DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20263164

·论著·

异基因造血干细胞移植患者医院感染的经济负担及 DRG 付费方式的调节作用

王　莹[1],金美娟[1],丁　蔚[1],沈耀耀[2],伍志鹏[3],朱艳霞[4]
(苏州大学附属第一医院 1. 感染管理处;2. 血液科;3. 医保办公室;4. 教育培训处,江苏 苏州　215006)

[摘　要] **目的**　评估异基因造血干细胞移植(allo-HSCT)患者医院感染现状及经济负担,探究疾病诊断相关分组(DRG)在医院感染与住院费用之间的调节作用。**方法**　回顾性研究 2024 年苏州大学附属第一医院接受 allo-HSCT 的患者,采用倾向性评分匹配(PSM)平衡医院感染组(感染组)与非医院感染组(对照组)的混杂因素,比较两组患者的住院日数及住院费用差异。采用广义线性模型分析医院感染、DRG 付费方式及其交互项对住院费用的影响。**结果**　共纳入 587 例患者,医院感染发病率为 24.02%。匹配后纳入 139 对患者。感染组患者的平均住院总费用为 28.21 万元,高于对照组的 25.63 万元($P<0.001$),其中药品费用差异最大,为 1.76 万元。感染部位以血液为主;腹部和消化道感染所致经济负担最重(平均住院总费用为 29.49 万元)。DRG 付费组与非 DRG 付费组患者在住院日数、年龄等方面达到组间均衡(均 $P>0.05$)。调节效应分析显示,DRG 付费与医院感染存在显著交互作用($\beta=-0.165$,$P=0.007$),表明 DRG 能显著降低医院感染对住院费用的影响。在非 DRG 付费组中,医院感染导致住院费用增加 24.0%;而在 DRG 付费组中,费用仅增加 5.1%。**结论**　allo-HSCT 患者医院感染发病率高,所致经济负担重。DRG 付费方式能有效削弱医院感染导致的费用增长。

[关　键　词] 医院感染;经济负担;疾病诊断相关分组;调节效应;异基因造血干细胞移植
[中图分类号] R197.323.4

Economic burden of healthcare-associated infection in patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation and moderating effect of DRG payment methods

WANG Ying[1], *JIN Meijuan*[1], *DING Wei*[1], *SHEN Yaoyao*[2], *WU Zhipeng*[3], *ZHU Yanxia*[4]
(1. *Department of Infection Management*; 2. *Department of Hematology*; 3. *Medical Insurance Office*; 4. *Department of Education and Training*, *The First Affiliated Hospital of Soochow University*, *Suzhou* 215006, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To assess the current status and economic burden of healthcare-associated infection (HAI) in patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation (allo-HSCT), and to explore the moderating role of diagnosis-related group (DRG) in HAI and hospitalization expense. **Methods**　A retrospective study was conducted on patients who received allo-HSCT at the First Affiliated Hospital of Soochow University in 2024. Propensity score matching was used to balance the confounding factors of HAI group (infection group) and non-HAI group (control group), and differences in length of hospital stay and hospitalization expense were compared between the two groups. A generalized linear model was used to analyze the impact of HAI, DRG payment methods and their interaction terms on hospitalization expense. **Results**　A total of 587 patients were included in the analysis, and

[收稿日期]　2025－10－30
[基金项目]　国家自然科学基金面上项目(72574107);江苏省医院协会医院管理创新研究重点基金资助项目(JSYGY-2－2024－249);江苏省医院协会医院管理创新研究基金资助项目(JSYGY-3－2023－111)
[作者简介]　王莹(1995－),女(汉族),江苏省泰州市人,助理研究员,主要从事医院管理、医院感染管理研究。
[通信作者]　朱艳霞　　E-mail:1048043400@qq.com

the incidence rate of HAI was 24.02%. After matching, 139 pairs of patients were included. The average total hospitalization expense of patients in infection group was 282 100 Yuan, which was higher than the 256 300 Yuan for the control group ($P<0.001$), with the largest difference in drug expense at 17 600 Yuan. The main infection site was bloodstream. The economic burden caused by abdominal and digestive tract infection was the heaviest (with an average total hospitalization expense of 294 900 Yuan). Patients in DRG and non-DRG payment groups were balanced between groups in terms of length of hospital stay, age, *etc*. (all $P>0.05$). The moderating effect analysis revealed a significant interaction between DRG payment and HAI ($\beta=-0.165$, $P=0.007$), indicating that DRG could significantly reduce the impact of HAI on hospitalization expense. In non-DRG payment group, HAI resulted in a 24.0% increase in hospitalization expense; while in DRG payment group, the expense only increased by 5.1%. **Conclusion** The incidence of HAI in patients undergoing allo-HSCT is high, and the economic burden is heavy. The DRG payment method can effectively reduce the expense increase caused by HAI.

