

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.08.011

脑血管疾病专题

血清 Sestrin2、STC1 对高血压基底节区脑出血患者微创穿刺引流术后预后的预测价值

刘红彬, 顾永仕, 刘欢, 叶勇强



基金项目: 四川省卫生健康委员会科技项目(23LCYJ006)

作者单位: 641300 四川省资阳市中心医院神经外科(刘红彬、刘欢、叶勇强); 617000 四川省攀枝花市中心医院神经外科(顾永仕)

通信作者: 叶勇强, E-mail: leonye1981@ 163.com

【摘要】目的 探究血清应激诱导蛋白 2(Sestrin2)、斯钙素蛋白 1(STC1) 对高血压基底节区脑出血(HBGH) 患者微创穿刺引流术(MIPD) 后预后的预测价值。**方法** 选取 2022 年 6 月—2025 年 6 月四川省资阳市中心医院神经外科治疗的 HBGH 患者 98 例作为 HBGH 组, 根据入院时格拉斯哥昏迷指数分为轻度亚组 27 例、中度亚组 32 例、重度亚组 39 例, 又根据预后情况分为不良亚组 32 例和良好亚组 66 例; 另选取同期医院进行体检的健康志愿者 98 例纳入健康对照组。ELISA 法检测血清 Sestrin2、STC1 水平; 采用 Logistic 回归分析 HBGH 患者术后预后不良的影响因素; 采用 ROC 曲线分析血清 Sestrin2、STC1 水平对 HBGH 患者术后预后不良的预测价值; 采用 Bootstrap 法(1 000 次重复抽样) 进行内部验证; 采用 Hosmer-Lemeshow 检验模型拟合度; 采用决策曲线分析(DCA) 评估临床净获益。**结果** 与健康对照组比较, HBGH 组血清 Sestrin2、STC1 水平升高($t/P=21.351/<0.001, 18.559/<0.001$), 且轻度亚组、中度亚组、重度亚组 HBGH 患者依次升高($F/P=127.258/<0.001, 84.685/<0.001$); 与良好亚组比较, 不良亚组血肿体积大, 血清 Sestrin2、STC1 水平升高($t/P=4.561/<0.001, 7.958/<0.001, 7.816/<0.001$); 血肿体积 >50 ml 及血清 Sestrin2、STC1 水平升高是 HBGH 患者术后预后不良的独立危险因素 [OR(95% CI) = 2.968(1.426~6.178), 3.695(1.426~6.178), 2.134(1.300~3.504)]; 血清 Sestrin2、STC1 水平及二者联合预测 HBGH 患者术后预后不良的曲线下面积(AUC) 分别为 0.824、0.838、0.927, 二者联合优于各自单独预测($Z/P=2.817/0.005, 2.050/0.040$); 校准曲线与理想曲线基本一致。Hosmer-Lemeshow 检验提示模型拟合良好($\chi^2=1.132, df=8, P=0.997$), 证实预测概率与实测结果间具有良好的一致性。在阈值(0.20~0.91) 范围内, 血清 Sestrin2、STC1 联合预测 HBGH 患者术后预后不良的净收益率高于单一指标检测。**结论** HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 水平升高, 二者联合预测 HBGH 患者术后预后效能较高。

【关键词】 高血压基底节区脑出血; 应激诱导蛋白 2; 斯钙素蛋白 1; 微创穿刺引流术; 预后

【中图分类号】 R743.34; R651.1

【文献标识码】 A

The predictive value of serum Sestrin2 and STC1 for the prognosis of patients with hypertensive basal ganglia hemorrhage after minimally invasive puncture and drainage Liu Hongbin*, Gu Yongshi, Liu Huan, Ye Yongqiang.

