2020）》，我国女性平均身高为158 cm，平均体重为59 kg，算得我国女性平均体表面积为1.62 m^2[10]，本研究据此计算药物的治疗成本。药品成本为药智网2021—2024年全国各省市药品挂网与中标价格的中位值，药品管理成本包含门诊费、静脉输液费；疾病管理成本包括护理费、床位费、肿瘤影像学检查费和实验室检查费。根据TORCHLIGHT试验的不良反应统计结果，本研究仅考虑≥3级且发生率＞20%的不良反应。考虑到患者治疗过程中发生不良反应时，医生会进行换药处理，故本研究中不良反应处理成本仅计入1次。药品不良反应发生率来自TORCHLIGHT试验，药品管理成本和不良反应处理成本均来源于已发表文献[11—15]，PFS、PD状态的效用值和不良反应的负效用值来自文献[14—15]。模型参数及分布见表3。

表3　模型参数及其分布

参数	基线值	下限	上限	分布	来源
药品成本					
特瑞普利单抗/（元/80 mg）	812.88	650.30	975.46	Gamma	药智网
紫杉醇（白蛋白结合型）/（元/100 mg）	698.00	558.40	837.60	Gamma	药智网
吉西他滨/（元/200 mg）	59.98	47.98	71.98	Gamma	药智网
顺铂/（元/10 mg）	9.32	7.46	11.18	Gamma	药智网
药品管理成本/（元/次）					
门诊费	15.00	12.00	18.00	Gamma	文献[11]
静脉输液费	8.00	6.40	9.60	Gamma	文献[11]
疾病管理成本					
护理费/（元/d）	20.00	16.00	24.00	Gamma	文献[11]
床位费/（元/d）	40.00	32.00	48.00	Gamma	文献[11]
实验室检查费/（元/周期）	200.96	160.77	241.15	Gamma	文献[11]
肿瘤影像学检查费/（元/周期）	752.40	601.92	902.88	Gamma	文献[12]
不良反应处理成本/元					
白细胞计数下降	7 845.00	5 883.75	9 806.25	Gamma	文献[13]
中性粒细胞计数下降	3 375.00	2 455.74	3 683.60	Gamma	文献[13]
效用					
PFS状态	0.850	0.810	0.890	Beta	文献[14]
PD状态	0.685	0.655	0.715	Beta	文献[14]
白细胞计数下降	−0.090	−0.113	−0.068	Beta	文献[15]
中性粒细胞下降	−0.100	−0.110	−0.090	Beta	文献[15]
贴现率/%	5	0	8	Beta	文献[14]

1.6　敏感性分析

本研究采用单因素敏感性分析和概率敏感性分析，以验证模型结果的稳健性。单因素敏感性分析用于评估单个变量对结果指标ICER影响的大小，结果采用旋风图表示[16]。概率敏感性分析考虑了各模型参数变化对结果的影响，先对不同的参数按预先设置的特定分布进行计算，再通过1 000次蒙特卡罗模拟迭代，获得成本-效果散点图和成本-效果可接受曲线。用于敏感性分析的参数的变化范围和分布类型见表3。

2　结果

2.1　基础分析结果

基础分析结果显示，在本研究模拟时限内，相较于安慰剂+紫杉醇（白蛋白结合型）方案，特瑞普利单抗+紫杉醇（白蛋白结合型）方案的增量效果为0.568 QALYs，增量成本为100 207.59元，ICER为176 347.17元/QALY，低于本研究设定的WTP阈值（268 074元/QALY），所以特瑞普利单抗+紫杉醇（白蛋白结合型）对比安慰剂+紫杉醇（白蛋白结合型）方案治疗转移性或复发性TNBC具有经济性。结果见表4。

