



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2024.09.013

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2024.09.013

· 论著 ·

# Cox 回归联合决策树建立脑卒中患者发生创伤后应激障碍预测模型并验证

严欣健 曾昭 李锋 霍华锋

**[摘要]** **目的** 运用 Cox 回归与决策树探讨脑卒中患者发生创伤后应激障碍 (PTSD) 的影响因素并建立预测模型及验证。**方法** 选取 2018 年 6 月 ~ 2020 年 6 月在我院诊治的脑卒中患者 250 例,收集其一般资料和随访数据。采用单因素分析和 Cox 回归筛选 PTSD 发病的影响因素,利用卡方自交互检测决策树 (CHAID) 建立预测模型,并用受试者工作特征 (ROC) 曲线下面积 (AUC) 评价模型的鉴别效度。**结果** 单因素分析结果显示,文化程度、性格类型、合并慢性病数量、偏瘫、吞咽功能障碍及家庭人均月收入均为脑卒中患者发生 PTSD 的影响因素 ( $P < 0.05$ )。多因素 Cox 回归分析结果显示,合并慢性病数量  $\geq 3$  种、偏瘫及吞咽功能障碍均是脑卒中患者发生 PTSD 的独立危险因素,初中及以上文化程度、外向型性格、家庭人均月收入  $> 5000$  元均是脑卒中患者发生 PTSD 的独立保护因素 ( $P < 0.05$ )。CHAID 模型的 AUC 为 0.832,敏感度为 0.938,特异度为 0.611,总体正确率为 83.6%。**结论** Cox 回归联合决策树可多方面探讨卒中患者发生 PTSD 的影响因素,能够准确预测脑卒中患者 PTSD 风险,为卒中患者预后评估提供参考。

**[关键词]** 创伤后应激障碍; 决策树; Cox 回归; 预测模型

**[中图分类号]** R749.5

**[文献标识码]** A

脑卒中的突发性和不可控特征,导致患者出现心理创伤风险较大<sup>[1]</sup>。其中脑卒中诱导创伤后应激障碍 (PTSD) 现象更是常见<sup>[2]</sup>。研究报道卒中患者 1 年内 PTSD 的发病率高达 23%<sup>[3]</sup>。PTSD 背景复杂,可能与性别、婚姻状况及病史多种因素有关<sup>[4]</sup>。探究脑卒中患者 PTSD 的危险因素并进行个体化预测,对预防其 PTSD 有重要意义。决策树作为一种数据挖掘方法,与逐步回归一样,可选择变量,不同的是其能将离散型变量和连续型变量用于目标变量或自变量以构造决策树模型,有强大预测能力<sup>[5]</sup>,但却不能量化变量的风险值,不能考虑时间因素对结局事件的影响。因此本研究联合 Cox 回归和决策树以建立预测脑卒中患者发生 PTSD 的模型,旨在辅助医生快速评估患者的 PTSD 风险提供参考。

## 对象与方法

1. 对象:选取 2018 年 6 月 ~ 2020 年 6 月在梧州市中医医院急诊科诊断为脑卒中并接受治疗患者 250 例,其中男 108 例、女 142 例,年龄 33 ~ 82 岁,平均年龄 ( $55.54 \pm 10.18$ ) 岁。纳入标准:(1) 均符合《中国各类

主要脑血管病诊断要点 2019》中脑卒中诊断标准<sup>[6]</sup>;(2) 脑卒中初次发作;(3) 无语言功能障碍,意识清晰能配合研究。排除标准:(1) 临床资料不完整;(2) 有精神疾病史;(3) 合并恶性肿瘤;(4) 并发蛛网膜下隙出血。本研究已通过我院医学伦理委员会审核批准 (WZ018-759),所有患者均签署知情同意书。