* Department of Neurosurgery, Ziyang Central Hospital, Sichuan, Ziyang 641300, China

Funding program: Science and Technology Project of Sichuan Provincial Health Commission (23LCYJ006)

Corresponding author: Ye Yongqiang, E-mail: leonye1981@ 163.com

【Abstract】Objective To explore the predictive value of serum Sestrin2 and stanniocalcin 1 (STC1) for the prognosis of patients with hypertensive basal ganglia hemorrhage (HBGH) after minimally invasive puncture and drainage (MIPD). **Methods** A total of 98 patients with HBGH who were treated in the Department of Neurosurgery of Ziyang Central Hospital in Sichuan Province from June 2022 to June 2025 were selected as the HBGH group. According to the Glasgow Coma Scale score at admission, patients were divided into a mild group (27 cases), a moderate group (32 cases), and a severe group (39 cases). Based on prognosis, patients were divided into a poor prognosis group (32 cases) and a good prognosis group (66 cases). Meanwhile, 98 healthy volunteers who underwent physical examinations at our hospital were recruited as the control group. Serum levels of Sestrin2 and STC1 were measured by ELISA. Logistic regression analysis was used to identify factors influencing poor postoperative prognosis in HBGH patients. ROC curve analysis was performed to evaluate the predic-

tive value of serum Sestrin2 and STC1 levels for poor postoperative prognosis. Internal validation was conducted using the Bootstrap method (1000 repeated samplings). The Hosmer-Lemeshow test was used to assess model fit. Decision curve analysis (DCA) was employed to evaluate the clinical net benefit. **Results** Compared with the control group, serum levels of Sestrin2 and STC1 were significantly higher in the HBGH group ($t/P=21.351/<0.001$, $18.559/<0.001$). Serum Sestrin2 and STC1 levels were significantly higher in the moderate and severe groups than in the mild group, and significantly higher in the severe group than in the moderate group ($F/P=127.258/<0.001$, $84.685/<0.001$). Compared with the good prognosis group, the poor prognosis group had significantly larger hematoma volume, and higher serum Sestrin2 and STC1 levels ($t/P=7.958/<0.001$, $7.816/<0.001$, $7.920/<0.001$). Hematoma volume >50 mL, elevated serum Sestrin2, and elevated STC1 were independent risk factors for poor prognosis in HBGH patients after surgery [OR (95% CI) = 2.968 (1.426–6.178), 3.695 (1.580–8.645), 2.134 (1.300–3.504)]. The AUCs of serum Sestrin2, STC1, and their combination for predicting poor postoperative prognosis were 0.824, 0.838, and 0.927, respectively, with the combined prediction significantly superior to individual predictions (both $P<0.05$). The sensitivities were 81.25%, 84.37%, and 81.25%, respectively, and specificities were 69.70%, 77.27%, and 89.39%, respectively. The calibration curve was closely aligned with the ideal curve. The Hosmer-Lemeshow test indicated good model fit ($\chi^2=1.132$, $df=8$, $P=0.997$), confirming good consistency between predicted probabilities and actual results. Within the threshold range of 0.20–0.91, the combined prediction of serum Sestrin2 and STC1 for poor postoperative prognosis in HBGH patients had a higher net benefit rate than single indicator detection. **Conclusion** Serum Sestrin2 and STC1 levels are elevated in HBGH patients. The combination of these two indicators has higher predictive efficiency for postoperative prognosis in HBGH patients.

【Key words】 Hypertensive basal ganglia hemorrhage; Sestrin2; Stanniocalcin 1; Minimally invasive puncture and drainage; Prognosis

