

## ◁ 经济管理 ▷

基于多元线性回归与决策树模型的病种费用分析\*  
——以儿童支气管肺炎为例兰宇<sup>1</sup>, 钟豪<sup>2</sup>, 蒋春梅<sup>1</sup>

(1. 德阳市人民医院运营管理部, 四川省德阳市 618000; 2. 澳门大学中华医药研究院, 澳门特别行政区 999078)

**【摘要】** 目的 对儿童支气管肺炎住院费用分组,旨在DIP付费下,为住院费用的控制提出更合理的建议。方法 通过统计软件SPSS 22对某三甲医院2019—2022年10月3 448名儿童支气管肺炎出院患者,进行单因素分析和多元线性回归分析,结果筛选出分节点变量,用决策树模型对费用进行组合,并制定各组标准住院费用与权重。结果 该院儿童支气管肺炎住院费用逐年上升,但费用结构却在优化。通过多元线性回归分析,将平均住院日、入院病况与年龄三个显著性因素作为分类节点,使用决策树模型,共分为6个费用组,并提出各组费用控制标准与预警上线。结论 通过住院费用的预测值与费用预警线能够为支气管肺炎费用管理提供更为精准的参考与建议,节约卫生资源。

**【关键词】** 支气管肺炎;儿童;病种费用分析;决策树模型;多元线性回归**【中图分类号】** R197.32 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-4232(2024)03-0059-05**【DOI编码】** 10.3969/j.issn.1672-4232.2024.03.017

**Analysis on Cost of Disease Kind Based on Multiple Linear Regression and Decision Tree Model/LAN Yu<sup>1</sup>, ZHONG Hao<sup>2</sup>, JIANG Chun-mei<sup>1</sup>(1.Operation Management Department, Deyang People's Hospital, Deyang, Sichuan 618000, China; 2.Institute of Chinese Medical Science, University of Macau, Macau 999078, China)**

**【Abstract】 Objective:** To group the hospitalization expenses of the children with bronchopneumonia in order to put forward more reasonable suggestions for the control of hospitalization expenses under DIP payment. **Method:** The statistical software SPSS 22 was used to conduct the univariate analysis and the multiple linear regression analysis on 3, 448 children discharged with bronchial pneumonia from a 3A hospital from October 2019 to 2022. **Result:** The results showed that the node variables were screened out; the costs were combined by decision tree model; And the standard hospitalization costs and weights for each group were established. The hospitalization cost of children with bronchopneumonia in this hospital is increasing year by year, but the cost structure is being optimized. Through multiple linear regression analysis, the three significant factors of average length of stay, condition of admission and age were taken as classification nodes, and the decision tree model was used to divide them into 6 cost groups. The cost control standard and the early warning line of each group were proposed. **Conclusion:** The predicted value of hospitalization cost and the cost pre-warning line can provide more accurate references and suggestions for bronchopneumonia cost management and save health resources.

**【Key words】** bronchopneumonia; children; cost analysis by disease kind; decision tree model; multiple linear regression

当前我国医保基金收入与医疗服务利用的不平衡,迫使医保支付方式向以病种付费转型。按病种付费是指对疾病诊断及治疗方式进行某种形式的病例组合,并根据病例组合结果进行付费的支付方式。其中通过大数据分析技术,按照“疾病诊断+治疗方式”的共性特征进行医保结算即为“基于大数据的按病种分值付费(DIP)”。DIP付费制度下医院必须转变经营理念:从开源转为节流<sup>[1]</sup>。因此,作为DIP试点城市,如何进行病种成本管理显得至关重要。

支气管肺炎是儿童时期最常见的肺炎,常由细菌、病毒或二者混合感染引起。儿童支气管肺炎具有发病急、进展快、易复发等特点,如果治疗不当或不及时,易导致并发症,严重影响患儿生活质量。目前虽有对小儿支气管肺炎疾病住院费用构成及影响因素方面的定量分析,但尚无研究根据患者个体特征,对病例组合

进行精准管理<sup>[2-6]</sup>。决策树是一种通过计算已知事件概率构建分类树判断可能事件概率的一种监督学习方法,被广泛用于分类和回归任务中,具有直观、高效、可测等优点<sup>[7]</sup>。CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection)算法是一种基于卡方检验的多变量决策树学习算法。能够处理多分类问题,不需要预先对特征进行处理。