## 2. 方法

(1) 一般临床资料收集及随访情况:收集所有患者一般临床资料,包括性别、年龄、文化程度、婚姻状况、性格类型、慢性病史、偏瘫情况、吞咽功能障碍情况、卒中类型、医疗费用支付方式、居住方式、家庭人均月收入。以患者发生 PTSD 或末次随访时间 (2021 年 12 月 1 日) 为终点事件,随访周期为患者首次住院治疗至末次治疗每 3 个月随访 1 次,之后为每 6 个月随访 1 次直至出现 PTSD、失访或随访日期截止。根据随访期间是否发生 PTSD,将所有患者分为 PTSD 组 (54 例) 和非 PTSD 组 (196 例)。

(2) 相关诊断标准:采用杨晓云等<sup>[7]</sup>修订的创伤后应激障碍症状量表诊断 PTSD,包括反复创伤体验、回避 (麻木)、警觉性增高 3 个维度、17 个条目;各条目以 5 级计分,总分 17 ~ 85 分,  $< 38$  分为阴性、 $\geq 38$  分为阳性;量表的 Cronbach's  $\alpha$  系数及重测信度均  $> 0.90$ 。

采用艾森克人格问卷简式表中国版的 E(内外向)分量表<sup>[8]</sup>评估患者的性格类型,标准 T 分 <43.3 分为内向型,43.3~56.7 分为中间型,>56.7 分为外向型。

3. 统计学处理:应用 SPSS 23.0 软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Cox 回归筛选 PTSD 发病的影响因素;采用卡方自交互检测决策树(CHAD)建立预测模型;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估模型鉴别效度。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

结 果

1. 脑卒中患者发生 PTSD 的单因素分析:PTSD 组患者平均年龄(54.36 ± 10.02)岁,中位随访时间 10 个月;非 PTSD 组患者平均年龄(55.65 ± 9.78)岁,中位随访时间 24 个月。单因素分析结果显示,文化程度、性格类型、合并慢性病数量、偏瘫、吞咽功能障碍及家庭人均月收入均为脑卒中患者发生 PTSD 的影响因素( $P < 0.05$ )。见表 1。

2. 影响脑卒中患者发生 PTSD 的 Cox 回归分析:以脑卒中患者是否发生 PTSD 为结局变量(0 = PTSD 阴性或删失,1 = PTSD 阳性),随访时间为因变量,以文化程度(0 = 小学及以下,1 = 初中及以上)、性格(1 = 内向型,2 = 中间型,3 = 外向型)、合并慢性病数量(1 = 0 种,2 = 1~2 种,3 = ≥3 种)、偏瘫(0 = 无,1 = 有)、吞咽功能障碍(0 = 无,1 = 有)、家庭人均月收入(1 = <3 000 元,2 = 3 000~5 000 元,3 = >5 000 元)为自变量,建立 Cox 回归模型。多因素 Cox 回归分析结果显

示,合并慢性病数量≥3 种、偏瘫及吞咽功能障碍均是脑卒中患者发生 PTSD 的独立危险因素,初中及以上文化程度、外向型性格、家庭人均月收入>5 000 元均是脑卒中患者发生 PTSD 的独立保护因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 脑卒中患者发生 PTSD 影响因素的 Cox 回归分析

变量	单因素			多因素		
	HR 值	95% CI	P 值	HR 值	95% CI	P 值
初中及以上文化程度	0.356	0.196 ~ 0.646	<0.001	0.454	0.245 ~ 0.840	0.012
外向型性格	0.484	0.336 ~ 0.699	0.001	0.540	0.341 ~ 0.763	0.014
合并慢性病数量≥3 种	2.670	1.767 ~ 4.034	<0.001	2.142	1.383 ~ 3.316	0.001
偏瘫	14.747	7.471 ~ 28.381	<0.001	7.082	3.082 ~ 16.260	<0.001
吞咽功能障碍	7.865	4.207 ~ 14.704	0.001	2.989	1.900 ~ 4.395	0.026
家庭人均月收入>5 000 元	0.034	0.230 ~ 0.511	<0.001	0.344	0.225 ~ 0.527	<0.001