高血压基底节区脑出血(hypertensive basal ganglia hemorrhage, HBGH)是神经外科常见的急危重症,其致残率与病死率居高不下,给患者、家庭及社会带来沉重负担^[1]。目前,微创穿刺引流术(minimally invasive puncture and drainage, MIPD)因其创伤小、定位准、恢复快等优势,已成为治疗 HBGH 的重要外科手段^[2]。然而,临床中仍有部分患者术后神经功能恢复较差,预后不佳^[3]。因此,早期识别术后预后不良的高危患者,对指导个体化治疗、改善临床结局具有重要意义。近年来,血清生物标志物因其易获取、可动态监测等优势,在神经系统疾病预后评估中展现出重要价值^[4]。氧化应激与炎症反应是 HBGH 后继发性脑损伤的核心机制,寻找与此相关的血清标志物已成为研究热点^[5]。应激诱导蛋白 2(Sestrin2)是一种新型应激反应蛋白,可通过调节 Nrf2/ARE 等信号通路发挥抗氧化、抗炎及神经保护作用^[6]。斯钙素蛋白 1(Stanniocalcin 1, STC1)是一种多效性糖蛋白激素,参与调节钙磷代谢、细胞凋亡、氧化应激及炎症反应,在脑损伤疾病模型中均表现出神经保护潜能^[6-7]。然而,目前关于 Sestrin2 和 STC1 在 HBGH 患者血清中的表达水平及其对 MIPD 术后预后的预测价值尚未见系统报道。基于此,本研究旨在分析 HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 水平与患者术后预后的关系,以期对 HBGH 患者术后风险分层和早期干预提供新的理论依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2022 年 6 月—2025 年 6 月四川省资阳市中心医院神经外科治疗的 HBGH 患者 98 例作为 HBGH 组,男 48 例,女 50 例,年龄(59.55 ± 8.76)岁; BMI $19\sim 27$ (23.08 ± 3.15) kg/m²;根据入院时格拉斯哥昏迷指数^[8]将患者分为轻度亚组($13\sim 15$ 分, 27 例)、中度亚组($9\sim 12$ 分, 32 例)、重度亚组(≤ 8 分, 39 例)。同期选取在医院进行体检的健康志愿者 98 例纳入健康对照组,男 52 例,女 46 例,年龄(60.01 ± 9.04)岁; BMI $19\sim 26$ (22.96 ± 2.85) kg/m²。2 组性别、年龄、BMI 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究通过医院伦理委员会审核批准(2022 年 审 158 号),受试者和/或家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: ①有明确高血压病史,符合 HBGH 诊断标准^[9],经 CT 扫描确诊; ②符合 MIPD 手术指征; ③发病至入院时间 <6 h; ④患者临床资料完整。(2) 排除标准: ①重要器官如心、肝、肾功能不全者; ②自身免疫病、血液系统疾病或免疫缺陷病者; ③有脑卒中或神经功能缺损病史; ④合并严重感染者; ⑤继发性脑出血者或因动静脉畸形、颅内动脉瘤等引起的脑出血者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集: 包括人口学特征(性别、年龄、

BMI)、吸烟史、饮酒史、基础疾病、舒张压、收缩压、手术等待时间、穿刺位置、血肿体积、术中血肿抽吸量、尿激酶冲管次数等。

1.3.2 血清 Sestrin2、STC1 水平检测: 于患者入院时和健康对照组体检当天采集其空腹肘静脉血 5 ml, 离心收集上清液于 -80℃ 冰箱保存。ELISA 法检测血清 Sestrin2(上海禾午生物科技有限公司试剂盒, 货号 TH1273)、STC1(上海爱必信生物科技有限公司试剂盒, 货号 abs551434) 水平, 全过程依照说明书进行操作并根据标准曲线换算结果。

1.3.3 预后评估: HBGH 患者出院后, 通过微信、电话等方式随访 3 个月, 截止日期为 2025 年 9 月, 根据改良 Rankin 量表(mRS)^[14] 评价患者神经功能恢复情况, 以 0~6 分表述完全无症状、存在症状但无明显残疾、轻度残疾、中度残疾、中重度残疾、重度残疾需要持续护理、死亡, 根据评分将患者分为不良亚组(3~6 分, 32 例) 和良好亚组(0~2 分, 66 例)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件处理数据。计数资料以频数或构成比(%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用 ANOVA, 进一步两两比较采用 SNK- q 检验; 采用 Logistic 回归分析 HBGH 患者术后预后不良的影响因素; 采用 ROC 曲线分析血清 Sestrin2、STC1 水平对 HBGH 患者术后预后不良的预测价值; 采用 Bootstrap 法(1 000 次重复抽样) 进行内部验证; 采用 Hosmer-Lemeshow 检验模型拟合度; 采用决策曲线分析(DCA) 评估临床净获益。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 Sestrin2、STC1 水平比较 与健康对照组比较, HBGH 组血清 Sestrin2、STC1 水平升高, 差异有统计学意义(P 均 <0.01), 见表 1。

表 1 HBGH 组、健康对照组血清 Sestrin2、STC1 水平比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$)

Tab.1 Comparison of serum Sestrin2 and STC1 levels in HBGH group and control group

组 别	例数	Sestrin2	STC1
健康对照组	98	7.28±0.96	12.81±2.14
HBGH 组	98	13.93±2.93	20.31±3.38
t 值		21.351	18.559
P 值		<0.001	<0.001