因此,笔者将基于CHAID决策树模型,分析医院2019—2022年的儿童支气管肺炎住院患者数据,对住院费用精准分组,探讨标准住院费用,旨在为DIP支付方式下,为住院费用的控制提出更加合理的建议。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

按国际疾病分类方法,纳入四川省某三甲医院儿科2019—2022年10月出院的全部支气管肺炎病人(编码:J18.000),共计3 448名,患者基线资料见表1。

\*基金项目:四川省基层卫生事业发展研究中心课题(SWFZ21-C-74)

表1 某三甲医院儿科2019—2022年10月出院患者基线特征

分类	患者数(例)	百分比(%)
性别		
男性	1 990	57.7
女性	1 458	42.3
年龄		
≤1岁	491	14.2
(1岁,6岁]	2 707	78.5
>6岁	250	7.3
入院病况		
危	292	8.5
急	30	0.9
重	2 943	85.4
一般	183	5.3
出院情况		
好转	334	9.7
治愈	3 096	89.8
未愈	6	0.17
其他	12	0.35
费用付款方式		
居民医保	1 329	38.5
自费	2 106	61.1
职工医保	13	0.4

## 1.2 研究方法

应用回顾性分析法,对3 448例支气管肺炎患儿的住院费用构成及影响因素进行分析。将多元线性回归显著因素,作为CHAID决策树模型输入因素,进行病例费用分组。利用统计软件SPSS 22进行多元线性回归分析与CHAID决策树模型分析,以 $\alpha=0.05$ 作为检验水准。

## 2 结果

### 2.1 儿科支气管肺炎病种总体概览

2.1.1 儿科住院患者疾病谱构成。2019—2022年10月该院儿科所有出院患者诊断疾病中支气管肺炎总量第一(13.22%),遥遥领先于其他病种,其次为急性支气管炎(5.25%)、新生儿高胆红素血症(5.25%)、急性化脓性扁桃体炎(5.23%)以及新生儿肺炎(4.85%),因此对支气管肺炎的费用梳理对于该院儿科病种成本管控尤为重要。

2.1.2 科室病种平均住院日与非药耗占比分析。图1

为儿科数量前10病种非药耗占比与平均住院日组合图,为了保持数值量级一致,将非药耗占比值扩大了10倍。在学科评估中,科室需缩短时间消耗。而在DIP支付中,科室需降低病种成本,提高有效收入占比,因此选择了非药耗费用占比与平均住院日作为考核指标。由图1可知,支气管肺炎(J18.000/J18.000×001)住院费用在科室数量前10病种中,非药耗占比较低,而平均住院日却较长。

2.1.3 2019—2022年儿童支气管肺炎费用结构变化趋势。2019—2022年该院儿童支气管肺炎(J18.000)住院病人总计3 448名。近4年该院该病种人均住院费用整体呈上升趋势,整体上升了605.45元,增长率达13.4%, $F=6.825, P<0.001$ (见表2)。2022年病人量减少及费用增加明显,主要是采用了前10月数据,且因新冠疫情防控加强,儿童支气管肺炎轻症患者减少。

表2 2019—2022年儿童支气管肺炎住院费用变化情况

年份	病例数(人)	人均费用( $\bar{x}\pm s$ ,元)
2019	1 503	4 513.33±2 197.33
2020	576	4 884.23±2 251.13
2021	1 092	4 729.26±2 442.85
2022	277	5 118.78±3 668.86

表3展示了不同年份住院病人的住院费用构成情况。由表3可知,不同年份各类别费用均具有显著性差异。支气管肺炎住院费用的上涨主要由护理费、医疗服务费以及床位费的上升所致,说明医院该病种住院费用的波动与平均住院日的增加相关(2019年7.86 d; 2022年8.11 d)。该平均住院日为所有类别支气管肺炎汇总所得,例如图1中J18.000/J18.000×001。此外,费用结构的变化与2022年物价调整相关,该市医疗保障局德医保发[2021]91号文件指出,为进一步推进药品耗材零加成补偿机制,消化不同补偿机制的区域价差,2022年对该市公立医院床位费及部分医疗服务费用予以动态调价,重点向儿科、妇科等科室倾斜。此外,卫生材料费与药品费用出现小幅下降,可能与部分药品或耗材集采相关,该结果显示该院该病种费用结构逐渐优化。