3. CHAD 模型的构建及验证:将 Cox 回归分析中有统计学意义的 6 个自变量作为预测因子纳入 CHAD 模型,父节点和子节点最小个案数分别设置为 50 和 100,经拆分样本检验法,随机分配 70% 的样本数为训练样本,其余 30% 的样本为检验样本,用于检验 CHAD 模型的分类效果,最终生成深度为 3,节点数为 15,终端节点为 9 的树。模型通过自动剪枝去除了吞咽功能障碍因子对结果的影响。经交叉测试发现,模型总体正确率为 83.6%,曲线下面积(AUC)为 0.832,敏感度为 0.938,特异度为 0.611。见表 3、图 1。

表 1 脑卒中患者发生 PTSD 的单因素分析[例,(%)]

组别	例数	性别		年龄		文化程度		婚姻状况		
		男	女	<55 岁	≥55 岁	小学及以下	初中及以上	已婚	离异/丧偶	未婚
PTSD 组	54	26(48.15)	28(51.85)	13(24.07)	41(75.93)	39(72.22)	15(27.78)	35(64.81)	15(27.78)	4(7.41)
非 PTSD 组	196	82(41.84)	114(58.16)	41(20.92)	155(79.08)	90(45.92)	106(54.08)	142(72.45)	44(22.45)	10(5.10)
$\chi^2$ 值		0.687		0.249		11.729		1.260		
P 值		0.407		0.618		0.001		0.533		

组别	例数	性格类型			合并慢性病数量			医疗费支付方式		
		内向型	中间型	外向型	无	1~2 种	≥3 种	职工医保	城乡医保	自费/商业保险
PTSD 组	54	26(48.15)	20(37.04)	8(14.81)	8(14.81)	36(66.67)	10(18.52)	12(22.22)	31(57.41)	11(20.37)
非 PTSD 组	196	40(20.41)	79(40.31)	77(39.29)	80(40.82)	100(51.02)	16(8.16)	54(27.55)	123(62.76)	19(9.69)
$\chi^2$ 值		19.911			14.402			4.673		
P 值		<0.001			0.001			0.097		

组别	例数	偏瘫	吞咽功能障碍	卒中类型		居住方式			家庭人均月收入		
				缺血性	出血性	独居	与子女/伴侣居住	其他	<3 000 元	3 000~5 000 元	>5 000 元
PTSD 组	54	30(55.56)	29(53.70)	43(79.63)	11(20.37)	11(20.37)	38(70.37)	5(9.26)	25(46.30)	20(37.04)	9(16.67)
非 PTSD 组	196	46(23.47)	58(29.59)	162(82.65)	34(17.35)	31(15.82)	136(69.39)	29(14.80)	50(25.51)	74(37.76)	72(36.73)
$\chi^2$ 值		20.600	10.848	0.262		1.483			11.365		
P 值		<0.001	0.001	0.609		0.476			0.003		