[**Key words**] healthcare-associated infection; economic burden; diagnosis-related group; moderating effect; allogeneic hematopoietic stem cell transplantation

异基因造血干细胞移植(allogeneic hematopoietic stem cell transplantation, allo-HSCT)是治疗多种恶性血液病的有效方式[1],可显著改善患者生存[2]。然而,年龄、急性移植物抗宿主病(acute graft-versus-host disease, aGVHD)、巨细胞病毒(cytomegalovirus, CMV)感染等因素[3-4]仍影响患者的疗效与预后。allo-HSCT 患者术后处于骨髓抑制期,免疫功能低下,相较于免疫功能正常者更易发生感染,包括血流感染[5]、呼吸道感染[6]及胃肠道感染[7]等。感染不仅降低 allo-HSCT 患者的生存质量,还通过延长住院时间及增加抗感染药物使用,加重其经济负担。疾病诊断相关分组(diagnosis-related group, DRG)是以出院诊断和诊疗过程为基础,依据患者病情相似性及资源消耗因素进行分组管理[8],并实行按病组定额预付费的制度[9],即当住院费用高于支付标准时,超出部分由医院承担。当前,国内研究多基于 DRG 量化感染经济负担以识别高风险病组[10],或采用倾向性评分匹配法(propensity score matching, PSM)评估医院感染所致的经济负担。然而,尚未有研究将 DRG 支付方式作为调节变量,探讨其在减轻医院感染患者经济负担方面的作用。因此,本研究拟采用 PSM 方法,在控制混杂因素后评估 allo-HSCT 患者发生医院感染所致的直接医疗经济负担;进而探究 DRG 付费方式在医院感染与住院总费用之间所起的调节作用,为合理控制感染成本、优化 DRG 分组提供依据,并为针对性地落实感染防控措施、降低感染经济负担提供参考。

1 对象与方法

1.1 *研究对象* 选取苏州大学附属第一医院 2024 年 1 月 1 日—12 月 31 日出院的 allo-HSCT 患者为研究对象。排除标准:(1)非首次接受 allo-HSCT;(2)合并心脏、肾脏等严重脏器功能障碍;(3)存在除血液肿瘤以外的其他恶性肿瘤病史;(4)信息不完整。

1.2 *研究方法* 基于电子病历系统和医院感染管理系统回顾性收集患者的人口学信息、临床信息和费用数据。感染病例诊断参照《医院感染诊断标准(试行)》[11],依据是否发生医院感染对患者进行分组。为保证组间均衡可比,采用 PSM 对混杂变量(包括年龄、性别、基础疾病、供体类型等)进行近邻不放回 1∶1 匹配,卡钳值设置为 0.05,保留匹配后的医院感染组(感染组)与非医院感染组(对照组)进行后续研究。

1.3 *基于广义线性模型的调节作用* 调节作用是探究多个变量间关系的重要手段。当因变量 Y 与自变量 X 之间的关系随着另一个变量 M 的变化而变化时,M 被称为调节变量,即 M 在 Y 和 X 之间起调节作用[12]。广义线性模型通过引入链接函数将线性预测值与响应变量的期望值相连接,并假设响应变量服从指数族分布,适用于本文因变量非正态分布的情况。基本公式如下:

$$g(E[Y])=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots\beta_jX_j+\varepsilon$$

其中,g(·)是链接函数,本文中使用对数链接。基于广义线性模型的调节效应检验可以通过以下回归方程实现:

$$log(E[Y])=\beta_0+\beta_1X+\beta_2M+\beta_3X\times M$$

如果系数 β_3 显著,则认为 M 的调节效应显著。调节效应的概念与影响路径见图 1。

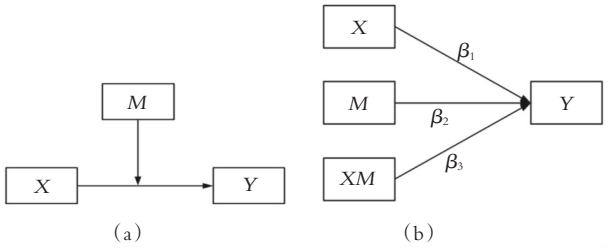


图 1　调节效应的概念图和基本路径

Figure 1　Conceptual diagram and basic path of moderating effect

当前，我国尚未实现跨省异地就医的 DRG 结算。该院血液科作为国家重点专科，在全国具有较高的知名度与影响力，省外患者占比较大。因此，医院对省内患者基于省级统一平台采取 DRG 结算方式，对省外患者则采取非 DRG 结算方式。这一结算方式的差异构成了本研究 DRG 付费分组的主要依据：省内患者 DRG 付费方式赋值为 1，省外患者赋值为 0。为保证 DRG 付费方式调节效应分析的有效性，避免因组间基线特征不均衡而产生偏倚，本研究首先对 DRG 付费组与非 DRG 付费组中可能影响住院总费用的关键因素进行均衡性检验，进而构建广义线性模型以检验 DRG 付费方式在医院感染与住院总费用之间的调节作用，从而合理评估 DRG 付费方式在应对医院感染等负性事件时的经济韧性。

