

基于分位数回归和决策树模型的跌倒患儿控费组合分析*

权晓雯^①, 王艳^②, 杨圆圆^③, 霞依丹·阿不都色米^①, 芦浩雅^①, 罗振^①, 方娴^①

摘要 目的: 探寻0~6岁跌倒患儿的DRG病例组合及住院费用标准, 为科学分析住院费用、制定针对性控费措施提供参考依据。方法: 选取新疆规模最大的2所三级甲等公立医院及其医联体内下属的6所二级甲等公立医院2010—2021年住院病案首页数据库中因跌倒住院的2 773例0~6岁患儿为研究对象, 采用多元线性回归模型、分位数回归模型、决策树模型进行病例组合分析。结果: 跌倒患儿住院费用总计24 571 782.09元, 平均住院费用5 543.36元。以住院日为影响变量, 以医院等级、居住地区、入院状态、伤害性质、伤害部位、手术等级、是否转科、并发症及支付方式等主要影响因素为分类节点构建15个DRG病例组合, 并制定相应住院费用标准和病种权重, 住院费用超限病例共340例。结论: 利用分位数回归和决策树模型构建跌倒患儿DRG病例组合较合理, 有利于控制该病种的住院费用, 减轻患儿家庭经济负担, 为医疗费用支付方式改革提供参考。

关键词 跌倒; 儿童; 疾病诊断相关分组; 住院费用

中图分类号 R1-9; F224.5 **文献标志码** A **文章编号** 1003-0743(2023)10-0045-05

Combination Analysis of Cost Control for Children with Falls Based on Quantile Regression and Decision Tree Model/Quan Xiaowen, Wang Yan, Yang Yuanyuan, et al./Chinese Health Economics, 2023,42(10):45-49

Abstract Objective: To explore the DRG case combination and hospitalization expense standard of children aged 0~6 years old who fell, and to provide references for scientific analysis of hospitalization expenses and formulation of targeted cost control measures. **Methods:** A total of 2 773 children aged 0~6 who were hospitalized due to falls in the homepage database of inpatient medical records from 2010 to 2021 in 2 class A tertiary hospitals and 6 class A secondary hospitals in Xinjiang were selected, and multiple linear regression model, quantile regression model and decision tree model were used for case combination analysis. **Results:** The total hospitalization expenses of children who fell were 24 571 782.09 yuan, and the average hospitalization expenses were 5 543.36 yuan. Taking the length of stay as the influencing variable, and the main influencing factors ($P<0.05$) such as hospital grade, residential area, admission status, injury nature, injury site, operation grade, whether to change majors, complications and payment method as the classification nodes, 15 DRG case combinations were constructed, and the corresponding hospitalization expenses standards and disease weights were formulated. There were 340 cases with hospitalization expenses exceeding the standard. **Conclusion:** It is reasonable to construct the DRG case combination of children with falls by fractional regression and decision tree model, which is beneficial to control the hospitalization expenses, reduce the financial burden of children's families, and provide a basis for the reform of medical expenses payment methods.

Keywords fall; children; Diagnosis Related Group; hospitalization expense

First-author's address The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, 830011, China

Corresponding author Fang Xian, E-mail: 583806189@qq.com

跌倒是儿童伤害最常见的类型, 发生率高达6.4%, 2021年WHO报道的死因监测数据表明跌倒高居非故意伤害死亡原因第二位^[1]。儿童跌倒是小儿急诊常见病因, 病死率虽不高但易引起短暂性活动受限、长期失能及潜在寿命的损失, 严重影响受伤儿童的生存和生活质量, 给家庭和社会带来沉重负担。DRG是根据患者主要诊断对各个病种进行分类, 把临床相似性和资源消耗相似性接近的住院患者分成不同组别进行研究^[2], 跌倒会造成多个疾病诊断, 对跌倒住院费用进