2.2 不同严重程度 HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 水平比较 血清 Sestrin2、STC1 水平比较, 轻度亚组、中

度亚组、重度亚组 HBGH 患者依次升高, 差异有统计学意义($P < 0.01$), 见表 2。

表 2 轻度亚组、中度亚组、重度亚组 HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 水平比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$)

Tab.2 Comparison of serum Sestrin2 and STC1 levels in patients with mild, moderate and severe HBGH

组 别	例数	Sestrin2	STC1
轻度亚组	27	10.51±1.24	16.42±1.83
中度亚组	32	13.17±1.56	19.52±2.04
重度亚组	39	16.91±1.91	23.64±2.65
F 值		127.258	84.685
P 值		<0.001	<0.001

2.3 2 亚组临床资料及血清 Sestrin2、STC1 水平比较 与良好亚组比较, 不良亚组血肿体积及血清 Sestrin2、STC1 水平升高, 差异有统计学意义(P 均 <0.01), 见表 3。

表 3 不良亚组和良好亚组临床资料及血清 Sestrin2、STC1 水平比较

Tab.3 Comparison of clinical data and serum levels of Sestrin2 and STC1 between the poor subgroup and the good subgroup

项 目	良好亚组 ($n=66$)	不良亚组 ($n=32$)	χ^2/t 值	P 值
性别 例(%)]	男 30(45.45) 女 36(54.55)	18(56.25) 14(43.75)	1.005	0.316
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	58.62±9.82	61.48±10.35	1.328	0.187
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m^2)	23.04±2.97	23.15±3.01	0.171	0.864
吸烟史 例(%)]	25(37.88)	13(40.63)	0.068	0.794
饮酒史 例(%)]	22(33.33)	10(31.25)	0.043	0.837
冠心病 例(%)]	13(19.70)	5(15.63)	0.238	0.625
糖尿病 例(%)]	11(16.67)	4(12.50)	0.057	0.842
舒张压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	86.43±9.14	87.16±9.62	0.364	0.716
收缩压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	166.82±26.43	168.91±22.81	0.383	0.702
手术等待时间($\bar{x} \pm s$, h)	13.25±0.96	13.31±0.91	0.295	0.769
穿刺位置 中心 例(%)] 边缘	45(68.18) 21(31.82)	20(62.50) 12(37.50)	0.312	0.577
血肿体积($\bar{x} \pm s$, ml)	45.87±6.13	52.13±6.85	4.561	<0.001
术中血肿抽吸量($\bar{x} \pm s$, ml)	18.12±3.12	17.64±2.89	0.731	0.466
尿激酶冲管次数($\bar{x} \pm s$, 次)	1.86±0.36	2.01±0.48	1.729	0.087
Sestrin2($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{g/L}$)	12.53±2.42	16.81±2.65	7.958	<0.001
STC1($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{g/L}$)	18.86±2.25	23.29±3.29	7.816	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析影响 HBGH 患者术后预后不良的因素 以 HBGH 患者术后预后不良为因变量(赋值: 是为“1”; 否为“0”), 以血肿体积、Sestrin2、STC1(连续变量, 原值代入) 为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 血肿体积 >50 ml 及血清

Sestrin2、STC1 水平升高是 HBGH 患者术后预后不良的独立危险因素 (P 均 <0.01)，见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析影响 HBGH 患者术后预后不良的因素

Tab.4 Multivariate Logistic regression analysis of factors affecting poor postoperative outcomes in patients with HBGH

变 量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
水肿体积 >50 ml	1.088	0.374	8.461	0.004	2.968	1.426~6.178
Sestrin2 高	1.307	0.486	7.232	0.007	3.695	1.425~9.579
STC1 高	0.758	0.253	8.976	0.003	2.134	1.300~3.504

2.5 血清 Sestrin2、STC1 水平对 HBGH 患者术后预后不良的预测价值 绘制血清 Sestrin2、STC1 水平预测 HBGH 患者术后预后不良的 ROC 曲线,并计算曲线下面积(AUC),结果显示:血清 Sestrin2、STC1 水平及二者联合预测 HBGH 患者术后预后不良的 AUC 分别为 0.824、0.838、0.927,二者联合优于各自单独预测($Z/P=2.817/0.005$ 、 $2.050/0.040$)，见表 5、图 1。