1.4　*统计学方法*　应用 Stata 17.0 软件进行数据处理与分析。正态计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，采用 t 检验进行比较；计数资料以频数和百分比表示，采用卡方检验进行比较；非正态计量资料如住院日数及费用以中位数（四分位数）[$M(P_{25}, P_{75})$]表示，采用非参数 *Mann-Whitney U* 检验进行比较。采用广义线性模型评估 DRG 付费方式在医院感染对住院费用影响中的调节作用。检验水准 $\alpha = 0.05$（双侧检验）。

2　结果

2.1　*医院感染情况*　共纳入 587 例 allo-HSCT 患者，其中发生医院感染 141 例，142 例次，医院感染发病率为 24.02%，例次发病率为 24.19%。医院感染部位主要为血液（40.14%），其次为呼吸道（33.80%）。共检出病原体 381 株，其中革兰阴性菌 293 株（76.90%），革兰阳性菌 78 株（20.47%），真菌 10 株（2.63%）。革兰阴性菌中以肺炎克雷伯菌（25.72%）和大肠埃希菌（24.93%）为主；革兰阳性菌中以屎肠球菌为主（9.45%）。见表 1、2。

表 1　allo-HSCT 患者医院感染部位分布

Table 1　Distribution of HAI sites in patients undergoing allo-HSCT

感染部位	例次数	构成比（%）
血液	57	40.14
呼吸道	48	33.80
腹部和消化道	20	14.09
皮肤和软组织	4	2.82
泌尿道	3	2.11
其他部位	10	7.04
合计	142	100

表 2　allo-HSCT 患者医院感染病原体分布

Table 2　Pathogen distribution in patients with HAI undergoing allo-HSCT

病原体	株数	构成比（%）
肺炎克雷伯菌	98	25.72
大肠埃希菌	95	24.93
屎肠球菌	36	9.45
铜绿假单胞菌	31	8.14
粪肠球菌	21	5.51
产酸克雷伯菌	16	4.20
阴沟肠杆菌	15	3.94
嗜麦芽窄食单胞菌	14	3.68
缓症链球菌	8	2.10
新洋葱伯克霍尔德菌	7	1.84
鲍曼不动杆菌	5	1.31
念珠菌	5	1.31
鹑鸡肠球菌	4	1.05
其他病原体	26	6.82
合计	381	100

注：其他病原体包括弗氏柠檬酸杆菌 4 株；人葡萄球菌、星状丝孢酵母、解甘露醇罗尔斯顿菌各 3 株；表皮葡萄球菌、产气肠杆菌、多噬伯克霍尔德菌、杰氏棒状杆菌、溶血葡萄球菌各 2 株；星状毛孢子菌、茄病镰刀菌复合群、皮氏不动杆菌各 1 株。

2.2　*PSM 后两组基本情况*　PSM 后纳入 139 对患者，其中男性 152 例，女性 126 例，平均年龄为（42.98 ± 13.12）岁，两组患者的性别、年龄、基础疾病、供体类型、预处理方式等变量比较，差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）。见表 3。

表 3 PSM 后感染组与对照组患者基本情况比较

Table 3 Comparison of basic information between patients in infection group and control group after PSM

项目	感染组(n = 139)	对照组(n = 139)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	43.10 ± 13.30	42.86 ± 12.98	0.155	0.877
性别[例(%)]			0.232	0.630
男	78(56.12)	74(53.24)		
女	61(43.88)	65(46.76)		
基础疾病[例(%)]			0.001	0.999
恶性血液病	131(94.24)	131(94.24)		
非恶性血液病	8(5.76)	8(5.76)		
亲缘供者[例(%)]			1.532	0.216
是	99(71.22)	108(77.70)		
否	40(28.78)	31(22.30)		
供体类型[例(%)]			5.908	0.116
同胞全相合	2(1.44)	6(4.32)		
无关全相合	32(23.02)	20(14.39)		
同胞不全相合	4(2.88)	2(1.44)		
半相合	101(72.66)	111(79.85)		
预处理方式[例(%)]			0.680	0.712
清髓性	122(87.77)	126(90.65)		
减低毒性清髓	15(10.79)	11(7.91)		
非清髓性	2(1.44)	2(1.44)		
供者性别[例(%)]			0.895	0.344
男	98(70.50)	105(75.54)		
女	41(29.50)	34(24.46)		
医保类型[例(%)]			1.605	0.448
职工医保	90(64.75)	98(70.50)		
居民医保	48(34.53)	39(28.06)		
其他类型	1(0.72)	2(1.44)		

2.3 两组患者住院日数及住院费用比较 感染组与对照组患者的住院日数比较,差异无统计学意义(P = 0.332)。感染组患者的住院总费用中位数较对照组增加 2.58 万元,差异有统计学意义(P < 0.001)。感染组患者的医疗类、药品类、耗材类和检查化验类费用均高于对照组,差异均有统计学意义(均 P < 0.05);其中药品类费用差值最大,感染组较对照组患者增加 1.76 万元,差异有统计学意义(P = 0.001)。见表 4。