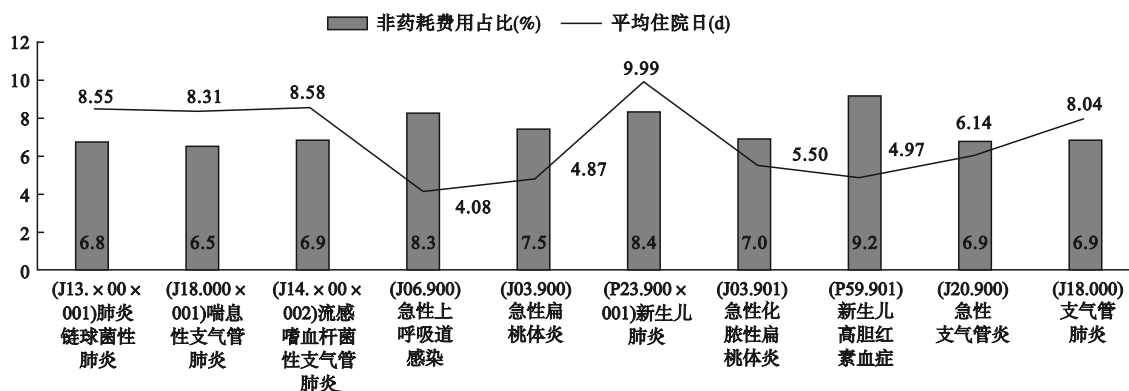


图1 科室数量前10病种非药耗占比与平均住院日组合图

表3 不同年份某儿童医院支气管肺炎人均住院费用构成情况( $n=3\ 448$ ,元)

年份	检查检验费	床位费	医疗服务费	护理费	卫生材料费	药品费	其他费用
2019	1 513.51	202.15	719.57	486.67	277.82	1 284.02	29.59
2020	1 681.38	347.92	747.94	448.80	279.63	1 344.98	33.56
2021	1 583.41	319.91	759.99	648.37	226.91	1 164.03	26.64
2022	1 667.75	386.71	976.32	780.78	252.41	1 031.24	23.57
F值	7.23	117.62	12.27	45.93	25.89	18.30	2.91
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.033

## 2.2 儿科支气管肺炎住院费用影响因素分析

2.2.1 多元线性回归分析。为进一步探索住院总费用的影响因素,选取儿童支气管肺炎住院费用为因变量,以费用付款方式、性别、年龄、住院天数、入院病况、出院情况、出院年份为自变量,将影响住院费用的各相关因素进行多元线性回归分析。变量赋值见表4。

表4 变量赋值表

变量类别	变量名称	赋值
性别	男性	0
	女性	1
年龄	≤1岁	0
	(1岁,6岁]	1
	>6岁	2
入院病况	危	0
	急	1
	重	2
	一般	3
出院情况	好转	0
	治愈	1
	未愈	2
	其他	3
费用付款方式	居民医保	0
	自费	1
	职工医保	2
出院年份	2019	0
	2020	1
	2021	2
	2022	3
住院天数	≤7 d	0
	>7 d	1

如表5所示,多元线性回归分析结果显示,回归模型成立。从显著性来看,性别、出院年份、费用付款方式以及出院情况P值均大于0.05,结果显示以上自变量对住院费用没有显著影响。从标准回归系数来看,对住院总费用的主要影响因素依次为:住院天数>入院病况>年龄>费用付款方式>性别>出院情况>出院年份。其中除住院天数与出院情况外,其余值均为负数。

通过比较分析,住院天数是儿童支气管肺炎费用增加的最主要影响因素,住院时间越长,其往往伴随药耗、床位费、医疗服务费、护理费等的增加。从社会学

因素来看,年龄是影响住院费用的主要因素,年龄越小,医疗费用、治疗操作费、实验室诊断费、治疗一次性医用材料费越高。因此回归分析得出,控制平均住院日是目前降低儿童支气管肺炎的重要手段。