表 5 血清 Sestrin2、STC1 水平对 HBGH 患者术后预后不良的预测价值

Tab.5 The predictive value of serum Sestrin2 and STC1 levels for poor postoperative prognosis in patients with HBGH

变 量	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	Youden 指数
Sestrin2	15.03 $\mu\text{g/L}$	0.824	0.734~0.893	0.813	0.697	0.510
STC1	21.86 $\mu\text{g/L}$	0.838	0.750~0.905	0.844	0.773	0.617
二者联合		0.927	0.857~0.970	0.813	0.894	0.707

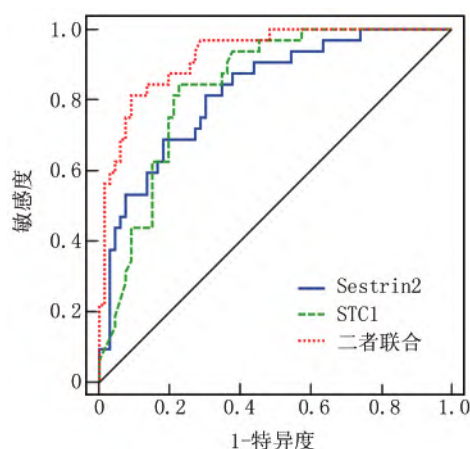


图 1 血清 Sestrin2、STC1 水平预测 HBGH 患者术后预后不良的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve showing the prediction of poor postoperative prognosis in HBGH patients based on serum Sestrin2 and STC1 levels

2.6 HBGH 患者术后预后不良预测模型的内部验证

采用 Bootstrap 法(1 000 次重复采样)对预测模型进行内部验证,结果显示,校准曲线与理想曲线基本一致(图 2)。Hosmer-Lemeshow 检验提示模型拟合良好($\chi^2=1.132$, $df=8$, $P=0.997$),证实预测概率与实测结果间具有良好的一致性。

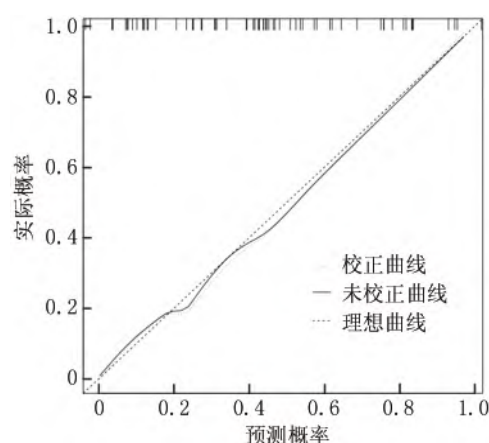


图 2 HBGH 患者术后预后不良联合预测模型的校准曲线

Fig.2 Calibration curve of the combined prediction model for poor postoperative prognosis in HBGH patients (1000 times Bootstrap validation)

2.7 HBGH 患者术后预后不良预测模型的临床价值评估

DCA 曲线表明,在阈值(0.20~0.91)范围内,血清 Sestrin2、STC1 联合预测 HBGH 患者术后预后不良的净收益率高于单一指标检测,见图 3。

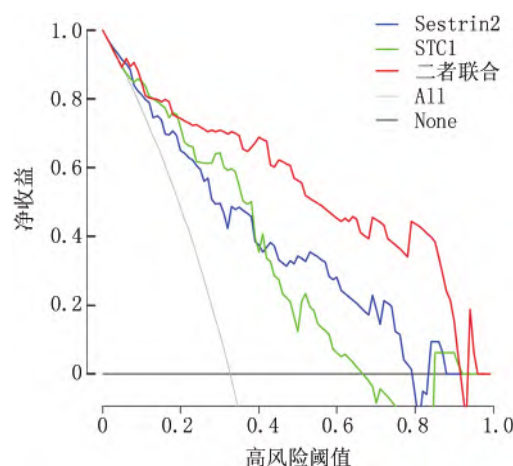


图 3 预测模型评估 HBGH 患者术后预后不良的 DCA 曲线

Fig.3 The DCA curve of the predictive model for evaluating poor postoperative prognosis in patients with HBGH