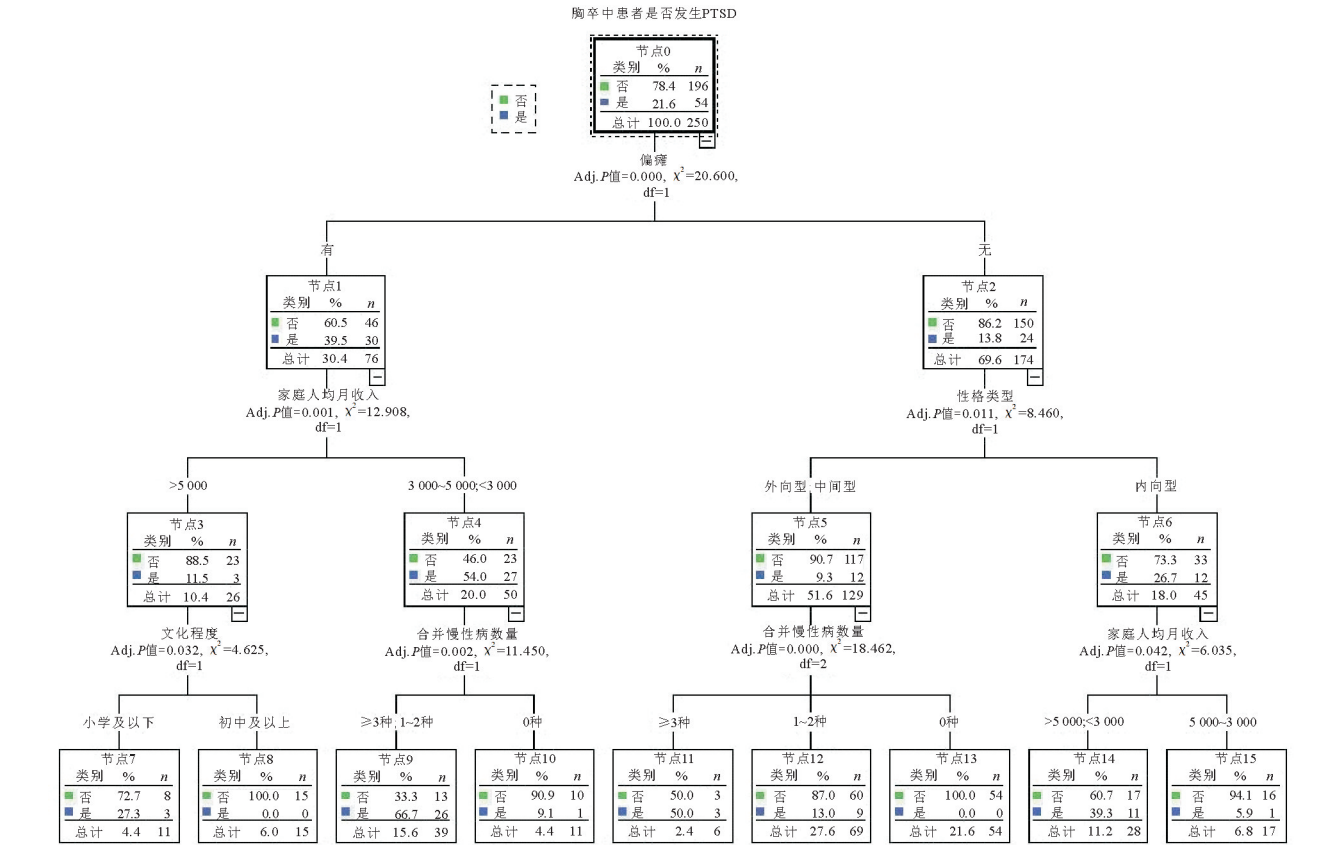


图1 预测脑卒中患者发生 PTSD 的CHAID模型(图中决策树深度为3,节点数为15,终端节点为9;第1层为最显著影响因子,其余影响因子分布于第2,3层;在同一层内,指标高的节点表示具有这个特征的群体在该层中的影响最高)

观测值	预测值		
	非 PTSD	PTSD	正确百分比(%)
非 PTSD	180	16	91.8
PTSD	25	29	53.7
总体百分比(%)	82.0	18.0	83.6

### 讨论

PTSD 指突发性、灾难性生活事件造成的个体延迟出现或长期持续存在的精神障碍,主要表现为反复出现闯入性创伤体验、回避与情感麻木。PTSD 病程较长,归属于慢性疾病的一种,对个人危害极大<sup>[9]</sup>。脑卒中作为一种创伤事件,已有数据表明,约 28.75% 的脑卒中患者长期存在抑郁和焦虑情绪<sup>[10]</sup>,脑卒中后 PTSD 的发病率在 3% ~ 37% 左右<sup>[11]</sup>。PTSD 不但影响患者的心理健康,增加负性情绪的发生率,还影响患者的服药依从性,增加复发性中风或其他心血管事件的风险<sup>[12]</sup>。影响脑卒中患者发生 PTSD 的因素是多样的,本研究在 Cox 回归基础上,联合决策树筛选出多个显著变量以成功构建脑卒中后发生 PTSD 的风险预测模型,对辨别高危患者具有重要意义。