2.2　敏感性分析结果

单因素敏感性分析结果见图2。由图2可知，特瑞普利单抗注射液价格、贴现率、PFS状态效用值以及紫杉

表4　基础分析结果

方案	成本/元	效果/QALYs	增量成本/元	增量效果/QALYs	ICER/（元/QALY）
特瑞普利单抗+紫杉醇(白蛋白结合型)	276 826.35	2.450	100 207.59	0.568	176 347.17
安慰剂+紫杉醇(白蛋白结合型)	176 618.77	1.880			

醇（白蛋白结合型）价格对结果影响较大，其他参数如PD状态效用值、二线治疗药物成本、护理费、床位费等对结果的影响较小。所有参数的变化并未使结果发生翻转，表明基础分析结果较为稳健。

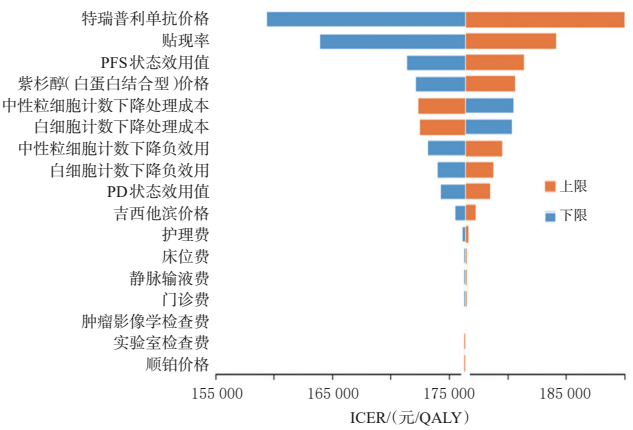


图2　单因素敏感性分析的旋风图

概率敏感性分析通过1 000次蒙特卡罗模拟，得到特瑞普利单抗+紫杉醇（白蛋白结合型）方案对比安慰剂+紫杉醇（白蛋白结合型）方案的成本-效果可接受曲线和成本-效果散点图，分析结果分别见图3、图4。如图3所示，在3倍人均GDP的WTP阈值水平下，特瑞普利单抗+紫杉醇（白蛋白结合型）方案具有经济性的概率为85.5%，且该概率随着WTP阈值的增加而逐渐升高：当WTP阈值降至180 000元/QALY时，该方案具有经济性的概率仍超过50%。概率敏感性分析结果也提示基础分析结果稳定，表明模型稳定性良好。

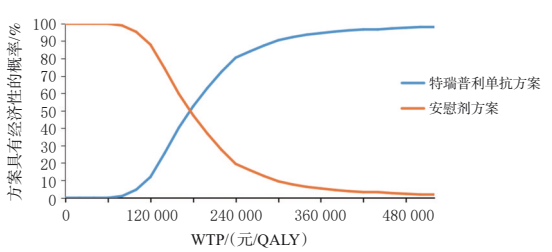


图3　成本-效果可接受曲线

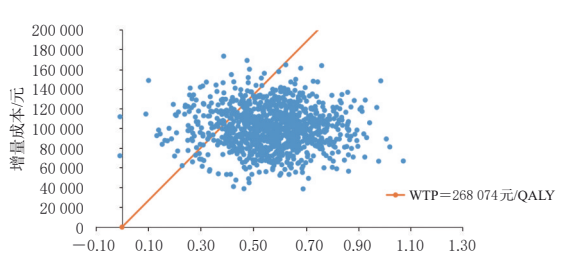


图4　成本-效果平面散点图

3　讨论

TNBC恶性程度高、预后差、总体治疗手段有限。近年来免疫治疗的巨大成功对TNBC的治疗具有重大意义[17]。特瑞普利单抗的关键性临床研究TORCHLIGHT试验，是国内首个在晚期TNBC免疫治疗领域取得阳性结果的3期临床试验[5]。本研究利用该研究数据，结合相关文献及国内医疗资源现状，对特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）治疗转移性或复发性TNBC的经济性进行了分析。PD-L1单抗类药物经国谈后已大幅降价，特瑞普利单抗的价格降幅超过60%。本研究结果显示，与安慰剂联合紫杉醇（白蛋白结合型）相比，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案虽然成本更高，但获得的效果更好，表明特瑞普利单抗给患者带来了更多的临床获益，在以3倍我国2023年人均GDP为WTP阈值时，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案更具经济性。单因素敏感性分析显示，特瑞普利单抗价格是影响ICER的重要因素。现如今特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）治疗转移性或复发性TNBC的适应证已在我国获批，并已被纳入医保目录，TNBC患者的治疗负担将进一步减轻。