3 讨论

HBGH 作为非创伤性脑实质出血的主要类型,出血部位位于深部脑组织,以急性起病、快速进展及高致残率为典型特征^[1]。MIPD 是治疗 HBGH 的手术方式之一,具有微侵袭、定位精准等优势,能有效减轻血肿占位效应,降低继发性脑损伤风险^[2]。该术式操作相对简便,对正常脑组织扰动小,术中可避开重要血管及功能区,且穿刺装置封闭性好,与术后溶栓药物应用,可提升血肿清除效率^[11]。但 HBGH 患者术后致残率与病死率仍居高不下,本研究中 36.25% 的患者出现不良预后,与汤冉冉等^[12]报道的 37.65% 相近,提示 HBGH 患者术后总体预后仍不乐观,寻找有效的预后预测指标,对实施个体化治疗与康复干预具有重要意义。

氧化应激和炎症反应在 HBGH 的发展过程中发挥至关重要的作用,HBGH 发生后,血肿形成的占位效应压迫周围脑组织,导致基底节区局部脑组织急性缺血缺氧,活性氧(ROS)大量产生,同时血浆蛋白、细胞因子等激活炎症反应通路,募集中性粒细胞、巨噬细胞等炎性细胞浸润,释放更多 ROS,形成氧化应激与炎症反应之间的恶性循环,加剧神经细胞凋亡,增加患者致死与致残风险^[4,13-15]。Sestrin2 是一种应激反应蛋白,参与调节免疫应答、氧化损伤修复及缺血缺氧应激等多种生物学过程,已有研究显示,在中枢神经系统疾病中,Sestrin2 表现出神经保护作用^[16-18]。Yang 等^[19]研究发现,急性脑缺血后大脑皮质中 Sestrin2 表达上调,抑制其表达则加重神经元损伤与氧化应激水平。另有研究发现,Sestrin2 可通过激活小胶质细胞中 Nrf2 信号通路,促进 M2 型抗炎小胶质细胞极化,抑制 M1 型促炎小胶质细胞增殖,从而在蛛网膜下腔出血模型中减轻炎症反应与氧化应激,改善神经功能损伤^[20]。本研究发现,HBGH 患者血清 Sestrin2 水平升高,且随着疾病的严重程度不断升高,与周一凡等^[21]研究结论一致,推测原因可能为 Sestrin2 水平的升高可能是对抗 HBGH 损伤的一种代偿反应。本研究比较不同预后结局患者血清 Sestrin2 水平发现,预后不良患者血清 Sestrin2 水平高于预后良好患者,说明血清 Sestrin2 水平与 HBGH 患者预后密切相关,推测原因可能为 HBGH 后炎症反应与氧化应激刺激强烈诱导 Sestrin2 表达,通过激活 Nrf2 等信号通路减轻神经炎症反应与氧化损伤,发挥神经保护作用,Sestrin2 的高表达可能反映患者面临更严重的神经损伤与更差的预后风险^[5,22]。多因素 Logistic 回归分析结果进一步证明,血清 Sestrin2 升高是 HBGH 患者术后预后不良的独立危

险因素,与患者预后不良密切相关。ROC 曲线分析结果显示,Sestrin2 预测 HBGH 患者术后预后不良的 AUC 为 0.824,说明 Sestrin2 具有良好的预测效能,有望成为预测 HBGH 患者术后预后的潜在生物标志物。