表 4 感染组与对照组患者住院日数及住院费用比较

Table 4 Comparison of length of hospital stay and hospitalization expense between patients in infection group and control group

项目	感染组(n = 139)	对照组(n = 139)	中位数差值	Z	P
住院日数[$M(P_{25}, P_{75})$,d]	29(26, 32)	28(26, 31)	1	0.969	0.332
住院总费用[$M(P_{25}, P_{75})$,万元]	28.21(24.92, 35.24)	25.63(22.52, 29.18)	2.58	4.456	<0.001
医疗类费用	4.76(3.81, 6.02)	4.08(3.40, 4.97)	0.68	3.634	<0.001
药品类费用	16.92(14.31, 21.02)	15.16(12.94, 18.76)	1.76	3.329	0.001
耗材类费用	2.09(1.82, 2.48)	1.93(1.77, 2.17)	0.16	2.991	0.003
检查化验类费用	2.83(2.13, 4.02)	2.30(1.93, 3.00)	0.53	4.090	<0.001
护理类费用	0.83(0.73, 0.89)	0.82(0.73, 0.88)	0.01	0.096	0.923

2.4　不同感染部位患者住院日数与住院费用比较　感染组 139 例患者中，血流感染 56 例(40.29%)，呼吸道感染 48 例(34.53%)，腹部和消化道感染 18 例(12.95%)，占比为前 3 位。与对照组相比，腹部和消化道感染患者的住院费用差值最大，增加 3.86 万元，差异有统计学意义($P=0.009$)；其次为血流感染，增加 3.58 万元，差异有统计学意义($P<0.001$)。血流感染、腹部和消化系统感染患者的药品类费用均高于对照组，差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)；呼吸道感染患者与对照组之间的药品类费用比较，差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5、6。

表 5　居前 3 位感染部位的医院感染患者与对照组的住院总费用比较(万元)

Table 5　Comparison of total hospitalization expense between HAI patients with top 3 infection sites and patients in control group (10 000 Yuan)

组别	住院总费用[$M(P_{25}, P_{75})$]	中位数差值	Z	P
感染组($n=139$)				
血液($n=56$)	29.21(25.14, 36.15)	3.58	3.834	<0.001
呼吸道($n=48$)	27.54(24.06, 34.15)	1.91	2.338	0.019
腹部和消化道($n=18$)	29.49(25.96, 35.49)	3.86	2.617	0.009
对照组($n=139$)	25.63(22.52, 29.18)	/	/	/

注：/表示无数据。

表 6　居前 3 位感染部位的医院感染患者与对照组的药品类费用比较(万元)

Table 6　Comparison of drug expense between HAI patients with top 3 infection sites and patients in control group (10 000 Yuan)

组别	药品类费用[$M(P_{25}, P_{75})$]	中位数差值	Z	P
感染组($n=139$)				
血液($n=56$)	17.01(14.47, 22.03)	1.85	2.913	0.004
呼吸道($n=48$)	16.19(14.11, 19.44)	1.03	1.296	0.195
腹部和消化道($n=18$)	18.34(14.54, 22.00)	3.18	2.207	0.027
对照组($n=139$)	15.16(12.94, 18.76)	/	/	/

注：/表示无数据。

2.5　DRG 付费方式的调节作用　表 7 显示，DRG 付费组与非 DRG 付费组患者在年龄、住院日数、性别、基础疾病及供体类型等方面达到组间均衡(均 $P>0.05$)。在此基础上，以住院总费用为因变量，以医院感染(1=发生，0=未发生)、DRG 付费方式(1=是，0=否)及两者的交互项为自变量，分别构建回归模型。模型 1 显示，医院感染患者的住院费用是对照组患者的 1.127 倍($\beta=0.120$，$P<0.001$)；在纳入 DRG 付费方式后，模型 2 表明，医院感染患者住院费用是对照组患者的 1.097 倍($\beta=0.093$，$P=0.001$)，DRG 结算患者的住院总费用比非 DRG 结算患者低 14.0%($\beta=-0.151$，$P<0.001$)。模型 3 引入了医院感染与 DRG 付费方式的交互项，结果显示，在非 DRG 付费患者中，医院感染使住院总费用增加 24.0%($\beta=0.215$，$P<0.001$)；在 DRG 付费患者中，医院感染使住院总费用增加 5.1%($\beta=0.050$，$P<0.001$)。交互项系数为 −0.165，差异具有统计学意义($P=0.007$)，表明 DRG 付费方式对医院感染与住院总费用之间的关系具有调节效应，即 DRG 付费削弱了医院感染对费用的提升作用。见表 8、图 2。

表 7 不同 DRG 付费方式患者基本情况比较

Table 7 Comparison of basic information of patients with different DRG payment methods