行DRG分组存在难度。本研究调查跌倒患儿家庭经济负担, 采用传统回归分析和分位数回归模型对比选择住院费用分类节点, 运用卡方自动交互检测(CHAD)算法构建决策树模型, 为合理控制医疗费用增长、开展儿童跌倒伤害防控工作提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用方便抽样选取新疆规模最大的2所三级甲等公立医院及其医联体内下属的6所二级甲等公立医院, 其中包括北疆三级甲等公立医院2所, 南疆二级甲等公立医院4所, 东疆二级甲等公立医院2所, 由以上8所公立医院2010—2021年0~6岁跌倒患儿为研究对象。

1.2 相关定义

依国际疾病分类ICD-10对跌倒定义描述, 跌倒包括摔伤、跌伤和坠落伤, 指非故意在同一平面的滑倒、绊倒和摔倒, 或从一个平面跌落到另一个平面,

*基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2020D01C164)。

①新疆医科大学公共卫生学院 乌鲁木齐 830011

②新疆医科大学学报编辑部 乌鲁木齐 830011

③新疆医科大学第一附属医院医务管理科 乌鲁木齐 830011

作者简介: 权晓雯(1998—), 女, 硕士在读; 研究方向: 伤害医学; E-mail: 873579033@qq.com。

通信作者: 方娴, E-mail: 583806189@qq.com。

经医疗单位诊断请假（休学、休息）12h以上^[3]。本研究共抽取2 949例样本，剔除住院天数≤1天和≥50天，有空缺、遗漏、逻辑错误项目的资料，最终获得2 773例有效样本，在住院病案首页数据库中获取患儿基本情况和住院费用。

1.3 统计分析方法

住院费用以2010年为基年，运用居民消费价格指数（CPI）贴现其他年份住院费使数据结果可靠并保持一致。利用SPSS 26.0软件进行数据分析，住院费用相关指标均呈偏态分布，采用M（P₂₅，P₇₅）进行统计描述，非参数检验进行单因素分析；采用多元线性回归和分位数回归对比分析两个模型筛选影响因素，利用CHAID算法构建决策树模型。检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 跌倒患儿一般情况

本研究纳入跌倒患儿共2 773例，救治于二级甲等公立医院的患儿为1 759例，占比为63.4%；男性患儿

居多，为1 762例，占比为63.5%；平均年龄为（3.98±1.79）岁，居住于农村的患儿为2 072例，占比为74.7%；患儿在一般状态下入院为1 684例，占比为60.7%；骨折伤害的患儿为1 491例，占比为53.8%；伤害多见于患儿的头颈面部为1 289例，占比为46.5%，平均住院日为（7.61±4.91）天，未接受手术患儿为1 562例，占比为56.3%；接受三级手术患儿为721例，占比为26.0%；未进行转科患儿为2 657例，占比为95.8%；未发生并发症患儿为1 450例，占比为52.3%，患儿医保支付为2 036例，占比为73.4%（表1）。

2.2 跌倒患儿住院费用多元线性回归分析

本研究将患儿住院费用对数转换后为因变量，以单因素分析了其结果差异有统计学意义（P<0.05）的项目为自变量纳入多元线性回归筛选（表2）。医院等级、入院状态、伤害性质、伤害部位、住院日、手术等级、是否转科、并发症及支付方式进入模型（F=409.619，P<0.001），决定系数R²=0.597，说明线性模