除此之外，资料显示，在TORCHLIGHT试验未公开最终数据时，便已有英文文献研究了特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案治疗转移性或复发性TNBC的经济性[18]。由于该文献发表时间较早，缺少试验的不良反应具体数据以及处理成本，针对其不足，本文选取最新的药品价格以及不良反应处理成本进行分析，使得研究结果更符合当前决策环境。但本研究尚存在不足之处：（1）本研究通过参数法外推生存曲线可能会增加模型的不确定性。（2）本研究仅纳入了3级及以上且发生率较高的不良反应，可能会与实际结果存在部分差异。（3）本研究假设患者在PD后使用吉西他滨加顺铂的方案进行二线治疗，但在真实诊疗环境中，二线治疗方案可能因患者个体差异而不同。不过单因素敏感性分析结果显示，不良反应处理成本及二线治疗成本对本研究方案的经济性影响甚微，因此本研究结果依然具有稳健性。

综上所述，在以3倍我国2023年人均GDP作为WTP阈值的前提下，相比于安慰剂联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案，特瑞普利单抗联合紫杉醇（白蛋白结合型）方案治疗转移性或复发性TNBC具有经济性，是TNBC患者的良好选择。

参考文献

[1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.

[2] 孙晓萌，高社干. 三阴性乳腺癌的临床治疗现状及新进展[J]. 实用癌症杂志，2020，35(6)：1037-1039.
SUN X M，GAO S G. Current situation and new progress of clinical treatment of triple negative breast cancer[J]. Pract J Cancer，2020，35(6)：1037-1039.

[3] ZHOU C C，WANG Z P，SUN Y P，et al. Sugemalimab versus placebo，in combination with platinum-based chemotherapy，as first-line treatment of metastatic non-small-cell lung cancer（GEMSTONE-302）：interim and final analyses of a double-blind，randomised，phase 3 clinical trial[J]. Lancet Oncol，2022，23(2)：220-233.

[4] 张大猛，陈美宇，徐静，等. PD-1/PD-L1小分子抑制剂研究进展[J]. 中国药业，2024，33(12)：1-6.
ZHANG D M，CHEN M Y，XU J，et al. Research progress on small molecule inhibitors of PD-1/PD-L1[J]. China Pharm，2024，33(12)：1-6.

[5] JIANG Z F，OUYANG Q C，SUN T，et al. Toripalimab plus nab-paclitaxel in metastatic or recurrent triple-negative breast cancer：a randomized phase 3 trial[J]. Nat Med，2024，30(1)：249-256.

[6] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会. 中国临床肿瘤学会（CSCO）乳腺癌诊疗指南：2023[M]. 北京：人民卫生出版社，2023：83-104.
Guidelines Working Committee of Chinese Society of Clinical Oncology. Chinese Society of Clinical Oncology（CSCO）guidelines for the diagnosis and treatment of breast cancer 2023[M]. Beijing：People's Health Press，2023：83-104.

[7] LEVY-PIEDBOIS C，DURAND-ZALESKI I，JUHEL H，et al. Cost-effectiveness of second-line treatment with irinotecan or infusional 5-fluorouracil in metastatic colorectal cancer[J]. Ann Oncol，2000，11(2)：157-161.