项目	DRG 付费(n = 202)	非 DRG 付费(n = 76)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	43.01 ± 13.43	42.88 ± 12.33	0.940	0.530
住院日数[$M(P_{25}, P_{75})$,d]	28(26,31)	28(25,32)	0.412	0.680
性别[例(%)]			1.445	0.229
男	106(52.48)	46(60.53)		
女	96(47.52)	30(39.47)		
基础疾病[例(%)]			0.630	0.427
恶性血液病	189(93.56)	73(96.05)		
非恶性血液病	13(6.44)	3(3.95)		
供体类型[例(%)]			3.688	0.297
同胞全相合	8(3.96)	0(0)		
无关全相合	36(17.82)	16(21.05)		
同胞不全相合	5(2.48)	1(1.32)		
半相合	153(75.74)	59(77.63)		

表 8 DRG 付费方式在医院感染与住院总费用之间的调节作用

Table 8 Moderating effect of DRG payment method on the relationship between HAI and total hospitalization expense

变量	模型 1			模型 2			模型 3		
	β	Z	P	β	Z	P	β	Z	P
医院感染	0.120	4.239	<0.001	0.093	3.401	0.001	0.215	4.124	<0.001
DRG 付费方式				−0.151	−4.921	<0.001	−0.053	−1.129	0.259
医院感染×DRG 付费方式							−0.165	−2.711	0.007
住院日数	0.013	4.591	<0.001	0.014	5.041	<0.001	0.014	5.217	<0.001
性别(参照组:男)	−0.052	−1.804	0.071	−0.043	−1.576	0.115	−0.046	−1.710	0.087
年龄	−0.001	−0.782	0.434	−0.001	−0.679	0.497	−0.001	−0.898	0.369
基础疾病(参照组:恶性血液病)	0.025	0.408	0.683	0.046	0.773	0.439	0.044	0.763	0.445
供体类型(参照组:同胞全相合)									
无关全相合	0.150	1.679	0.093	0.113	1.325	0.185	0.117	1.391	0.164
同胞不全相合	0.206	1.620	0.105	0.185	1.523	0.128	0.219	1.831	0.067
半相合	0.120	1.421	0.155	0.080	0.994	0.320	0.088	1.112	0.266
AIC	8.718		8.721	8.727					

注:广义线性模型中链接函数使用的是对数链接,需要对系数取指数[exp(β)]解释变量对住院总费用的影响。AIC 为赤池信息量准则。

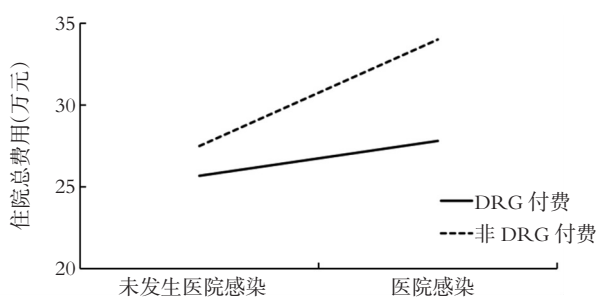


图 2 DRG 付费方式在医院感染与住院总费用之间的调节作用

Figure 2 Moderating effect of DRG payment method on the relationship between HAI and total hospitalization expense

3 讨论

allo-HSCT 是临床广泛应用于治疗恶性血液病的有效手段,感染是 allo-HSCT 患者短期内死亡的首要因素[13]。研究[14]显示,allo-HSCT 患者的感染发病率为 24.02%,远高于 2024 年报告的全国医院感染现患率(1.27%)及血液病科医院感染现患率(5.34%)。由于 allo-HSCT 患者造血能力和免疫功能恢复缓慢,相较于其他疾病更易发生感染,既往研究[15]报道,儿童 allo-HSCT 患者早期感染发病率

高达 42.61%，进一步证实了 allo-HSCT 的高感染风险。

国内研究[16]显示，allo-HSCT 患者发生医院感染的主要病原体为革兰阴性菌，以肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌为主，本文研究结果与其相似。此外，本研究发现感染部位以血液及呼吸道为主，分别占比 40.14%、33.80%。呼吸道感染是常见的感染类型，年龄、合并肺部疾病、免疫能力低下等均为其危险因素[17]。血流感染是 allo-HSCT 患者严重的并发症，与移植后高病死率密切相关[18]。国外研究报道，allo-HSCT 患者的血流感染发病率约 27%[5]，同胞 allo-HSCT 血流感染发病率约 23.5%[19]，均高于本文的 9.71%。可能与不同国家血流感染的诊断标准不一致、人群遗传背景差异等因素有关。

