DOI: 10.12235/E20240619
文章编号：1007-1989（2025）09-0017-12

论 著

高血压脑出血患者神经内镜颅内血肿清除术后大脑环池受压和形态分级与预后的关系

李瑞[1]，何绍坤[2]，杨云川[2]，高锋[2]，孙碧文[2]，何世维[2]，朱云飞[2]，肖文峰[3]

[1.锦州医科大学研究生培养基地（重庆大学附属涪陵医院）神经外科，重庆 408000；2.云南省文山州人民医院 神经外科，云南 文山 663000；3. 重庆大学附属涪陵医院 神经外科，重庆 408000]

摘要：目的 探究高血压脑出血（HCH）患者神经内镜颅内血肿清除术（NEIHE）后大脑环池受压程度和形态分级与预后的关系。**方法** 选择2020年1月—2023年6月于该院接受NEIHE治疗的HCH患者246例。根据术后6个月格拉斯哥预后评分（GOS），将患者分为预后良好组（$n = 158$）和预后不良组（$n = 88$）。采用分层回归模型，分析临床病理特征与大脑环池受压程度和形态分级的关系。采用多因素Logistic回归模型，分析影响HCH患者NEIHE后预后不良的独立危险因素，并构建预测模型。以预后不良为结局变量，绘制受试者操作特征曲线（ROC curve）。比较不同预测模型的曲线下面积（AUC）、综合判别改善指数（IDI）和净重新分类指数（NRI）。采用Hosmer-Lemeshow拟合优度检验判断模型的拟合优度。采用广义相加模型（GAM），分析GOS与相关影响因素的关系。**结果** 与预后良好组相比，预后不良组术前出血量更多，术前格拉斯哥昏迷评分（GCS）更低，中线偏移、高血压病史≥10年、出血破入脑室、手术时机在晚期的患者占比更高，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。与预后良好组相比，预后不良组血肿同侧及对侧大脑环池受压3至4分和大脑环池形态分级为Ⅴ级的患者占比更高，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。分层回归分析显示，出血部位、中线偏移和颅内压对大脑环池受压程度及形态分级有影响，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。多因素Logistic回归分析（模型2：包含大脑环池受压程度和形态分级）结果显示，中线偏移、高血压病史≥10年、术前出血量＞37 mL、出血破入脑室、术前GCS＜7分、手术时机晚期、大脑环池受压程度（血肿同侧3至4分，血肿对侧3至4分）和形态分级Ⅴ级，是影响HCH患者NEIHE后预后不良的独立危险因素（$P < 0.05$）。模型1（不包含大脑环池受压程度和形态分级）加入大脑环池受压程度和形态分级后，AUC提高到0.812（95%*CI*：0.763～0.872），且模型的IDI（0.081，95%*CI*：0.049～0.095）和NRI（0.611，95%*CI*：0.510～0.674）提高，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。与模型1比较，模型2的AUC（0.826，95%*CI*：0.771～0.863）、IDI（0.085，95%*CI*：0.052～0.110）和NRI（0.628，95%*CI*：0.510～0.709）提高，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。Hosmer-Lemeshow检验显示，预后不良预测模型2（$P = 0.878$）较模型1（$P = 0.691$）的拟合优度更理想。GAM分析显示，大脑环池受压程度越严重和形态分级越高，GOS评分越低，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。ROC curve分析显示，大脑环池受压程度和形态分级联合应用，对预后不良的预测价值较高，AUC为0.935（95%*CI*：0.890～0.971），敏感度为70.26%，特异度为93.84%。**结论** HCH患者NEIHE后大脑环池受压程度和形态改变与预后密切相关，且联合应用对预后不良具有一定的预测价值。出血部位、中线偏移和颅内压等因素，明显影响大脑环池受压程度和形态改变。

关键词： 颅内出血；高血压；神经内镜；环池形态；预后

中图分类号： R743.34

Relationship between compression and shape changes of the cerebral cistern ambiens in hypertensive cerebral hemorrhage patients after neural endoscopic intracranial hematoma evacuation and prognosis

收稿日期：2024-10-17
[通信作者] 肖文峰，E-mail：Xwf2007@foxmaill.com
[作者简介] 李瑞工作单位为云南省文山州人民医院神经外科

Li Rui[1], He Shaokun[2], Yang Yunchuan[2], Gao Feng[2], Sun Biwen[2], He Shiwei[2], Zhu Yunfei[2], Xiao Wenfeng[3]
[1.Department of Neurosurgery, Graduate Training Base of Jinzhou Medical University (Fuling Hospital Affiliated to Chongqing University), Chongqing 408000, China; 2.Department of Neurosurgery, Wenshan People's Hospital, Wenshan, Yunnan 663000, China; 3.Department of Neurosurgery, Fuling Hospital Affiliated to Chongqing University, Chongqing 408000, China]