STC1 是一种具有多重生物学功能的分泌蛋白,参与钙稳态调节、氧化应激拮抗、炎症反应调控、血管生成以及细胞与组织结构功能的维持^[3]。Jun 等^[23]研究发现,在蛛网膜下腔出血患者中,血清 STC1 水平显著升高,并通过抑制神经元凋亡、减少神经细胞丢失来改善患者预后。Sun 等^[23]研究发现,STC1 经 AMPK 信号通路调节糖酵解与氧化还原稳态,保护星形胶质细胞免受缺氧损伤,抑制 STC1 则会削弱星形胶质细胞与少突胶质细胞的存活能力,增加细胞凋亡,加剧神经损伤。在严重创伤性脑损伤中,STC1 水平同样与疾病严重程度及临床预后密切相关,其表达越高往往提示病情越重、预后越差^[3]。本研究发现,HBGH 患者血清 STC1 水平升高,且随着疾病严重程度而升高,说明 STC1 水平与 HBGH 患者病情密切相关,水平越高反映疾病越严重,推测原因为血清 STC1 水平的升高可能是机体在出血应激状态下的一种代偿性保护反应。本研究发现,不良亚组血清 STC1 水平高于良好亚组,水平升高是 HBGH 患者术后预后不良的独立危险因素,说明血清 STC1 水平升高与 HBGH 患者术后预后不良密切相关。ROC 曲线分析结果显示,血清 STC1 水平预测 HBGH 患者术后预后不良的 AUC 为 0.838,截断值为 21.86 $\mu\text{g/L}$,说明在该截断值下 STC1 具有良好的预测效能。

本研究 ROC 曲线进一步分析,血清 Sestrin2、STC1 联合预测 AUC 高于各指标单独预测,说明二者联合可提升各指标单独预测效能,推测原因可能与二者共同作用于氧化应激和炎症反应有关,联合检测能综合反映患者的应激损伤程度和内在保护能力,提高风险识别的精度。Hosmer-Lemeshow 检验提示模型拟合良好,DCA 曲线分析进一步证实,在较宽的阈值范围内,联合检测能为临床带来更高的净收益。

4 结论

综上所述,HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 水平升高,均为患者术后预后不良的影响因素,二者联合预测 HBGH 患者术后预后效能较高。可为 HBGH 患者临床分层治疗提供参考,对于 HBGH 患者血清 Sestrin2、STC1 高表达者,可采取更积极的监测与干预策略,如强化抗炎抗氧化治疗、尽早启动高强度康复,对于低风险患者,可避免过度医疗,优化资源配置。但本研究为单中心观察性研究,样本量有限,且血清标志物仅为入

院时单点检测,未能动态观察其变化轨迹,未来需要通过多中心、大样本的前瞻性队列研究,并纳入更多潜在混杂因素(如药物治疗、康复措施等),进一步验证本结论。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

刘红彬:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;顾永仕、刘欢:实施研究过程,资料收集,论文修改,进行统计学分析;叶勇强:提出研究思路,分析试验数据