本研究发现，医院感染导致 allo-HSCT 患者住院费用增加 2.58 万元，药品费是主要差异来源。表观遗传调控药物、靶向药物及免疫药物是治疗恶性血液病的重要方式[20]，价格昂贵，在提高疗效的同时也增加了药物治疗成本。一旦发生感染，患者需要使用抗细菌、抗真菌、抗病毒等抗感染药物以控制感染，药品费用进一步上涨。上述结果表明，药品费在 allo-HSCT 患者治疗成本中占据关键地位，在后续资源管理中应高度重视合理用药与感染防控。然而，本研究发现感染组与对照组在平均住院日上差异无统计学意义，且感染组的住院日数低于既往研究[21]报道。造成这一差异的原因可从以下两方面分析。第一，选择偏倚的影响。本研究排除了合并其他肿瘤及严重脏器功能障碍的患者，而该类患者若发生感染更易发展为重症，需要更长的住院时间；此外，部分重症感染患者后续转入重症监护病房（ICU），其后续治疗的住院日数未计入血液科。排除上述患者后，可能导致感染组的住院日数被低估。第二，技术优势与管理优化有助于控制感染进程。本研究所涉及的医院血液科为国家重点专科，在周边省份乃至全国具有较大影响力，丰富的治疗经验可能使多数感染在初期被识别和干预，从而避免病情恶化导致的住院日数延长。同时，科室通过优化临床路径、加强多学科协作等举措提高病床周转效率，这也可能是感染组患者住院日数低于预期的原因之一。

在评估不同感染部位的经济负担时，本研究发现腹部和消化道带来的经济负担最重，致使患者住院费用增加 3.86 万元。这一结果可以从以下两个方面解释。首先，肠道菌群能有效维持宿主免疫平衡并抵御感染[22]；而 allo-HSCT 患者长期使用化学治疗药物会损伤消化道上皮细胞，促使消化道黏膜炎发生，大量抗菌药物的应用会进一步诱发黏膜炎，甚至导致器官功能障碍[23]。其次，aGVHD 作为 allo-HSCT 患者死亡的重要危险因素[24]，与肠道菌群密切相关。因此，腹部与消化系统感染的患者可能伴有严重并发症，从而导致住院费用增加。此外，血流感染可使患者住院费用增加 3.58 万元。血流感染常伴有免疫抑制、黏膜屏障损伤及微生物菌群失调等病理生理改变[25]，且容易合并感染性休克、脓毒症等并发症，抗感染治疗难度大，需要多学科协作及重症支持治疗。由于血流感染在 allo-HSCT 患者中发病率较高，需高度重视其带来的经济负担。

医院感染会增加医疗资源消耗，导致费用上涨，给患者、医院及医保基金造成经济压力[26]，是推行 DRG 付费的重要挑战。DRG 是一种以临床治疗过程相似、资源消耗相近为原则，对病例进行分组并实施打包付费的结算方式。本研究探讨了 DRG 付费方式在医院感染与住院总费用之间的调节作用，发现 DRG 付费削弱了医院感染对费用的提升效应，即在 DRG 付费方式下，医院感染导致的费用增长速度为 5.1%，低于非 DRG 付费组的 24.0%，证实了 DRG 付费在控制医疗费用方面的积极作用。其作用机制可从以下两方面阐释。第一，DRG 改变了医院传统的激励结构。在按项目付费模式下，因医院感染而增加的抗菌药物及检查等项目可转化为医院收入，形成“多感染、多收益”的逆向激励。而 DRG 付费遵循“总额包干、超支不补、结余留用”的原则，单纯增加医疗服务项目已无法获取额外收益，反而可能导致超支损失，从而倒逼医院加强成本管控[27]，将管理重心转向事前预防，主动采取精准、及时的感染干预策略，避免高额医疗支出。第二，DRG 通过强化临床路径管理，规范医疗行为。为控制成本，医院会针对特定病组制定标准化诊疗方案。当发生医院感染时，临床路径可规范抗菌药物的选择与使用策略[28]，减少非必要检查与化验。本研究中，感染组与对照组患者的费用差异主要来自药品费及检查化验费，而 DRG 付费下医院感染对总费用的影响被削弱，提示 DRG 能够通过规范药品使用、减少检查检验来实现控费。既往研究[29]也表明，DRG 能有效减少抗菌药物使用，进一步印证了 DRG 约束用药行为的有效性。

为降低感染经济负担，部分国家将感染高风险患者纳入异常支付系统[30]，使其与普通患者区分，

从而保障患者及医院的权益。然而，当前我国 DRG 付费方式缺乏对因医院感染导致额外费用进行补偿的相关政策，一定程度上降低了医院收治疑难重症病例的积极性。后续可通过大数据细化病种分组，并利用人工智能模型识别高风险人群，为完善 DRG 感染相关支付方式提供依据。

本研究存在一定局限性。首先，在费用分析层面，本研究聚焦于住院期间的直接医疗成本，未能纳入患者因感染导致的间接成本及长期健康产出等，可能低估了医院感染带来的真实社会经济负担。其次，本研究虽已对不同 DRG 组病例的相关特征进行比较，但仍可能存在未测量的混杂因素，如地区疾病谱、治疗选择偏好、是否合并 aGVHD、是否合并其他感染等，这些因素可能影响调节效应的估计结果。最后，本研究对 DRG 调节效应的作用机制（包括如何改变临床行为、优化抗菌药物使用策略等）挖掘尚浅。未来可结合质性访谈与临床路径数据分析，深入揭示 DRG 影响感染相关成本的具体作用路径。