Abstract: Objective To explore the relationship between the degree of compression and shape grading of the cerebral cistern ambiens in hypertensive cerebral hemorrhage (HCH) patients after neural endoscopic intracranial hematoma evacuation (NEIHE) and prognosis. **Methods** 246 HCH patients who underwent NEIHE surgery from January 2020 to June 2023 were selected as the research subjects. According to the postoperative 6 month Glasgow outcome score (GOS), the patients were divided into good prognosis group ($n = 158$) and poor prognosis group ($n = 88$). Hierarchical regression model was used to analyze the relationship between clinical pathological features and the degree of compression and shape grading of the cerebral cistern ambiens. Multivariate logistic regression model was used to analyze the independent risk factors affecting the poor prognosis of patients with HCH after NEIHE, and a prediction model was constructed. Receiver operating characteristic curve (ROC curve) was drawn with poor prognosis as the outcome variable. Area under the curve (AUC), integrated discrimination improvement (IDI) and net reclassification improvement (NRI) of different prediction models were compared. Hosmer-Lemeshow was used to test the goodness of fit. Generalized additive model (GAM) was used to analyze the relationship between GOS and related factors. **Results** Compared with the good prognosis group, the poor prognosis group had more preoperative blood loss, lower preoperative Glasgow coma score (GCS), and higher proportion of patients with midline deviation, hypertension history ⩾ 10 years, hemorrhage breaking into the brain ventricle, and operation time in the late stage, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the good prognosis group, the proportions of patients with ipsilateral and contralateral cerebral cistern ambiens compression of 3 to 4 points and the morphological classification of cerebral cistern ambiens of grade V in the poor prognosis group were higher, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The location of bleeding, midline deviation, and intracranial pressure all had an impact on the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis (model 2: including the degree of compression and shape grading of the cerebral cistern ambiens) showed that midline deviation, history of hypertension ⩾10 years, preoperative bleeding volume > 37 mL, bleeding into the brain ventricles, preoperative GCS < 7 points, late surgical timing, degree of compression of the cerebral cistern ambiens (3 to 4 points on the same side of hematoma, 3 to 4 points on the opposite side of hematoma), and grade V morphology were all risk factors influencing the poor prognosis of patients with HCH after NEIHE ($P < 0.05$). After incorporating the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens into model 1 (excluding the degree of compression and shape grading of the cerebral cistern ambiens), the AUC increased to 0.812 (95%*CI*: 0.763 ~ 0.872), and both the IDI (0.081, 95%*CI*: 0.049 ~ 0.095) and NRI (0.611, 95%*CI*: 0.510 ~ 0.674) of the model improved, with statistically significant differences ($P < 0.05$). Compared with model 1, model 2 showed an increase in AUC (0.826, 95%*CI*: 0.771 ~ 0.863), IDI (0.085, 95%*CI*: 0.052 ~ 0.110), and NRI (0.628, 95%*CI*: 0.510 ~ 0.709), with statistically significant differences ($P < 0.05$). The Hosmer-Lemeshow test showed that model 2 ($P = 0.878$) had a better fit for predicting poor prognosis than model 1 ($P = 0.691$). GAM analysis showed that the higher the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens, the lower the GOS, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the combined application of degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens had a high predictive value for poor prognosis, with AUC of 0.935 (95%*CI*: 0.890 ~ 0.971), sensitivity of 70.26%, and specificity of 93.84%. **Conclusion** The degree of compression and shape changes of the cerebral cistern ambiens in HCH patients after NEIHE are closely related to prognosis, and the combined application has certain

predictive value for poor prognosis. The location of bleeding, midline deviation, intracranial pressure, and other factors significantly affect the compression degree and shape change of the cerebral cistern ambiens.

Keywords: intracranial hemorrhage; hypertension; neuroendoscopy; cistern ambiens shape; prognosis

高血压脑出血（hypertensive cerebral hemorrhage，HCH）具有发病突然、病情危重、致残率高和致死率高等特点[1]。临床对于已确诊的HCH患者，需及时采取针对性强且有效的治疗措施，以降低颅内压力，缓解神经组织所受的压迫，恢复正常脑脊液循环，进而最大程度地减轻继发性脑损害，促进神经功能恢复。在临床上，对于出血量 > 50 mL并伴有脑疝症状的HCH患者，多选择行开颅血肿清除去骨瓣减压术[2]；而对于出血量在30 ~ 50 mL的HCH患者，治疗方法则有多种选择[3]。神经内镜颅内血肿清除术（neural endoscopic intracranial hematoma evacuation，NEIHE）具有创伤小、血肿清除率高和疗效确切等优势[4]。然而，即便及时接受了手术治疗，预后不良的HCH患者比例仍较高[5]。对于头颅疾病的诊断，CT检查是重要的影像学检查手段，其能够清晰地观察患者脑内结构的形态异常，诊断脑出血情况，确定病灶部位，辅助治疗方案的制定[6]。环池位于中脑外侧的四叠体池与脚间池之间，其包含小脑上动脉、基底动脉、大脑后动脉和脉络丛动脉等重要血管，是脑脊液循环路径中的关键通路[7]。相关研究[8]表明，当颅内压升高时，大脑半球会受到明显压迫，并由患侧逐渐移向健侧，但由于大脑镰的阻挡，大脑半球会沿着脑中线向下发生位移，导致脑干受到压迫并发生移位，引发环池受压和形态改变。本研究通过分析HCH患者接受NEIHE后，大脑环池受压程度和形态改变情况，探究其与预后的关系，旨在为临床优化HCH的手术治疗方案和改善患者预后，提供参考。

1　资料与方法

1.1　一般资料

选择2020年1月—2023年6月于锦州医科大学研究生培养基地（重庆大学附属涪陵医院）接受NEIHE治疗的HCH患者246例，回顾性分析患者的临床资料。其中，男154例，女92例；年龄32 ~ 75岁，平均（53.02 ± 8.36）岁。根据术后6个月格拉斯哥预后评分（Glasgow outcome score，GOS），将患者分为预后良好组（n = 158）和预后不良组（n = 88）。

纳入标准：符合HCH诊断标准[9]；有高血压史；出血量为30 ~ 60 mL，但无脑疝发生；临床资料完整；患者及家属均知情，并签署知情同意书。排除标准：因脑外伤、颅内动脉瘤和/或血管畸形破裂导致的脑出血；颅内多发出血；有凝血功能障碍；有心、肺、肝和/或肾等器官功能障碍；不能耐受手术者；中途脱落或转院。本研究经锦州医科大学研究生培养基地（重庆大学附属涪陵医院）医学伦理委员会审批，伦理批件号：20230216。

1.2　方法

1.2.1　临床资料收集　包括：年龄、性别、体重指数（body mass index，BMI）、收缩压（systolic blood pressure，SBP）、舒张压（diastolic blood pressure，DBP）、出血部位、术前合并慢性病（糖尿病、高血脂、冠心病和脑卒中）、手术时间、血肿清除率[（术前血肿量–术后血肿量）/术前血肿量 × 100.00%]、脑脊液循环通畅时间、颅内压、术前美国国立卫生研究院卒中量表（national institutes of health stroke scale，NIHSS）（分值越高，则神经功能损伤越严重）、术前出血量、术前格拉斯哥昏迷评分（Glasgow coma score，GCS）（分数越低，意识障碍越严重）、中线偏移、高血压病史、出血破入脑室和手术时机（发病至手术的时间，超早期 ≤ 6 h，早期6 ~ 24 h，晚期 > 24 h）。