[8] 张英，张晨阳，万冬桂. 早期三阴性乳腺癌新辅助和辅助治疗后强化治疗进展[J]. 中日友好医院学报，2023，37(1)：31-34.
ZHANG Y，ZHANG C Y，WAN D G. Progress in intensive treatment of early triple-negative breast cancer after neoadjuvant and adjuvant therapy[J]. J China Jpn Friendsh Hosp，2023，37(1)：31-34.

[9] 刘国恩. 中国药物经济学评价指南导读2022[M]. 北京：中国市场出版社，2022：65-66.
LIU G E. China guidelines for pharmacoeconomic evaluation 2022[M]. Beijing：China Market Press，2022：65-66.

[10] 国家卫生健康委员会. 中国居民营养与慢性病状况报告：2020年[J]. 营养学报，2020，42(6)：521.
National Health Commission. Report on nutrition and chronic diseases in China：2020[J]. Chin J Nutr，2020，42(6)：521.

[11] 齐冉. 帕博利珠单抗联合化疗方案一线治疗晚期三阴性乳腺癌的药物经济学评价[D]. 石家庄：河北医科大学，2023.
QI R. Pharmacoeconomic evaluation of pembrolizumab plus chemotherapy regimens for the first-line treatment of advanced triple-negative breast cancer[D]. Shijiazhuang：Hebei Medical University，2023.

[12] 黄小婷. 阿特珠单抗联合白蛋白结合型紫杉醇一线治疗晚期三阴性乳腺癌的成本-效用分析[D]. 福州：福建医科大学，2020.
HUANG X T. Cost-effectiveness analysis of atezolizumab combined with albumin-bound paclitaxel in the first-line treatment of advanced triple negative breast cancer[D]. Fuzhou：Fujian Medical University，2020.

[13] 凡雪. 基于分区生存模型的信迪利单抗在晚期或转移性食管癌治疗中的药物经济学评价与应用[D]. 合肥：安徽医科大学，2023.
FAN X. Pharmacoeconomic evaluation and application of sintilimab in the treatment of advanced or metastatic esophageal cancer based on zonal survival model[D]. Hefei：Anhui Medical University，2023.

[14] 张森，贾才凤，徐浩，等. 优替德隆联合卡培他滨二线治疗转移性乳腺癌的药物经济学评价[J]. 中国现代应用药学，2023，40(19)：2732-2737.
ZHANG S，JIA C F，XU H，et al. Pharmacoeconomics evaluation of utidelone combined with capecitabine in the second-line treatment of metastatic breast cancer[J]. Chin J Mod Appl Pharm，2023，40(19)：2732-2737.

[15] WANG L，LIU L L，ZHANG Z，et al. Cost-effectiveness of sacituzumab govitecan versus single-agent chemotherapy for patients with metastatic triple-negative breast cancer in China[J]. Clin Breast Cancer，2024，24(7)：e545-e553.

[16] 朱晓晨，王春萍，郑彧，等. 两性霉素B脂质体经验性治疗侵袭性真菌感染的药物经济学评价[J]. 临床药物治疗杂志，2023，21(11)：12-19.
ZHU X C，WANG C P，ZHENG Y，et al. Pharmacoeconomic evaluation of liposomal amphotericin B in empiric treatment of invasive fungal infections[J]. Clin Med J，2023，21(11)：12-19.

[17] 陈碧薇. 三阴乳腺癌免疫检查点抑制剂联合化疗有效性及安全性的Meta分析[D]. 张家口：河北北方学院，2021.
CHEN B W. Effect and safety of immune checkpoint inhibitors combined with chemotherapy in triple negative breast cancer：a meta-analysis[D]. Zhangjiakou：Hebei North University，2021.

[18] SHAO J B，ZHAN C P，JIN C X，et al. Cost-effectiveness analysis of toripalimab for metastatic or recurrent triple-negative breast cancer[J]. Front Oncol，2024，13：1268584.

（收稿日期：2024-07-17　修回日期：2025-01-08）
（编辑：孙　冰）