表5 影响因素对住院总费用的回归分析及结果

变量	$\beta$ 值	t值	P值
性别	-0.010	-0.763	0.445
年龄	-0.102	-7.407	<0.001
出院年份	-0.005	-0.305	0.761
住院天数	0.466	34.801	<0.001
费用付款方式	-0.018	-1.061	0.289
入院病况	-0.326	-23.713	<0.001
出院情况	0.005	0.398	0.691

2.2.2 决策树构建病种费用组合。基于CHAID算法对住院费用的影响因素变量进行决策树分析,将多元线性回归中有意义的指标包括住院天数、入院病况、年龄作为输入变量,患者住院费用作为输出变量,训练集设置为70%,验证集为30%,共产生3层节点变量,6个费用组,图2显示分层辨识度属性排名依次为住院天数、入院病况与年龄。

表6为儿童支气管肺炎病例组合费用标准及病种权重。如表所示,各组合采用费用预测值作为住院费用的控制标准参考值,采用费用预警线( $Q3+1.5IQR$ )作为费用控制上线,超标病例共计131例(3.80%)。各病组权重为该病组费用均值与总体费用均值的比例,权重大小与病组医疗资源消耗成正比,即权重越大,医疗资源消耗越多。DRG4权重最大,代表该组患者病情最复杂,消耗的医疗资源最大。

## 3 结论与建议

2019年国务院办公厅印发《关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见》,其中儿童肺炎(J13J14J15J18)为10类单病种之一,势必为医院关注考核重点。该研究基于模型对医院2019—2022年儿童支气管肺炎住院费用进行分组分析,结合多元线性回归模型,决策树将平均住院日、入院病况与年龄3个显著因素作为分组节点,共6个费用组,DRG1费用最低,而DRG4费用最高。模型第一层分类节点为平均住院日,结果显示住院时间越长,医疗资料消耗越多,因此可通过临床路径管理与病种分流等措施来缩短时间消耗,降低住院费用<sup>[8-11]</sup>;第二层为入院病况,患者入院病情若危,医疗资源往往消耗就越多,因此应准确评估患者个体特征,提高诊疗质量,促进合理治疗及卫生资源的高效运转<sup>[12]</sup>;第三层为患者年龄,年龄虽为无法控制的因