1.2.2　CT检查方法　入院5 h内，采用CT机（生产厂家：GE公司，型号：Brivo）检查环池翼部宽度、形态变化和中脑形态变化情况。根据CT检查结果，将环池形态进行分级[8]：环池和中脑形态正常，翼部宽度 > 3 mm，为Ⅰ级；中脑形态正常，环池受压，形态稍变窄，翼部宽度 > 2 mm且≤3 mm，为Ⅱ级；中脑受压形变，环池部分消失，翼部宽度 > 1 mm且 ≤ 2 mm，为Ⅲ级；中脑受压，密度下降，环池部分消失，翼部宽度≤1 mm，为Ⅳ级；中脑受压，呈现低密度或出血症状，环池闭塞，脚间池和基底池消失，为Ⅴ级。根据CT检查，将环池受压程度分为正常、局部受压、部分消失和完全消失，分别为1、2、3和4分。

1.2.3　手术方法　采用全身麻醉，患者取仰卧位。采用CT定位颅内血肿位置后，切开并显露颅骨皮质，

钻取骨孔直径约1.5 cm，可根据实际情况适当扩大。切开硬脑膜后，向血肿靶点方向导入穿刺针，并轻旋导入脑牵开器。管芯拔除后，置入神经内镜和吸引器，通过0°和30°内镜及其成像系统，仔细清除脑室内血肿，如有活动性出血点，采用电凝处理，最后缝合硬脑膜和头皮。

1.2.4 预后判断标准 术后6个月，采用GOS[5]评估预后。1分为死亡；2分为植物性生存状态；3分为重度残疾，日常生活难以自理；4分为轻度残疾，但能够独立生活与工作；5分为基本恢复正常生活。其中，1~3分为预后不良，4~5分为预后良好。

1.3 统计学方法

采用SPSS 23.0统计学软件分析数据。计量资料以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以例（%）表示，比较采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。采用分层回归模型，分析临床特征与大脑环池受压程度和形态分级的关系。采用多因素Logistic回归模型，分析影响HCH患者NEIHE后预后不良的独立危险因素，并构建预测模型。绘制受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve，ROC curve）。比较不同预测模型的曲线下面积（area under the curve，AUC）、综合判别改善指数（integrated discrimination improvement，IDI）和净重新分类指数（net reclassification improvement，NRI）。采用Hosmer-Lemeshow拟合优度检验，判断模型的校准度。采用广义相加模型（generalized additive model，GAM），分析GOS与影响因素的关系。

2 结果

2.1 两组患者临床资料比较

两组患者年龄、性别、BMI、SBP、DBP、出血部位、术前合并慢性病、手术时间、血肿清除率、脑脊液循环通畅时间、颅内压和术前NIHSS评分比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。预后不良组术前出血量明显多于预后良好组，术前GCS明显低于预后良好组，中线偏移、高血压病史≥10年、出血破入脑室和手术时机在晚期的占比明显高于预后良好组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表1。

2.2 两组患者大脑环池受压程度和形态分级比较

预后不良组血肿同侧及对侧大脑环池受压3至4分和大脑环池形态分级为Ⅴ级的占比明显高于预后良好组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表2。

2.3 大脑环池受压程度和形态分级与临床病理特征的分层分析

2.3.1 大脑环池受压程度 将出血部位、中线偏移、出血破入脑室和颅内压作为自变量，将大脑环池受压程度作为因变量，行分层回归分析，结果显示：出血部位、中线偏移、出血破入脑室和颅内压对血肿同侧大脑环池受压程度有影响，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表3。

2.3.2 大脑环池受压程度和形态分级 将出血部位、中线偏移、出血破入脑室和颅内压作为自变量，将大脑环池受压程度和形态分级作为因变量，行分层回归分析，结果显示：出血部位、中线偏移和颅内压对血肿对侧大脑环池受压程度和形态分级有影响，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表4和5。

2.4 影响HCH患者NEIHE后预后不良的多因素Logistic回归分析

以预后情况作为因变量（预后不良=1，预后良好=0），以不同预后组比较差异有统计学意义的指标作为自变量（中线偏移：否=0，是=1；高血压病史：<10年=0，≥10年=1；出血破入脑室：否=0，是=1；手术时机：超早期=0，早期=1，晚期=2；血肿同侧大脑环池受压程度：1至2分=0，3至4分=1；血肿对侧大脑环池受压程度：1至2分=0，3至4分=1；大脑环池形态分级：Ⅰ级和Ⅱ级=0，Ⅲ级和Ⅳ级=1，Ⅴ级=2；术前出血量：≤37 mL=0，>37 mL=1；术前GCS：≥7分=0，<7分=1），纳入多因素Logistic回归模型（模型1：不包含大脑环池受压程度和形态分级），结果显示：中线偏移、高血压病史≥10年、出血破入脑室、术前GCS<7分和手术时机为晚期，是影响HCH患者NIHSS后预后不良的独立危险因素（$P<0.05$）。再将所有因素纳入多因素Logistic回归模型（模型2：包含大脑环池受压程度和形态分级），结果显示：中线偏移、高血压病史≥10年、术前出血量>37 mL、出血破入脑室、术前GCS<7分、手术时机晚期、大脑环池受压程度（血肿同侧3至4分，血肿对侧3至4分）和大脑环池形态分级Ⅴ级，是影响HCH患者NIHSS后预后不良的独立危险因素（$P<0.05$）。见表6。

表 1　两组患者临床资料比较

Table 1　Comparison of clinical data between the two groups

组别	年龄/岁	性别 例(%)		BMI/(kg/m^2)	SBP/mmHg	DBP/mmHg	术前NIHSS评分/分
		男	女				
预后良好组(n = 158)	52.47±7.82	100(63.29)	58(36.71)	23.59±3.14	165.12±5.82	95.78±2.46	20.13±2.25
预后不良组(n = 88)	53.58±8.91	54(61.36)	34(38.64)	23.76±3.25	165.74±6.03	96.01±2.67	20.26±2.47
t/χ^2值	1.02†	0.09		0.40†	0.79†	0.68†	0.42†
P值	0.311	0.765		0.688	0.430	0.496	0.675

组别	出血部位 例(%)			手术时机 例(%)		
	基底节区	脑区	额/枕/颞叶	超早期	早期	晚期
预后良好组(n = 158)	60(37.97)	45(28.48)	53(33.55)	52(32.91)	88(55.70)	18(11.39)
预后不良组(n = 88)	23(26.14)	30(34.09)	35(39.77)	24(27.27)	30(34.09)	34(38.64)
t/χ^2值	3.54			25.93		
P值	0.170			0.000		