综上所述，本研究通过 PSM 及广义线性模型，评估了 allo-HSCT 患者医院感染的经济负担及 DRG 付费方式的调节作用。结果发现，医院感染（尤其是腹部和消化道感染）显著增加住院费用，药品费是主要驱动因素。DRG 付费能有效削弱感染导致的费用增幅，展现了其在应对临床负性事件、增强医疗系统经济韧性方面的价值。研究结果为医疗机构在 DRG 背景下加强感染防控、实现成本精细化管控提供了实证依据，也为医保部门优化 DRG 分组及对感染高风险病例建立风险调整机制提供了决策参考。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Kim H, Chung H, Kook HW, et al. Prognostic factors and treatment outcomes of allogeneic stem cell transplantation in lymphoid malignancy[J]. Blood Res, 2025, 60(1): 12.

[2] Wu LN, Wu YB, Shi JM, et al. Survival and late mortality among patients who survived disease-free for 2 years after stem cell transplantation[J]. Br J Haematol, 2023, 202(3): 608－622.

[3] Wilk Goldsher Y, Cohen Sacher B, Cohen M, et al. Genital graft versus host disease in women after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation－a single center experience[J]. Ann Hematol, 2025, 104(1): 773－779.

[4] Sun YQ, Ma R, Huang XJ. Optimizing the treatment of *Cytomegalovirus* infection in allo-HSCT recipients[J]. Expert Rev Clin Immunol, 2023, 19(2): 227－235.

[5] Ohbayashi Y, Imataki O, Uemura M, et al. Oral microorganisms and bloodstream infection in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation[J]. Clin Oral Investig, 2021, 25(7): 4359－4367.

[6] Cao LQ, Zhou JR, Zhang XH, et al. A scoring system for predicting the prognosis of late-onset severe pneumonia after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation[J]. Transplant Cell Ther, 2021, 27(10): 870.e1－870.e7.

[7] Zeng Q, Xiang B, Liu ZG. Profile and antibiotic pattern of blood stream infections of patients receiving hematopoietic stem cell transplants in southwest China[J]. Infect Drug Resist, 2022, 15: 2045－2054.

[8] 王莹，李歆，高灿，等. 公立医院 DRG 绩效考核指标体系构建研究[J]. 中国医院，2024，28(8)：29－33.
Wang Y, Li X, Gao C, et al. Construction of a performance assessment index system for public hospitals based on DRG[J]. Chinese Hospitals, 2024, 28(8): 29－33.

[9] 韩优莉. 医保支付方式由后付制向预付制改革对供方医疗服务行为影响的机制和发展路径[J]. 中国卫生政策研究，2021，14(3)：21－27.
Han YL. The mechanism and pathway of the health insurance payment reform from retrospective to prospective mode on the medical provider's behavior[J]. Chinese Journal of Health Policy, 2021, 14(3): 21－27.

[10] 江冬萍，杨森，马幸生，等. 四川某地市级医院基于 DRG 付费下医院感染医疗资源消耗分析[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(9)：1286－1292.
Jiang DP, Yang S, Ma XS, et al. Medical resource consumption of healthcare-associated infection based on disease diagnosis-related grouping payment model[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(9): 1286－1292.

[11] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准（试行）[J]. 中华医学杂志，2001，81(5)：314－320.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections(proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314－320.

[12] 方杰，温忠麟，梁东梅，等. 基于多元回归的调节效应分析[J]. 心理科学，2015，38(3)：715－720.
Fang J, Wen ZL, Liang DM, et al. Moderation effect analyses based on multiple linear regression[J]. Journal of Psychological Science, 2015, 38(3): 715－720.

[13] Wang XQ, Huang RH, Zhang XH, et al. Current status and prospects of hematopoietic stem cell transplantation in China[J]. Chin Med J (Engl), 2022, 135(12): 1394－1403.

[14] 曾翠，高武强，乔甫，等. 2024 年全国 5 736 所医疗机构医院感染横断面调查分析[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(11)：1572－1583.
Zeng C, Gao WQ, Qiao F, et al. Cross-sectional survey of healthcare-associated infection in 5 736 medical institutions

across China in 2024[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(11): 1572 - 1583.

[15] 陈兴华，石瑞平，魏艳林. 异基因造血干细胞移植术后血液系统疾病儿童早期感染状况及影响因素分析[J]. 医药论坛杂志，2025，46(4)：342 - 347.
Chen XH, Shi RP, Wei YL. Incidence and influencing factors of early infection after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in children with hematologic diseases[J]. Journal of Medical Forum, 2025, 46(4): 342 - 347.