表1 跌倒患儿住院费用单因素分析结果

项目	例数（例）	构成比（%）	住院费用（元）				Z/H	P
			M	P ₂₅	P ₇₅			
医院等级						-11.119	<0.001	
三级	1 014	36.6	7 261.09	3 835.05	14 388.26			
二级	1 759	63.4	4 539.83	2 391.31	9 378.89			
居住地区						-6.012	<0.001	
城市	701	25.3	6 925.59	3 447.34	12 780.22			
农村	2 072	74.7	5 095.35	2 494.52	10 680.71			
入院状态						31.262	<0.001	
紧急	855	30.8	5 965.93	2 246.56	11 475.92			
危重	234	8.4	7 376.57	4 028.10	16 176.24			
一般	1 684	60.7	5 170.29	2 668.84	10 590.85			
伤害性质						433.619	<0.001	
挫裂伤	184	6.6	4 529.99	2 797.78	8 242.11			
骨折	1 491	53.8	7 790.33	4 594.33	14 383.71			
皮肤软组织损伤	170	6.1	1 975.80	1 525.61	2 722.82			
关节损伤	119	4.3	4 365.67	2 558.52	7 746.10			
内部器官损伤	776	28.0	3 494.03	2 415.69	6 328.30			
神经损伤	32	1.2	9 049.84	4 474.63	20 605.07			
伤害部位						485.272	<0.001	
头颈面部	1 289	46.5	3 176.03	2 164.55	6 310.63			
四肢	1 211	43.7	8 622.22	5 307.72	15 448.47			
躯干	230	8.3	5 635.56	3 181.84	12 490.63			
多部位	42	1.5	4 606.99	2 578.37	8 841.87			
住院日						787.285	<0.001	
≤3天	427	15.4	2 432.61	1 546.78	5 164.98			
4~7天	1 267	45.7	4 070.49	2 387.58	7 433.99			
8~14天	849	30.6	8 616.98	4 779.61	16 195.72			
15~29天	219	7.9	17 324.54	10 597.97	26 598.25			
≥30天	10	0.4	44 203.60	23 509.29	90 000.14			

续表 1

项目	例数 (例)	构成比 (%)	住院费用 (元)				
			<i>M</i>	<i>P</i> ₂₅	<i>P</i> ₇₅	<i>Z/H</i>	<i>P</i>
手术等级						1 028.575	<0.001
未手术	1 562	56.3	2 961.49	1 993.78	5 773.61		
一级	107	3.9	5 374.35	4 029.17	8 366.91		
二级	378	13.6	6 935.60	5 125.89	10 104.78		
三级	721	26.0	11 963.65	7 920.06	20 715.28		
四级	4	0.1	20 946.40	13 050.41	27 340.43		
是否转科						-7.762	<0.001
否	2 657	95.8	11 383.20	5 693.04	23 293.55		
是	115	4.1	5 346.58	2 576.65	10 747.93		
并发症						-5.647	<0.001
有	1 322	47.7	4 861.34	2 358.61	10 666.21		
无	1 450	52.3	6 340.18	3 110.30	11 575.64		
支付方式						-6.458	<0.001
医保	2 036	73.4	6 455.90	2 638.41	11 985.55		
自费	737	26.6	4 116.61	2 606.92	7 448.09		

表 2 变量和赋值

变量	赋值
医院等级 (<i>X</i> ₁)	三级=1, 二级=2
居住地区 (<i>X</i> ₂)	城市=1, 农村=2
入院状态 (<i>X</i> ₃)	紧急=1, 危重=2, 一般=3
伤害性质 (<i>X</i> ₄)	挫裂伤=1, 骨折=2, 皮肤软组织损伤=3, 关节损伤=4, 内部器官损伤=5, 神经损伤=6
伤害部位 (<i>X</i> ₅)	头颈面部=1, 四肢=2, 躯干=3, 多部位=4
住院日 (<i>X</i> ₆)	≤3天=1, 4~7天=2, 8~14天=3, 15~29天=4, ≥30天=5
手术等级 (<i>X</i> ₇)	未手术=0, 一级=1, 二级=2, 三级=3, 四级=4
是否转科 (<i>X</i> ₈)	否=0, 是=1
并发症 (<i>X</i> ₉)	无=0, 有=1
支付方式 (<i>X</i> ₁₀)	医保=1, 自费=2
住院费用 (<i>Y</i>)	实际住院费用对数