组别	中线偏移 例(%)		高血压病史 例(%)		血肿清除率/%	脑脊液循环通畅时间/h	颅内压/cmH$_2$O
	是	否	≥10年	< 10年			
预后良好组(n = 158)	55(34.81)	103(65.19)	22(13.92)	136(86.08)	85.19±6.92	4.43±0.78	26.98±4.36
预后不良组(n = 88)	45(51.14)	43(48.86)	53(60.23)	35(39.77)	83.73±5.47	4.61±0.80	28.03±4.71
t/χ^2值	6.24		57.18		1.70†	1.72†	1.76†
P值	0.012		0.000		0.090	0.087	0.080

组别	术前合并慢性病 例(%)		术前出血量/mL	出血破入脑室 例(%)		术前GCS评分/分	手术时间/min
	有	无		是	否		
预后良好组(n = 158)	56(35.44)	102(64.56)	34.69±4.14	36(22.78)	122(77.22)	8.78±1.95	87.03±10.25
预后不良组(n = 88)	29(32.95)	59(67.05)	39.36±5.92	62(70.45)	26(29.55)	5.60±1.42	89.36±10.70
t/χ^2值	0.16		7.24†	53.59		13.44†	1.68†
P值	0.694		0.000	0.000		0.000	0.094

注：†为t值。

表 2　两组患者大脑环池受压程度和形态分级比较　例(%)

Table 2　Comparison of the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens between the two groups　n (%)

组别	血肿同侧受压		血肿对侧受压		形态分级		
	1至2分	3至4分	1至2分	3至4分	Ⅰ级和Ⅱ级	Ⅲ级和Ⅳ级	Ⅴ级
预后良好组(n = 158)	114(72.15)	44(27.85)	123(77.85)	35(22.15)	105(66.46)	49(31.01)	4(2.53)
预后不良组(n = 88)	31(35.23)	57(64.77)	38(43.18)	50(56.82)	14(15.91)	38(43.18)	36(40.91)
χ^2值	31.84		30.04		83.41		
P值	0.000		0.000		0.000		

注：†为Z值。

表3 不同临床病理特征血肿同侧大脑环池受压程度分层回归分析

Table 3 Hierarchical regression analysis of compression degree of ipsilateral cerebral cistern ambiens of hematomas with different clinical and pathological features

模型	项目	非标准化系数		*t* 值	*P* 值	*B*
		B	*SE*			
分层1	常数	6.352	0.292	21.753	0.000	–
	出血部位	0.367	0.168	2.185	0.030	0.217
分层2	常数	6.448	0.354	18.215	0.000	–
	中线偏移	0.341	0.150	2.273	0.024	0.223
	出血破入脑室	0.425	0.092	4.620	0.000	0.471
分层3	常数	7.192	0.491	14.648	0.000	–
	中线偏移	0.370	0.163	2.270	0.018	0.248
	出血破入脑室	0.444	0.162	2.741	0.006	0.297
	颅内压	0.407	0.088	4.625	0.000	0.466
分层4	常数	8.364	0.486	17.210	0.000	–
	出血部位	0.385	0.157	2.452	0.020	0.229
	中线偏移	0.512	0.149	3.436	0.010	0.274
	出血破入脑室	0.397	0.091	4.363	0.000	0.418
	颅内压	0.359	0.083	4.325	0.000	0.336

注：因变量为血肿同侧大脑环池受压程度。

表4 不同临床病理特征血肿对侧大脑环池受压程度分层回归分析

Table 4 Hierarchical regression analysis of the degree of compression of the contralateral cerebral cistern ambiens of hematomas with different clinical and pathological features

模型	项目	非标准化系数		*t* 值	*P* 值	*B*
		B	*SE*			
分层1	常数	5.261	0.256	20.551	0.000	–
	出血部位	0.314	0.151	2.079	0.021	0.225
分层2	常数	5.357	0.390	13.736	0.000	–
	中线偏移	0.268	0.138	1.942	0.052	0.194
	出血破入脑室	0.223	0.192	1.161	0.179	0.162
分层3	常数	6.094	0.511	11.926	0.000	–
	中线偏移	0.355	0.142	2.500	0.010	0.313
	出血破入脑室	0.247	0.178	1.388	0.163	0.155
	颅内压	0.376	0.135	2.785	0.015	0.246
分层4	常数	7.340	0.489	15.010	0.000	–
	出血部位	0.464	0.165	2.812	0.011	0.297
	中线偏移	0.395	0.098	4.031	0.000	0.416
	出血破入脑室	0.166	0.140	1.186	0.271	0.108
	颅内压	0.428	0.099	4.323	0.000	0.451

注：因变量为血肿对侧大脑环池受压程度。

表 5　不同临床病理特征大脑环池形态分级分层回归分析

Table 5　Hierarchical regression analysis of different clinical and pathological features of cerebral cistern ambiens morphology grading

模型	项目	非标准化系数		t 值	P 值	B
		B	SE			
分层 1	常数	1.978	0.087	22.736	0.000	–
	出血部位	0.152	0.062	2.452	0.025	0.258
分层 2	常数	1.994	0.091	21.912	0.000	–
	中线偏移	0.123	0.129	0.953	0.336	0.112
	出血破入脑室	0.128	0.113	1.133	0.267	0.136
分层 3	常数	2.057	0.110	18.700	0.000	–
	中线偏移	0.151	0.064	2.359	0.028	0.244
	出血破入脑室	0.131	0.062	2.113	0.239	0.145
	颅内压	0.159	0.061	2.607	0.012	0.268
分层 4	常数	2.176	0.115	18.922	0.000	–
	出血部位	0.137	0.044	3.114	0.003	0.310
	中线偏移	0.133	0.050	2.660	0.010	0.261
	出血破入脑室	0.131	0.093	1.409	0.167	0.143
	颅内压	0.162	0.056	2.893	0.007	0.292

注：因变量为大脑环池形态分级。

表 6　影响 HCH 患者 NEIHE 后预后不良的多因素 Logistic 回归分析

Table 6　Multivariate Logistic regression analysis of factors affecting the poor prognosis of HCH patients after NEIHE