从决策树模型可看出,脑卒中患者发生 PTSD 影

响最大的因素为是否存在偏瘫情况,这与董立焕等<sup>[13]</sup>研究一致。既往研究表明,有肢体活动障碍的患者更易发生 PTSD<sup>[14]</sup>。目前的医疗水平尚不能有效治愈脑卒中疾病。相关资料显示我国 62% 的脑卒中幸存患者会留下不同程度的后遗症<sup>[15]</sup>,偏瘫便是常见的后遗症,主要表现为运动功能受损,是卒中后无法进行活动的重要因素。偏瘫患者在不同程度上丧失了工作和生理自理的能力,自尊心也会受到伤害,害怕成为家庭负担的内疚消极情绪,易引发负性心理问题,导致 PTSD 风险升高。其次家庭人均月收入也会导致卒中患者 PTSD 发生,人均月收入偏低的患者发生 PTSD 风险高于人均月收入较高的患者。可能是脑卒中病程长,尤其有偏瘫等运动功能障碍,遗留的终身残疾将给患者的家庭带来巨大的经济负担。资料显示 2017 年我国缺血性脑卒中和出血性脑卒中人均住院费用依次为 9 607 元和 18 525 元,相比于 2007 年分别增长 60% 和 118%<sup>[16]</sup>。此外对于年龄偏大且存在多种慢性病需长期服药的卒中患者,每年医疗费用支出远高于以上的数值,这对于大部分家庭收入偏低的患者均是相当大的经济压力。因而基于上述压力的作用下,此类患者 PTSD 风险极高。本研究还发现性格对 PTSD 有影响,



内向性格的患者更易发生创伤后应激障碍,与徐婧姍<sup>[17]</sup>的报道结果一致。究其原因可能为内向人格患者本身情感相对敏感细腻、又不善于与人交流,发生创伤事件后,无法通过与外界沟通获取支持,以化解内心的焦虑紧张情绪,进而演变为 PTSD。自身合并有多种慢性病的卒中患者也是 PTSD 的高风险人群。史姝等<sup>[4]</sup>发现卒中患者合并高血压和高血脂是发生 PTSD 的独立危险因素。患者合并多种疾病,一方面承受生理病痛的影响,另一方面要面对沉重的经济负担,促使患者积累更多的创伤体验和消极情绪,易诱导 PTSD 的发生。

本研究在 Cox 回归的基础上引入 CHAID 模型,该模型有强大解释能力,可依据统计显著性差异确定最佳的分组变量和分割点,最终形成树状图,以明确各因素间的作用关系以及各因素亚组的差异<sup>[18]</sup>。通过联合建模弥补 Cox 回归方法的缺陷,清晰地解释了自变量与各因变量之间的等级关系,经检验联合建模 ROC 曲线下面积为 0.832,正确分类百分比为 83.6%,表明 Cox 回归联合决策树预测的方法可以多方面探讨卒中患者发生 PTSD 的影响因素,为临床卒中患者预后评估提供参考。但本研究也还存在局限性,如单因素分析中未纳入社会功能对患者发病的影响,后续研究还需深入探讨患者对社会功能的评价;其次纳入样本量偏少,组间样本量差异较大,模型的特异度偏低,在今后还需开展多中心研究,增强研究结果的可靠性。

综上所述,Cox 回归联合决策树可多方面探讨卒中患者发生 PTSD 的影响因素,能够预测脑卒中患者发生创伤后应激障碍,为临床卒中患者预后评估提供参考。

参 考 文 献

[1] 刘明法,周脉耕,刘世炜,等. 1990 和 2015 年天津市脑卒中死亡率

和疾病负担分析[J]. 中国现代神经疾病杂志,2018,18(7):520-526.