型可以解释 59.7%住院费用的差异 (表 3)。

2.3 跌倒患儿住院费用分位数回归分析

参考相关研究经验^[4], 选取住院费用的 10%、50% 和 90% 3 个分位数点, 建立跌倒患儿住院费用分位数回归模型。3 个分位数点的 Pseudo *R*² 分别为 0.372、0.415、0.372, 说明在 50% 的分位数点模型拟合结果最佳。患儿的医院等级、是否转科、住院日、并发症以及手术等级在住院费用的 3 个分位数点均产生显著影响, 且以上影响因素在高分位数点的影响强度均高于低分位数点; 居住地区在 10% 分位数点产生显著影响; 伤害性质在 10%、50% 分位数点产生显著影响, 且在低分位数点的影响强度高于高分位数点; 伤害部位在 50%、90% 分位数点产生显著影响; 入院状态在 10%、50% 分位数点产生显著影响; 支付方式在 10%、90% 分位数点产生显著影响, 且低分位数点的影响强度高于高分位数点 (表 4)。

表 3 跌倒患儿住院费用多元线性回归分析结果

变量	β	<i>SE</i>	β'	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>VIF</i>
<i>X</i> ₁	-0.260	0.018	-0.303	-14.531	<0.001	2.986
<i>X</i> ₂	0.015	0.018	0.016	0.844	0.399	2.459
<i>X</i> ₃	0.012	0.004	0.043	3.125	0.002	1.311
<i>X</i> ₄	0.049	0.008	0.083	6.394	<0.001	1.167
<i>X</i> ₅	0.148	0.026	0.071	5.765	<0.001	1.054
<i>X</i> ₆	0.204	0.006	0.416	32.763	<0.001	1.107
<i>X</i> ₇	0.033	0.007	0.073	4.984	<0.001	1.455
<i>X</i> ₈	-0.064	0.011	-0.077	-5.632	<0.001	1.298
<i>X</i> ₉	0.149	0.005	0.479	32.956	<0.001	1.446
<i>X</i> ₁₀	-0.013	0.012	-0.014	-1.052	0.293	1.171
常量	3.099	0.038		82.058	<0.001	

2.4 跌倒患儿 DRG 分组方案

对比分位数回归与多元线性回归结果后发现, 分位数回归结果变量包含多元线性回归结果变量, 能反

表4 跌倒患儿住院费用分位数回归结果

变量	P_{10}	P_{50}	P_{90}
X_1	-0.117**	-0.247**	-0.456**
X_2	0.050*	-0.006	0.024
X_3	0.030**	0.017**	0.001
X_4	-0.004	0.048**	0.095**
X_5	0.166**	0.131**	0.137*
X_6	0.144**	0.199**	0.202**
X_7	0.031*	0.034**	0.018
X_8	-0.058**	-0.060**	-0.071**
X_9	0.184**	0.157**	0.146**
X_{10}	0.045*	-0.002	-0.044*

注：*示 $P < 0.05$ ，**示 $P < 0.001$ 。

映各变量在不同水平住院费用中作用的大小。以住院费用对数为因变量，住院日为影响变量，医院等级、居住地区、伤害性质、伤害部位、是否转科、入院状态、并发症、手术等级及支付方式为自变量纳入决策树模型。决策树共产生3层节点，生成15个病例组合。CV平均值为0.08，说明组内住院费用变异较小，证明该模型分组相对合理（表5）。

2.5 跌倒患儿DRG控费组合选择及超限费用分析

住院费用为偏态分布病例组合费用以中位数为费用标准，按照住院费用75%分位数加1.5倍四分位数间距（ $P_{75} + 1.5IQR$ ）设定住院费用参考值上限^[5-6]。住院费用共超限340例（12.26%），各组合病种权重=该组合平均住院费用/所有病例平均住院费用，权重值越高，说明患者消耗医疗资源越多^[7]（表6）。