因素	模型 1						模型 2					
	B	SE	Wald χ^2 值	$\hat{OR}$	95%CI	P 值	B	SE	Wald χ^2 值	$\hat{OR}$	95%CI	P 值
中线偏移	0.783	0.291	7.240	2.188	1.238~3.866	0.007	0.641	0.301	4.535	1.899	1.053~3.424	0.033
高血压病史≥10 年	1.253	0.378	10.988	3.501	1.669~7.342	0.001	1.139	0.392	8.443	3.124	1.448~6.740	0.004
术前出血量 > 37 mL	0.531	0.331	2.574	1.701	0.889~3.254	0.109	0.980	0.358	7.494	2.664	1.319~5.380	0.007
出血破入脑室	1.386	0.412	11.317	3.997	1.782~8.966	0.001	1.216	0.427	8.110	3.374	1.461~7.793	0.005
术前 GCS < 7 分	1.139	0.365	9.738	3.124	1.527~6.391	0.002	0.941	0.379	6.165	2.562	1.218~5.390	0.013
手术时机												
早期	0.223	0.287	0.604	1.250	0.712~2.194	0.137	0.188	0.158	1.416	1.207	0.675~2.158	0.152
晚期	0.619	0.312	3.936	1.857	1.008~3.421	0.045	0.703	0.324	4.708	2.020	1.071~3.810	0.030
大脑环池受压程度												
血肿同侧 3 至 4 分							0.788	0.337	5.468	2.199	1.136~4.256	0.029
血肿对侧 3 至 4 分							0.641	0.321	3.988	1.899	1.012~3.562	0.042
大脑环池形态分级												
Ⅲ级和Ⅳ级							0.470	0.361	1.695	1.601	0.788~3.250	0.103
Ⅴ级							1.386	0.452	9.403	3.997	1.648~9.695	0.002

2.5 大脑环池受压程度和形态分级用于预后不良预测模型的应用价值

2.5.1 模型 1 的预测效能 预后不良预测模型 1 的 AUC 为 0.768（95%*CI*：0.705 ~ 0.791），加入大脑环池受压程度和形态分级后，AUC 提高到 0.812（95%*CI*：0.763~0.872），两者比较，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。为了进一步验证大脑环池受压程度和形态分级用于模型 1 预测预后不良的应用价值，比较了增加大脑环池受压程度和形态分级后模型的 IDI 和 NRI，结果显示：与模型 1 比较，增加了大脑环池受压程度和形态分级，能提高模型的 IDI（0.081，95%*CI*：0.049 ~ 0.095）和 NRI（0.611，95%*CI*：0.510 ~ 0.674），两者比较，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。见表 7。

2.5.2 模型 2 的预测效能 与模型 1 比较，模型 2 的 AUC（0.826，95%*CI*：0.771 ~ 0.863）、IDI（0.085，95%*CI*：0.052 ~ 0.110）和 NRI（0.628，95%*CI*：0.510 ~ 0.709）提高，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。见表 8。

2.5.3 预测模型的拟合优度 Hosmer–Lemeshow 拟合优度检验结果显示：预后不良预测模型 1（$P = 0.691$）的拟合优度良好，预后不良预测模型 2（$P = 0.878$）的拟合优度理想。见表 9。

表 7 预后不良预测模型 1 的效能分析

Table 7 Efficiency analysis of poor prognosis prediction model 1

类别	AUC（95%*CI*）	*P* 值	IDI（95%*CI*）	*P* 值	NRI（95%*CI*）	*P* 值
预后不良						
模型 1	0.768（0.705 ~ 0.791）					
模型 1+大脑环池受压程度和形态分级	0.812（0.763 ~ 0.872）	0.021†	0.081（0.049 ~ 0.095）	0.000†	0.611（0.510 ~ 0.674）	0.000†

注：†与未加入大脑环池受压程度和形态分级的模型 1 比较。

表 8 预后不良预测模型 2 的效能分析

Table 8 Efficiency analysis of poor prognosis prediction model 2

类别	AUC（95%*CI*）	*P* 值	IDI（95%*CI*）	*P* 值	NRI（95%*CI*）	*P* 值
预后不良						
模型 1	0.768（0.705 ~ 0.791）					
模型 2	0.826（0.771 ~ 0.863）	0.015†	0.085（0.052 ~ 0.110）	0.000†	0.628（0.510 ~ 0.709）	0.000†

注：†与模型 1 比较。

表 9 预后不良预测模型的 Hosmer–Lemeshow 拟合优度检验

Table 9 Hosmer–Lemeshow goodness of fit test for poor prognosis prediction model

类别	χ^2 值	自由度	*P* 值
模型 1	6.95	8	0.691
模型 2	5.72	8	0.878

2.6 GAM 模型分析大脑环池受压程度和形态分级与 GOS 的关系

2.6.1 参数效应 采用 s 函数对大脑环池受压程度和形态分级进行处理，GAM 模型分析影响 GOS 的因素，结果显示：大脑环池受压程度和形态分级均是影响 GOS 的因素（$P < 0.05$）。见表 10。

2.6.2 参数检验 将与 GOS 有关的变量纳入模型，结果显示：大脑环池受压程度和形态分级对 GOS 的作用表现为：大脑环池受压程度和形态分级越高，GOS 越低，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。见表 11 和图 1。

2.7 大脑环池受压程度和形态分级评估 HCH 患者 NEIHE 后预后不良的价值

采用 ROC curve 分析大脑环池受压程度（血肿同侧和血肿对侧）、形态分级，以及联合应用，对 HCH 患者 NEIHE 后预后不良的预测价值，AUC 分别为

0.886（95%*CI*：0.843～0.927）、0.880（95%*CI*：0.835～0.926）、0.894（95%*CI*：0.877～0.912）和0.935（95%*CI*：0.890～0.971），敏感度分别为78.94%、74.55%、85.10%和70.26%，特异度分别为66.53%、63.27%、75.91%和93.84%，联合应用预测价值最高。见表12和图2。