[2] 聂玉平,白红民,赵刚,等. 脑卒中后创伤后应激障碍的研究进展[J]. 中国临床神经外科杂志,2022,27(5):407-411.

[3] Tang WK, Wang L, Tsoi KK, et al. Post-Traumatic Stress Disorder after Stroke: A Systematic Review [J]. Neurol India, 2022, 70(5):1887-1895.

[4] 史姝,史林飞. 脑卒中合并创伤后应激障碍的危险因素探讨及风险列线图模型的建立[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2021,19(10):1734-1738.

[5] Song YY, Lu Y. Decision tree methods: applications for classification and prediction[J]. Shanghai Arch Psychiatry, 2015, 27(2):130-135.

[6] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. 中华神经科杂志, 2019(9):710-715.

[7] 杨晓云,杨宏爱,刘启贵,等. 创伤后应激检查量表平民版的效度、信度及影响因素的研究[J]. 中国健康心理学杂志,2007(1):6-9.

[8] 钱铭怡,武国城,朱荣春,等. 艾森克人格问卷简式量表中国版(EQ-RSC)的修订[J]. 心理学报,2000,32(3):317-323.

[9] 陈业史. 聚焦解决模式对急性心肌梗死患者心理弹性及创伤后应激障碍的影响[D]. 南华大学,2021.

[10] 侯聪玲,刘小楠. 127 例急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗后患者焦虑抑郁状况[J]. 中国健康心理学杂志,2021,29(1):49-53.

[11] Rutovic S, Kadojic D, Dikanovic M, et al. Prevalence and correlates of post-traumatic stress disorder after ischaemic stroke[J]. Acta Neurol Belg, 2021, 121(2):437-442.

[12] El-Solh AA, Lawson Y, Attai P. Cardiovascular events in insomnia patients with post-traumatic stress disorder[J]. Sleep Med, 2022, 100:24-30.

[13] 董立焕,王倩,裴荷珠,等. 脑卒中患者急性应激障碍及影响因素研究[J]. 护理学杂志,2019,34(16):80-83.

[14] 乔雪. 脑卒中后运动功能障碍患者创伤后应激障碍水平及其影响因素的调查研究[J]. 解放军预防医学杂志,2020,38(1):36-38.

[15] 和颜. 脑卒中偏瘫患者反刍性沉思的现状及其影响因素研究[D]. 华北理工大学,2021:16-17.

[16] 殷淑娟,况杰,陈积标,等. 2015-2019 年江西省出血性脑卒中流行特征及住院费用分析[J]. 中国全科医学,2022,25(13):1582-1588.

[17] 徐婧姍. 脑卒中后创伤后应激障碍的心理社会因素研究[D]. 石河子大学,2018:8-13.

[18] 阙霜,曾雁冰,方亚. 基于 logistic 回归与决策树模型的社会资本对老年人自评健康的影响研究[J]. 中国卫生统计,2022,39(2):186-191.

(收稿日期:2022-08-05)  
(本文编辑:高婷)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床内科杂志》2024 年重点内容安排

第一期	IgA 肾病的诊疗进展	第七期	小肠疾病的诊治进展
第二期	重症患者的谵妄,不容忽视	第八期	特殊类型糖尿病
第三期	临床肺部感染	第九期	血液病患者晚期合并症和生活质量
第四期	疑难罕见肝病的临床诊疗进展	第十期	自身免疫性胃炎的研究进展
第五期	缺血性脑血管病的介入诊疗	第十一期	抗磷脂综合征与生殖免疫障碍
第六期	心肌病的诊治进展	第十二期	脑小血管病相关认知障碍