表5 跌倒患儿的病例组合情况

组别	病例组合情况							例数 (例)	构成比 (%)	lg费用 均数	lg费用 标准差	CV
	手术等级	医院等级	伤害部位	入院状态	伤害性质	并发症	支付方式					
DRG1	未手术	三级		紧急				344	12.4	3.710	0.457	0.12
DRG2	未手术	三级		一般				111	4.0	3.783	0.468	0.12
DRG3	未手术	三级		危重				172	6.2	3.864	0.459	0.12
DRG4	未手术	二级			关节损伤/内部器官损伤/神经损伤			506	18.3	3.491	0.207	0.06
DRG5	未手术	二级			挫裂伤			55	2.0	3.377	0.207	0.06
DRG6	未手术	二级			骨折			228	5.3	3.321	0.221	0.07
DRG7	未手术	二级			皮肤软组织损伤			146	5.3	3.284	0.197	0.06
DRG8	三级/四级		头颈面部/躯干					84	3.0	4.205	0.264	0.06
DRG9	三级/四级	三级	四肢					210	7.6	4.007	0.277	0.07
DRG10	三级/四级	二级	四肢					431	15.5	4.124	0.207	0.05
DRG11	二级			紧急/危重		无		54	1.9	3.993	0.287	0.07
DRG12	二级			紧急/危重		有		58	2.1	4.112	0.414	0.10
DRG13	二级			一般			医保	163	5.9	3.855	0.225	0.06
DRG14	二级			一般			自费	103	3.7	3.762	0.164	0.04
DRG15	一级							107	3.9	3.760	0.272	0.07

3 讨论

3.1 0~6岁跌倒患儿DRG分组情况

分位数回归模型可描述住院费用在不同分布条件下分位数点之间的变量关系，对于偏态分布的住院费用而言分位数回归估计结果更稳健。本研究最终选择分位数回归中有意义的结果为自变量，住院日为控制变量，住院费用为因变量构建儿童跌倒DRG分组模型。通过CHAID算法构建决策树模型将2773例患者分为3层共15个DRG组，仅将住院日作为控制变量纳入模型，考虑到我国尚未实施规范化临床路径管理，因此住院日变异较大。第一层为手术等级，第二层为医院等级、伤害部位、入院状态，第三层为入院状态、伤害性质、医院等级、并发症、支付方式。儿童跌倒具有突发性和不确定性等特点，就近选择二级医院进行救治，病情危重则转诊三级医院；儿童跌倒病情发生较快但致死率不高，未接受手术的病例最多，接受二级、三级手术的病例也较多，跌倒受伤部位多发生于头颈面部和四肢骨折，病情复杂且术后恢复难度大，手术不仅会增加医疗耗材的使用，也会因术后恢复、后遗症情况增加相应住院费用。DRG分组不仅以手术分级作为分组依据，它综合考量了以上多种因素将疾病按不同特征来划分不同分组住院费用标准，可有效控制住院费用不合理增长。

3.2 0~6岁跌倒患儿控费组合及费用标准

我国医疗费用支出逐年增高，浪费国家有限医疗资源、增加患者经济负担，医院成本费用随之增加。如何有效控制医疗费用的不合理增长，提高医疗服务

表6 跌倒患儿的DRG分组相应住院费用标准

组别	费用标准(元)	P_{75} (元)	IQR (元)	费用上限(元)	超限例数(例)	病种权重
DRG1	2 650.05	4 138.80	2 803.95	8 344.73	112	0.48
DRG2	7 665.92	15 844.08	13 201.77	35 646.74	4	1.38
DRG3	3 425.07	7 146.75	4 831.42	14 393.88	45	0.62
DRG4	2 993.99	3 640.83	1 479.01	5 859.35	52	0.54
DRG5	2 532.61	3 229.20	1 482.54	5 453.02	2	0.46
DRG6	2 356.04	3 040.54	1 263.48	4 935.76	10	0.43
DRG7	2 130.68	2 839.95	1 271.93	4 747.84	9	0.38
DRG8	18 527.36	26 399.94	12 726.71	45 490.01	2	3.34
DRG9	10 066.93	15 746.93	9 904.04	30 602.99	17	1.82
DRG10	11 611.19	14 598.26	6 480.35	24 318.78	32	2.09
DRG11	8 041.87	15 680.21	8 705.22	28 738.04	4	1.45
DRG12	11 591.89	23 928.41	17 602.26	50 331.81	6	2.09
DRG13	5 587.38	7 346.28	2 415.51	10 969.55	28	1.01
DRG14	4 938.54	6 403.91	2 281.07	9 825.51	11	0.89
DRG15	5 874.73	9 465.40	5 314.17	17 436.65	6	1.06