表 10　各变量与GOS的参数效应

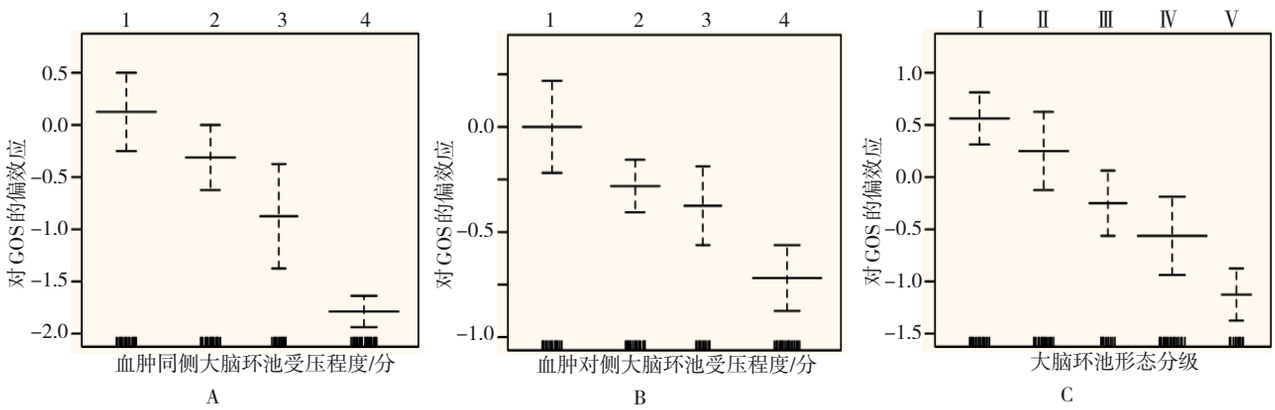
Table 10　Parameter effects of each variables on GOS

变量	有效自由度	均方和	均方	*F*值	*P*值
s(血肿同侧大脑环池受压程度)	1	9.72	9.5450	5.257	0.023
s(血肿对侧大脑环池受压程度)	1	14.50	14.3315	7.801	0.006
s(大脑环池形态分级)	1	16.59	16.2167	8.863	0.002

表 11　各变量对GOS影响的参数检验

Table 11　Parameter test of the influence of every variables on GOS

变量	有效自由度	均方和	均方	*F*值	*P*值
血肿同侧大脑环池受压程度	1	7.18	7.3068	4.527	0.034
血肿对侧大脑环池受压程度	1	14.45	14.2890	8.656	0.003
大脑环池形态分级	2	38.90	19.3749	9.945	0.000



A：血肿同侧大脑环池受压程度；B：血肿对侧大脑环池受压程度；C：大脑环池形态分级。

图 1　影响GOS的GAM分析

Fig.1　GAM analysis of the impact on GOS

表 12　大脑环池受压程度和形态分级对HCH患者NEIHE后预后不良的预测价值

Table 12　The predictive value of the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens for poor prognosis in HCH patients after NEIHE

因素	AUC	95%*CI*	敏感度/%	特异度/%	约登指数	*P*值
受压程度受压程度	0.886	0.843～0.927	78.94	66.53	0.455	0.000
血肿对侧受压程度	0.880	0.835～0.926	74.55	63.27	0.378	0.000
大脑环池形态分级	0.894	0.877～0.912	85.10	75.91	0.610	0.000
联合应用	0.935	0.890～0.971	70.26	93.84	0.641	0.000

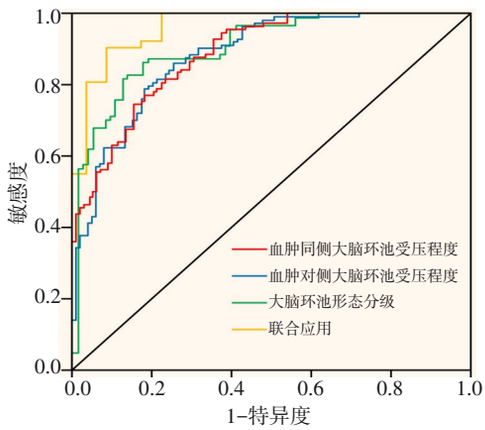


图2 大脑环池受压程度和形态分级对HCH患者NEIHE后预后不良影响的ROC curve

Fig.2 ROC curve of adverse prognosis effects of the degree of compression and morphological grading of the cerebral cistern ambiens in HCH patients after NEIHE

3 讨论

3.1 NEIHE治疗HCH的效果

近年来，HCH的发病率呈逐渐升高趋势，多数患者的出血部位集中在脑实质内，大量血肿对周围脑组织造成严重压迫，导致大脑缺血，血肿的代谢产物还会对脑组织造成继发性的伤害。HCH病死率较高，且生存者会有不同程度的残疾，对患者的生活质量造成了严重影响[5]。NEIHE不仅能有效地清除血肿，还有明显的止血作用，可降低颅内压，促进大脑血流供应，术中神经内镜能够避开重要神经和大血管区域，可最大程度地减少对脑组织的损伤，进而减轻术后神经功能受损的程度。此外，NEIHE的手术时间较短，感染少，有利于改善预后[10]，但部分患者仍预后不良。因此，探究影响因素和能够预测预后的有效指标，十分重要。

3.2 影响HCH患者NEIHE后发生预后不良的危险因素

本研究采用多因素Logistic回归模型（模型2：包含大脑环池受压程度及形态分级）进行分析，结果显示：中线偏移、高血压病史≥10年、术前出血量＞37 mL、出血破入脑室、术前GCS＜7分、手术时机晚期、大脑环池受压程度（血肿同侧3至4分，血肿对侧3至4分）和形态分级Ⅴ级是影响HCH患者NEIHE后发生预后不良的独立危险因素。

3.2.1 中线偏移和出血量 既往研究[11-12]中，出血量被认为是影响HCH患者预后的关键因素。出血量越大，其对周围脑组织的占位效应也越明显，轻者可导致脑组织受压并引发脑水肿，重者可出现中线结构偏移，甚至形成脑疝[13]。有文献[14]报道，脑组织位移程度越大，患者所受到的机械性损伤越严重，同时，还面临着更高的缺血和缺氧风险，导致患者死亡率上升。

3.2.2 高血压病史 长期的高血压病史会对血管结构产生明显影响。高血压长期存在，会引发颅内小动脉发生病理性变化，导致血管壁出现玻璃样或纤维样改变，血管壁弹性减弱，使得血管更容易破裂出血，从而极大地影响了手术疗效和预后情况。