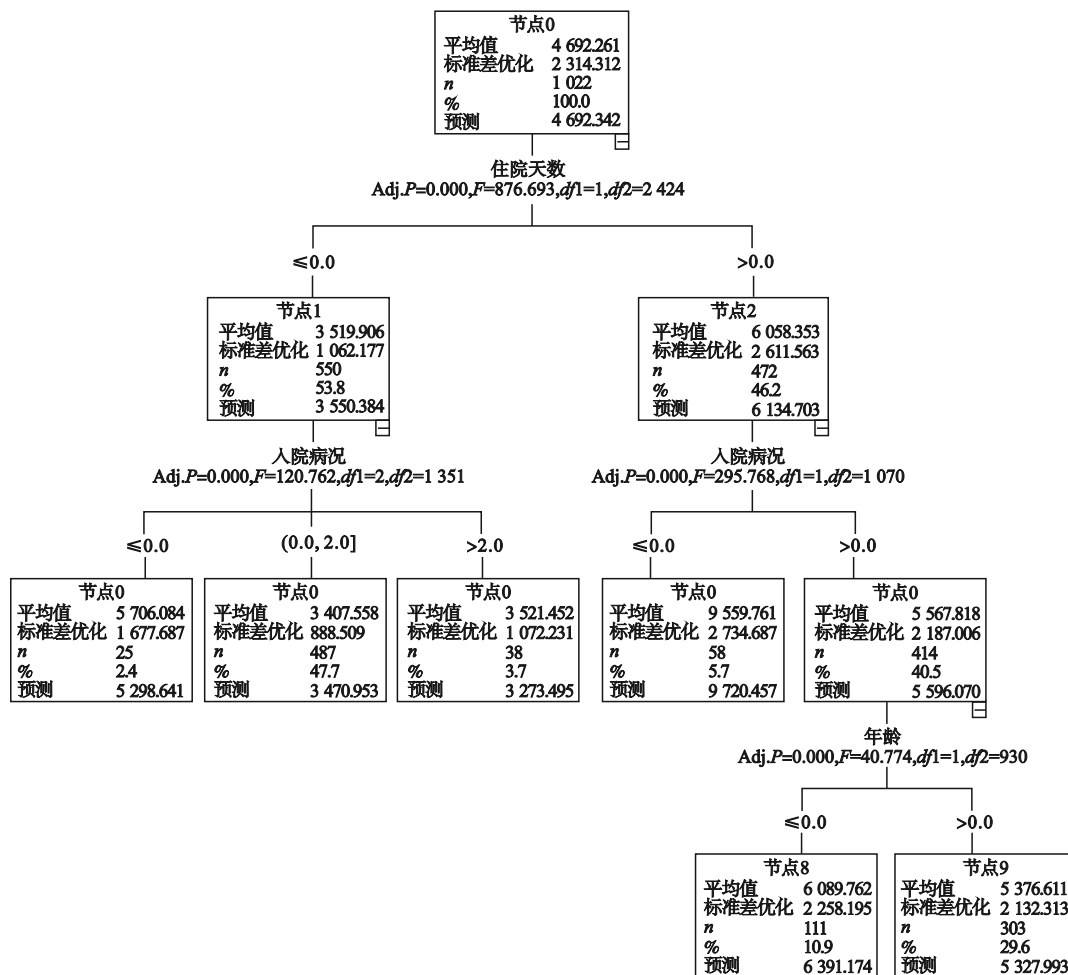


图2 应用 CHAID 算法构建的数据集决策树

表6 儿童支气管肺炎病例组合费用标准及病种权重

分组	组合方案	病例数 [例(%)]	预测值 (元)	费用预警线 (元)	超标病 (例)	病组 权重	CV
DRG1	住院天数≤7 d,入院病况急/重	1 678(48.67)	3 470.95	5 645.43	22	0.74	0.26
DRG2	住院天数>7 d,入院病况急/重/一般,年龄>1岁	1 161(33.67)	5 327.99	8 489.05	83	1.16	0.39
DRG3	住院天数>7 d,入院病况急/重/一般,年龄≤1岁	185(5.37)	6 391.17	11 785.33	12	1.38	0.42
DRG4	住院天数>7 d,入院病况危	198(5.74)	9 720.46	16 330.04	10	2.06	0.42
DRG5	住院天数≤7 d,入院病况一般	132(3.83)	3 273.50	5 630.23	4	0.71	0.30
DRG6	住院天数≤7 d,入院病况危	94(2.73)	5 298.64	9 964.94	1	1.15	0.33

儿组、普通患儿组,进行有针对性的费用调控。通过住院费用的预测值与费用预警线能够为支气管肺炎费用管理提供更为精准的参考与建议,避免卫生资源过度浪费。未来可配套以下管控措施对病种进行进一步管理。

### 3.1 建设紧密型医联体,实现上下互转

建设紧密型医联体,有利于发挥三级公立医院的资源优势。作为本市医疗资源最优的三甲医院,更应发挥“传帮带”作用,加强与基层医院联动,促进急慢分治、上下联动的分级诊疗模式。经逐日费用测算与临床专家讨论,患儿支气管肺炎的检查与治疗集中在住院前3~4 d,后续住院均为维持治疗。因此可选择在维持观察阶段对患儿进行分流,下转至下级医院,实现对支气管肺炎平均住院日的控制。

### 3.2 建立临床路径考核,规范过程管理

联合医务、运营、病案与临床科室等部门,建立病种标准化临床路径,从运营管理角度标化各环节费用,实现全流程费用管控。并配套临床路径考核措施,在入径率、退出率的基础上,增加已完成临床路径梳理病种的平均住院日、医疗服务收入占比等指标的考核。

### 3.3 发挥绩效指挥棒作用,构建考核模型

在内部管理上,医院应将病种管理融入绩效评价体系,发挥绩效指挥棒的作用。对不同病种测算出相应标化的预警费用、平均住院日等指标<sup>[13]</sup>,对费用或住院天数超出预警线的病例进行详细分析,若判断为卫生资源过度浪费,则给予一定的绩效惩罚。

(下转第66页)