效率和质量尤为重要。跌倒患儿住院费用总计高达24 571 782.09元,平均住院费用5 543.36元。DRG8、DRG9、DRG10为在二级医院/三级医院因头面部、躯干、四肢受伤接受三级/四级手术的患儿,其住院费用及病种权重较高;DRG1、DRG7为在二级医院/三级医院因皮肤软组织损伤紧急状态下入院未进行手术操作的患儿,其住院费用及病种权重相对较低,比较符合实际情况。跌倒患儿住院费用病例共超限340例,超限例数较多可能是由于以往存在进口、贵重药品的使用以及过度医疗等现象的存在,从而加重了儿童家庭经济负担。相关部门在制定费用支付标准时需充分考虑以上因素,促使医院降低医疗服务成本,合理调整住院费用结构,减少不必要医疗资源浪费,减轻儿童家庭负担。

4 建议

DRG组合划分主要依据患者病案首页数据,详细、精准的病案首页数据是DRG组合的重要基石。病案质量的提升需多部门通力配合,医院应以病案质量为抓手,加强相关部门人员培训,规范临床诊疗流程和病案首页填写,完善医院电子病历系统功能,助推DRG组合高质量发展。如何有效减轻儿童家庭负担根源在于规避儿童跌倒发生。国内外研究已证实^[8-9],儿童跌倒是可预防和可控制的,跌倒产生相关医疗费用的支出可有效减少。家庭、医疗机构和社会应紧密配合,开展跌倒伤害健康教育、科普教育和警示教育,加强对儿童的监管和看护,增强儿童及其家长的安全防范意识,以减少儿童跌倒发生、致残甚至死亡^[10]。

综上,较多元线性回归模型而言,采用分位数回归和决策树模型构建0~6岁跌倒患儿住院费用的DRG病例组合更合理。该数据仅来源于2所三级甲等公立医

院及其医联体内下属的6所二级甲等公立医院,在实际应用中还需扩大数据纳入范围,对现有住院费用标准进行校正。

参 考 文 献

- [1] 李亚杰,索朗曲珍,白国霞,等.乃东区3~5年级小学生跌倒伤害流行特征分析[J].预防医学,2020,32(2):159-161,164.
- [2] 严肃,何素玉,黄萍,等.基于决策树模型的肝硬化患者DRGs住院费用标准分组研究[J].中国病案,2022,23(11):55-59.
- [3] 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心.全国伤害医院监测数据集(2018)[M].北京:人民卫生电子音像出版社,2020.
- [4] 吴丽,吕志杰,卢汉体,等.基于分位数回归与决策树模型的慢性阻塞性肺疾病患者DRGs分组研究[J].中国医院统计,2022,29(1):42-46,50.
- [5] 吴学智.基于DRGs的急性阑尾炎患者住院费用分析[J].中国卫生统计,2020,37(3):465-467.
- [6] 徐梦秋,丁丽萍.前列腺癌患者住院费用的疾病诊断相关分组研究[J].中国医院统计,2020,27(5):416-419.
- [7] 吴俊霞,李育梅,黄松平,等.慢性乙型病毒性肝炎DRGs分组研究.中国卫生统计,2020,37(6):905-907.
- [8] 姜雪霞,李江峰.2018—2019年温州市哨点监测医院儿童跌倒/坠落伤的流行特征分析[J].中国医院统计,2020,27(6):506-509.
- [9] YE P, ER Y, WANG H, et al. Burden of falls among people aged 60 years and older in mainland China, 1990-2019: findings from the global burden of disease study 2019[J]. The lancet public health, 2021,6(12):e907-e918.
- [10] 刘蓉,邱琳,飒日娜,等.2006—2020年陕西省眉县儿童跌倒/坠落伤害病例分析[J].职业与健康,2020,38(3):317-321.

[收稿日期:2023-07-28](编辑:彭博)