3.2.3 血块破入脑室 血块破入脑室不仅会加重脑水肿的严重程度，还会对患者的中枢神经系统造成进一步损害，从而增加病死率。

3.2.4 GCS GCS可有效地反映患者的意识状态，同时，也是评估患者病情和预后的关键指标[15]。GCS越低，患者意识越差。作为预后的重要影响因素，GCS反映患者意识情况，可指导医师尽早指定方案，及早清除血肿。这不仅能够迅速地缓解脑组织所受压迫，减轻炎症反应，还有助于改善患者的整体预后和生活质量。

3.2.5 手术时期晚 神经内镜手术的目的是清除血肿，解除压迫。早期手术可清除血肿，减轻占位效应，减少神经元凋亡和炎症反应；晚期手术可能导致血肿周围脑组织形成胶质瘢痕，增加手术难度，且继发性脑损伤不可逆。

3.2.6 大脑环池受压 大脑环池位于中脑的外侧区域，连接着四叠体池与脚间池，构成了脑脊液循环不可或缺的关键通道。环池内不仅容纳了大脑后动脉、小脑上动脉、脉络丛前后动脉和基底动脉等关键血管，还有滑车神经等重要神经结构，对于维持脑组织的正常血液供应和脑脊液循环，至关重要[16]。

3.2.7 颅内压升高 HCH患者发病后，血肿的形成会导致颅内压升高，这种压力直接作用于环池，使其形态发生变化，引起周围脑组织脑水肿和损伤，进一步加剧了环池的受压程度，脑脊液循环和脑组织代谢均受影响。

3.2.8 大脑环池形态变化 多项研究[16-17]表明，大脑环池受压程度和形态变化与颅脑损伤患者颅内压和预后密切相关。本研究采用GAM分析发现，大脑环

池受压程度和形态分级越高，GOS越低。进一步明确了大脑环池受压程度和形态分级评估HCH患者NEI - HE预后的重要性。

3.3　大脑环池受压程度和形态分级联合应用于HCH患者NEIHE后预后不良的预测模型的价值

本研究采用ROC curve分析显示，大脑环池受压程度和形态分级联合应用，对HCH患者NEIHE后预后不良的预测价值较高，AUC为0.935，敏感度为70.26%，特异度为93.84%，这提示：与单独使用大脑环池受压程度或形态分级相比，联合应用，能够更全面地反映患者的病理状态，从而提高预测的准确性和可靠性。作为分类模型性能的重要衡量指标，AUC越大，表示模型性能越好。IDI和NRI是评估模型改进后预测能力变化的另外2个重要参数。本研究发现，模型1（不包含大脑环池受压程度和形态分级）加入大脑环池受压程度和形态分级后，AUC提高到0.812，IDI（0.081）和NRI（0.611）也有所提高；与模型1比较，模型2（包含大脑环池受压程度和形态分级）的AUC（0.826）、IDI（0.085）和NRI（0.628）均提高，这表明：大脑环池受压程度和形态分级是预测预后不良的重要指标。其加入后，明显增强了模型的区分能力，使得模型能够更准确地识别出预后不良的患者；IDI的增加，表明模型2在预测概率上的区分度更高；NRI增加，则表明模型2在重新分类患者风险方面的准确性更高。本研究中，Hosmer–Lemeshow检验结果显示，预后不良预测模型2较模型1的拟合优度更理想，这表明：考虑了大脑环池受压程度和形态分级后，模型2的拟合优度明显提高，进一步验证了这两个因素在模型中的重要性，以及其在提高模型预测准确性中的价值。

3.4　影响大脑环池受压程度和形态分级的因素

本研究发现，出血部位、中线偏移和颅内压对大脑环池受压程度和形态分级有影响。当出血发生在基底节区、丘脑和小脑等靠近大脑环池的区域时，血肿会直接压迫环池，使其形态发生改变；不同部位的出血还会引起周围脑组织的位移和水肿，这些变化会进一步影响环池形态和受压程度。中线偏移是脑出血后颅内占位效应的直接体现[18]。当一侧脑半球内出现血肿时，该侧脑组织受压的同时，还会导致对侧脑组织向患侧移位，即中线偏移。中线偏移的程度与血肿大小、位置和周围脑组织的弹性密切相关[19]。随着中线偏移的加重，大脑环池（尤其是血肿同侧）会受到更加严重的压迫，形态改变也会更加明显。当颅内压升高时，整个颅内空间都会受到压力，包括环池。高颅内压会导致环池内的脑脊液循环受阻，进一步加重环池的受压程度；此外，颅内压升高，还可能引起脑组织水肿和脑肿胀，这些变化也会增加对环池的压迫。

3.5　本研究的局限性

本研究为回顾性研究，样本量小，且为单中心研究，结果可能存在偏倚。有待下一步纳入更大样本量，行多中心的前瞻性研究，来进一步验证结果的有效性。

综上所述，HCH患者NEIHE后大脑环池受压程度和形态改变与预后密切相关，且联合应用对预后不良具有一定的预测价值。出血部位、中线偏移和颅内压等因素明显影响大脑环池受压程度和形态。

参 考 文 献：

[1] SHAN Y, LI Y, WU X, et al. Evaluation of intracranial hypertension in patients with hypertensive intracerebral hemorrhage using texture analysis[J]. Front Neurol, 2022, 13: 832234.

[2] 艾昕, 苏杰, 姚美, 等. 高血压脑出血病人神经内镜血肿清除术后预后不良发生率及相关因素分析[J]. 蚌埠医学院学报, 2023, 48(3): 402-405.

[2] AI X, SU J, YAO M, et al. Analysis on the incidence rate and related factors of poor prognosis in hypertensive intracerebral hemorrhage patients after neuroendoscopic hematoma removal[J]. Journal of Bengbu Medical Colloge, 2023, 48(3): 402-405. Chinese

[3] 李元贵, 杨燕文, 王晓麒, 等. 软通道血肿穿刺引流术与神经内镜颅内血肿清除术治疗高血压脑出血的疗效[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(7): 833-837.