参考文献

- [1] Zhang Z, Li Z. Application of neuroendoscopic surgery in treatment of hypertensive basal ganglia hemorrhage [J]. Rev Neurol, 2022, 75 (5): 109-116. DOI: 10.33588/rn.7505.2021445.
- [2] Wang L, Tang Y, Shi Y, et al. Clinical study on a modified hematoma puncture drainage treatment in patients with hypertensive basal ganglia hemorrhage [J]. World Neurosurg, 2022, 164: e300-e306. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.04.096.
- [3] Hou H, Li X. Clinical changes of serum melatonin and ICAM-1 levels in patients with basal ganglia hypertensive intracerebral hemorrhage [J]. Pak J Med Sci, 2023, 39 (4): 1024-1028. DOI: 10.12669/pjms.39.4.7252.
- [4] Chen S, Li L, Peng C, et al. Targeting oxidative stress and inflammatory response for blood-brain barrier protection in intracerebral hemorrhage [J]. Antioxid Redox Signal, 2022, 37 (1-3): 115-134. DOI: 10.1089/ars.2021.0072.
- [5] Liu X, Li M, Zhu J, et al. Sestrin2 protects against traumatic brain injury by reinforcing the activation of Nrf2 signaling [J]. Hum Exp Toxicol, 2021, 40 (7): 1095-1111. DOI: 10.1177/0960327120984224.
- [6] Guan X, Wang W, Song Q, et al. Astrocyte-derived stanniocalcin-1 orchestrates epileptogenesis through NF- κ B-dependent neuroinflammation [J]. Cell Cycle, 2025, 24 (21-24): 586-604. DOI: 10.1080/15384101.2025.2566293.
- [7] Nadeem M, Shahzad UB, Ahmed M, et al. "Biomarkers in severe traumatic brain injury: enhancing prognostic accuracy and therapeutic strategies" [J]. Neurosurg Rev, 2024, 47 (1): 608-619. DOI: 10.1007/s10143-024-02797-z.
- [8] 张宁,杨华堂. Glasgow 昏迷量表在高血压性脑出血急救策略选择中的作用 [J]. 中国现代神经疾病杂志, 2017, 17 (3): 223-227. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6731.2017.03.011.
- [9] 中华医学会神经外科学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 国家卫生和计划生育委员会脑卒中筛查与防治工程委员会. 自发性脑出血诊断治疗中国多学科专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2015, 24 (12): 1319-1323. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.12.003.
- [10] Ruiz-Sandoval JL, Chiquete E, Parra-Romero G, et al. Hypertensive thalamic hemorrhage: Analysis of short-term outcome [J]. Int J Neurol, 2019, 129 (2): 189-194. DOI: 10.1080/00207454.2018.1518905.
- [11] 王朋宇, 张晓军, 王忠, 等. 微创穿刺引流术治疗高血压脑干出血的研究进展 [J]. 中国医药导报, 2025, 22 (28): 163-167. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2025.28.29.
- [12] 汤冉冉, 王鑫, 张树葆, 等. 高血压基底节区脑出血患者血清 CXCL1, CXCL10 与神经损伤指标和微创穿刺引流术后预后的关系研究 [J]. 现代生物医学进展, 2023, 23 (24): 4791-4795. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.24.038.
- [13] 吴臣义, 吴银艳, 姜海啸, 等. 3D-Slicer 联合智能手机辅助定位下神经内镜血肿清除术对基底核区脑出血患者氧化应激、炎症反应及神经功能的影响研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2025, 33 (10): 8-13. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2025.00.154.
- [14] 史汉童, 郭彦谷, 侯晓翔, 等. 血常规检查中各项参数对急性脑出血患者脑损伤程度及死亡风险预测价值 [J]. 临床军医杂志, 2024, 52 (4): 333-337. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2024.04.02.
- [15] 胥成朗, 李强, 谭承睿, 等. 高血压性脑出血患者血清 miR-132、miR-34a 水平及其与预后的关系 [J]. 疑难病杂志, 2023, 22 (9): 897-901. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.09.001.
- [16] 杨永. 应激诱导蛋白 Sestrin2 在多种病理过程中的作用研究进展 [J]. 国际病理科学与临床杂志, 2021, 41 (2): 410-414. DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.02.024.
- [17] Wang D, Ma L, Li Z, et al. Serum Sestrin2 emerges as a prognostic biomarker of human aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A prospective observational cohort single-center study [J]. Int J Gen Med, 2023, 16: 3869-3887. DOI: 10.2147/IJGM.S428011.
- [18] 于文琪, 艾长思, 宋博, 等. 转录因子 POU2F2 通过激活 Sestrin2 对缺血性脑卒中后癫痫铁死亡的保护作用及机制 [J]. 河北医药, 2024, 46 (19): 2885-2891. DOI: 10.3969/j.issn.1002-7386.2024.19.001.
- [19] Yang J, Guo Q, Wang L, et al. POU domain class 2 transcription factor 2 inhibits ferroptosis in cerebral ischemia reperfusion injury by activating Sestrin2 [J]. Neurochem Res, 2023, 48 (2): 658-670. DOI: 10.1007/s11064-022-03791-x.
- [20] Yang Y, Ding H, Yang C, et al. Sestrin2 provides cerebral protection through activation of Nrf2 signaling in microglia following subarachnoid hemorrhage [J]. Front Immunol, 2023, 14: 1089576. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1089576.
- [21] 周一凡, 闫一九, 王常州, 等. 急性脑出血患者血清 Sestrin2, Omentin-1 水平变化及其与神经功能缺损程度和预后的相关性 [J]. 疑难病杂志, 2024, 23 (9): 1049-1053. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.09.005.
- [22] Jun Q, Luo W. Early-stage serum Stanniocalcin 1 as a predictor of outcome in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100 (51): e28222. DOI: 10.1097/MD.0000000000002822.
- [23] Sun B, He S, Liu B, et al. Stanniocalcin-1 protected astrocytes from hypoxic damage through the AMPK pathway [J]. Neurochem Res, 2021, 46 (11): 2948-2957. DOI: 10.1007/s11064-021-03393-z.

(收稿日期: 2026-02-04)