[16] 朱音婷，宋文，任亚璐，等. 异基因造血干细胞移植后患者血流感染的病原学特征及临床结果[J]. 重庆医科大学学报，2025，50(12)：1751 - 1756.
Zhu YT, Song W, Ren YL, et al. Etiological characteristics and clinical outcome of patients with bloodstream infections after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2025, 50(12): 1751 - 1756.

[17] 王梅英，杨敏，刘佳微，等. 基于 SMOTE 算法的化疗肿瘤患者下呼吸道感染预警模型构建[J]. 中国感染控制杂志，2021，20(12)：1094 - 1101.
Wang MY, Yang M, Liu JW, et al. Construction of early warning model of lower respiratory tract infection in chemotherapy tumor patients based on SMOTE algorithm[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(12): 1094 - 1101.

[18] Akhmedov M, Klyasova G, Kuzmina L, et al. Post-engraftment bloodstream infections after allogeneic hematopoietic cell transplantation: risk factors and association with mortality[J]. Infect Chemother, 2023, 55(2): 204 - 213.

[19] Sajiki D, Muramatsu H, Wakamatsu M, et al. Risk factors of bloodstream infection after allogeneic hematopoietic cell transplantation in children/adolescent and young adults[J]. PLoS One, 2024, 19(8): e0308395.

[20] Huang RH, Li XP, He YD, et al. Recent advances in CAR-T cell engineering[J]. J Hematol Oncol, 2020, 13(1): 86.

[21] 曹煜隆，单娇，吕萌，等. 基于 CHS-DRG 评估异基因造血干细胞移植患者医院感染经济负担[J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(13)：2070 - 2074.
Cao YL, Shan J, Lv M, et al. Assessment of economic burden of allogeneic hematopoietic stem cell transplantation patients due to nosocomial infection based on CHS-DRG[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(13): 2070 - 2074.

[22] Fan Y, Pedersen O. Gut microbiota in human metabolic health and disease[J]. Nat Rev Microbiol, 2021, 19(1): 55 - 71.

[23] Nguyen CL, Docampo MD, van den Brink MR, et al. The role of the intestinal microbiota in allogeneic HCT: clinical associations and preclinical mechanisms[J]. Curr Opin Genet Dev, 2021, 66: 25 - 35.

[24] Fuji S. How can we distinguish sorafenib-associated skin rash from skin graft-versus-host disease after allogeneic hematopoietic stem-cell transplantation? [J]. J Clin Oncol, 2021, 39(12): 1412.

[25] Yu JF, Sun H, Cao WJ, et al. Applications of gut microbiota in patients with hematopoietic stem-cell transplantation[J]. Exp Hematol Oncol, 2020, 9(1): 35.

[26] Morris AJ, Hensen M, Graves N, et al. The burden of healthcare-associated infections in New Zealand public hospitals 2021[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2024, 45(10): 1 - 7.

[27] 郑大喜，李星，刘静. 医疗服务价格分类形成与医保按 DRG/DIP 付费的冲突及其协同[J]. 中国卫生经济，2025，44(3)：47 - 53.
Zheng DX, Li X, Liu J. Conflicts and coordination between the medical service price classification formation and the medical insurance payment according to DRG/DIP[J]. Chinese Health Economics, 2025, 44(3): 47 - 53.

[28] 周媛，张园，王婕雅，等. DRGs 支付下临床药师基于呼吸系统感染临床路径的合理用药干预成本效果分析[J]. 中华医院感染学杂志，2026，36(1)：94 - 99.
Zhou Y, Zhang Y, Wang JY, et al. Cost-effectiveness analysis of clinical pharmacists' interventions to rational drug use based on clinical pathways for respiratory system infections under background of DRGs payment[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2026, 36(1): 94 - 99.

[29] 魏俊丽，罗晓，刘也，等. CHS-DRG 支付方式下药物合理使用循证与应用策略研究[J]. 中国医院，2025，29(2)：2 - 5.
Wei JL, Luo X, Liu Y, et al. Study on evidence-based and applied strategies for rational use of medications under the CHS-DRG payment model[J]. Chinese Hospitals, 2025, 29(2): 2 - 5.

[30] Kaier K, Wolkewitz M, Hehn P, et al. The impact of hospital-acquired infections on the patient-level reimbursement-cost relationship in a DRG-based hospital payment system[J]. Int J Health Econ Manag, 2020, 20(1): 1 - 11.

（本文编辑：陈玉华）

本文引用格式：王莹，金美娟，丁蔚，等. 异基因造血干细胞移植患者医院感染的经济负担及 DRG 付费方式的调节作用[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(6)：801 - 809. DOI：10.12138/j.issn.1671 - 9638.20263164.

Cite this article as: WANG Ying, JIN Meijuan, DING Wei, et al. Economic burden of healthcare-associated infection in patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation and moderating effect of DRG payment methods[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(6): 801 - 809. DOI: 10.12138/j.issn.1671 - 9638.20263164.