[3] LI Y G, YANG Y W, WANG X Q, et al. Comparative analysis of soft channel puncture drainage and neural endoscopic intracranial hematoma evacuation in the treatment of hypertensive cerebral hemorrhage[J]. The Journal of Practical Medicine, 2023, 39(7): 833-837. Chinese

[4] WU S Q, WANG H P, WANG J W, et al. Effect of robot-assisted neuroendoscopic hematoma evacuation combined intracranial pressure monitoring for the treatment of hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. Front Neurol, 2021, 12: 722924.

[5] 吕国伟, 姜羽, 辛孟杰, 等. 高血压脑出血行神经内镜微创术患者血清NSE Cys-C水平与预后的相关性研究[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2020, 23(24): 2157-2163.

[5] LÜ G W, JIANG Y, XIN M J, et al. Study of the correlation of serum NSE and Cys-C in HICH patients treated by neuroendoscopic minimally invasive surgery and the prognosis[J]. Chinese Journal of Practical Nervous Diseases, 2020, 23(24):

2157-2163. Chinese

[6] WANG W, DAI J, LI J, et al. Predicting postoperative rehemorrhage in hypertensive intracerebral hemorrhage using noncontrast CT radiomics and clinical data with an interpretable machine learning approach[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 9717.

[7] 王如海, 胡海成, 韩超, 等. CT环池分级联合颞角最大宽度对重型脑室出血患者30 d死亡率预测价值[J]. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2021, 34(6): 366-370.

[7] WANG R H, HU H C, HAN C, et al. Predictive value of cisterna ambiens classification of CT imaging combined with maximum width of the temporal horn on 30-day mortality in patients with severe intraventricular hemorrhage[J]. Chinese Journal of Stereotactic and Functional Neurosurgery, 2021, 34(6): 366-370. Chinese

[8] 张秋平, 张宇. 早期CT环池形态改变对急性颅脑损伤患者预后观察[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(1): 21-24.

[8] ZHANG Q P, ZHANG Y. Prognostic observation and nursing care of patients with acute craniocerebral injury by early CT ring cistern morphological changes[J]. Journal of Medical Imaging, 2022, 32(1): 21-24. Chinese

[9] 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. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(12): 994-1005.

[9] Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute intracerebral hemorrhage 2019[J]. Chinese Journal of Neurology, 2019, 52(12): 994-1005. Chinese

[10] WANG H P, TIAN L, YANG H, et al. Use of Dyna-computed tomography-assisted neuroendoscopic hematoma evacuation in the treatment of hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. Neurosurg Rev, 2023, 46(1): 254.

[11] 徐敏, 吴玉层, 魏建辉, 等. TXB2, 6-Keto-PGF1α水平与高血压脑出血术后预后的关系[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(22): 2376-2379.

[11] XU M, WU Y C, WEI J H, et al. Relationship between plasma TXB2, 6-Keto-PGF1α levels and postoperative prognosis of hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2022, 21(22): 2376-2379. Chinese

[12] 席涛, 吴祥奎. 血清Adropin,Cys C对急性高血压脑出血患者近期预后的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(3): 289-293.

[12] XI T, WU X K. Predictive value of serum Adropin and Cys C detection on short-term prognosis in patients with acute hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2023, 20(3): 289-293. Chinese

[13] 裴云龙, 王宏利. 神经内镜微创术与微创钻孔引流术治疗高血压脑出血的临床效果与安全性分析[J]. 中国内镜杂志, 2019, 25(4): 37-42.

[13] PEI Y L, WANG H L. Clinical efficacy and safety between endoscopic minimally invasive surgery and minimally invasive drainage for hypertensive cerebral hemorrhage[J]. China Journal of Endoscopy, 2019, 25(4): 37-42. Chinese

[14] AKPINAR E, GÜRBÜZ M S, BERKMAN M Z. Factors affecting prognosis in patients with spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage under medical and surgical treatment[J]. J Craniofac Surg, 2019, 30(7): e667-e671.

[15] SHAO X F, WANG Q F, SHEN J, et al. Comparative study of micro-bone window and conventional bone window microsurgery for hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. J Craniofac Surg, 2020, 31(4): 1030-1033.

[16] 熊苗, 方翠, 王庆胜. 窗口期CT环池分型诊断对急性颅脑损伤临床预后的影响分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 33-36.

[16] XIONG M, FANG C, WANG Q S. Analysis of the influence of window CT cistern typing on the clinical prognosis of acute craniocerebral injury[J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2021, 19(7): 33-36. Chinese

[17] 孙峻峰, 高强, 常蒲英. 重型颅脑损伤患者术后头颅CT环池分级与无创颅内压及脑脊液乳酸的相关性分析[J]. 医学临床研究, 2023, 40(11): 1683-1686.

[17] SUN J F, GAO Q, CHANG P Y. Analysis of the correlation between postoperative CT cistern grading and non-invasive intracranial pressure and cerebrospinal fluid lactate in patients with severe traumatic brain injury[J]. Journal of Clinical Research, 2023, 40(11): 1683-1686. Chinese

[18] 刘涛, 包爱军, 杨佳康, 等. CT评估脑中线移位和血肿量对脑出血患者预后的预测效能[J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50(4): 557-559.

[18] LIU T, BAO A J, YANG J K, et al. Prognostic efficacy of brain midline shift and hematoma volume evaluated early by CT in patients with intracerebral hemorrhage[J]. Medical Science Journal of Central South China, 2022, 50(4): 557-559. Chinese

[19] DE SOUZA M R, FAGUNDES C F, SOLLA D J F, et al. Mismatch between midline shift and hematoma thickness as a prognostic factor of mortality in patients sustaining acute subdural hematoma[J]. Trauma Surg Acute Care Open, 2021, 6(1): e000707.

（曾文军 编辑）

本文引用格式：

李瑞, 何绍坤, 杨云川, 等. 高血压脑出血患者神经内镜颅内血肿清除术后大脑环池受压和形态分级与预后的关系[J]. 中国内镜杂志, 2025, 31(9): 17-28.

LI R, HE S K, YANG Y C, et al. Relationship between compression and shape changes of the cerebral cistern ambiens in hypertensive cerebral hemorrhage patients after neural endoscopic intracranial hematoma evacuation and prognosis[J]. China Journal of Endoscopy, 2025, 31(9): 17-28. Chinese