

脑积水腰大池-腹腔分流术预后影响因素分析

赵浩 曲鑫 王宁 尚峰 徐跃娇 齐猛

【摘要】 目的 筛查脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后的影响因素。方法 纳入 2014 年 10 月至 2020 年 1 月在北京医科大学宣武医院行腰大池-腹腔分流术的 136 例脑积水患者,出院时采用改良 Rankin 量表(mRS)评价脑积术后短期神经功能预后,单因素和多因素 Logistic 回归分析筛查术后短期神经功能预后不良的影响因素。结果 共 136 例患者根据出院时 mRS 评分分为预后良好(mRS 评分 ≤ 3 分)组(65 例)和预后不良(mRS 评分 > 3 分)组(71 例),Logistic 回归分析,入院时 Glasgow 昏迷量表(GCS)评分 9~12 分($OR = 7.800, 95\%CI: 7.205 \sim 8.443; P = 0.000$)和 3~8 分($OR = 6.299, 95\%CI: 5.744 \sim 6.907; P = 0.006$),病因为颅脑创伤($OR = 27.681, 95\%CI: 24.270 \sim 31.572; P = 0.000$)、脑出血($OR = 13.017, 95\%CI: 11.473 \sim 14.769; P = 0.005$)、蛛网膜下腔出血($OR = 17.682, 95\%CI: 15.683 \sim 19.935; P = 0.001$)和其他原因($OR = 5.851, 95\%CI: 5.166 \sim 6.628; P = 0.050$)是脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良的危险因素。结论 脑积水患者腰大池-腹腔分流术后神经功能预后受多种因素影响,不同入院时 GCS 评分、不同病因患者预后不同,应根据具体情况制定个性化治疗方案。

【关键词】 脑积水; 脑脊液分流术; 预后; 危险因素; Logistic 模型

Analysis of factors affecting the efficacy of lumboperitoneal shunt in the treatment of hydrocephalus

ZHAO Hao, QU Xin, WANG Ning, SHANG Feng, XU Yue-qiao, QI Meng

Department of Neurosurgery, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding authors: QU Xin (Email: xinqu@xwhosp.org); WANG Ning (Email: ningjing_wd@163.com)

【Abstract】 Objective To screen factors influencing the neurological prognosis following lumboperitoneal shunt (LPS) in patients with hydrocephalus. **Methods** Total 136 patients who underwent LPS in Xuanwu Hospital, Capital Medical University from October 2014 to January 2020. The short-term neurological prognosis post-surgery were evaluated by modified Rankin Scale (mRS) at discharge. Univariate and multivariate stepwise Logistic regression analyses were conducted to screen factors affecting neurological prognosis. **Results** Of the 136 patients, 65 were categorized into the good prognosis group (mRS score ≤ 3), and 71 into the poor prognosis group (mRS score > 3). Logistic regression analysis indicated that an admission Glasgow Coma Scale (GCS) score of 9-12 ($OR = 7.800, 95\%CI: 7.205-8.443; P = 0.000$) and 3-8 ($OR = 6.299, 95\%CI: 5.744-6.907; P = 0.006$), as well as etiologies including traumatic brain injury ($OR = 27.681, 95\%CI: 24.270-31.572; P = 0.000$), cerebral hemorrhage ($OR = 13.017, 95\%CI: 11.473-14.769; P = 0.005$), subarachnoid hemorrhage ($OR = 17.682, 95\%CI: 15.683-19.935; P = 0.001$), and other causes ($OR = 5.851, 95\%CI: 5.166-6.628; P = 0.050$) were risk factors for poor short-term neurological prognosis in patients with hydrocephalus undergoing LPS. **Conclusions** The neurological prognosis after LPS in patients with hydrocephalus is influenced by multiple factors. Prognoses vary among patients with different admission GCS scores and different etiologies. Personalized treatment plans should be developed based on specific circumstances.

【Key words】 Hydrocephalus; Cerebrospinal fluid shunts; Prognosis; Risk factors; Logistic models

This study was supported by Capital Medical University School-Fostered Fund Project (No. PYZ21037).

Conflicts of interest: none declared

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2024.06.006

基金项目:首都医科大学校培育(自然类)立项项目(项目编号:PYZ21037)

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院神经外科

通讯作者:曲鑫,Email:xinqu@xwhosp.org;王宁,Email:ningjing_wd@163.com

脑积水是临床常见症状,源于多种原因如颅脑创伤(TBI)、蛛网膜下腔出血(SAH)、脑出血和脑肿瘤等。脑积水可能导致颅内压增高,严重者甚至危及生命^[1],腰大池-腹腔分流术(LPS)是有效治疗方法^[2],因手术时间短、并发症少等优点广泛应用于临床,但易受多种因素的影响。本研究以首都医科大学宣武医院136例行腰大池-腹腔分流术的脑积水患者为研究对象,通过分析原发疾病、体重指数(BMI)、术前Glasgow昏迷量表(GCS)评分、手术时间、术中出血量、住院时间和术后并发症等因素的影响,筛选出腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后的相关影响因素。

对象与方法

一、研究对象

1. 纳入标准 (1)头部CT和(或)MRI检出脑室扩大证据,Evans指数 >0.30 。(2)腰椎穿刺证实腰大池与脑室相通,脑脊液正常。(3)年龄 ≥ 18 岁。(4)首次行腰大池-腹腔分流术。

2. 排除标准 (1)梗阻性脑积水。(2)小脑扁桃体下疝畸形。(3)存在腰椎穿刺或持续腰大池引流绝对禁忌证。(4)临床资料不完整。

3. 一般资料 选择2014年10月至2020年1月在北京医科大学宣武医院神经外科行腰大池-腹腔分流术的脑积水患者136例,男性92例,女性44例;年龄13~83岁,平均 (58.25 ± 15.20) 岁;体重指数 $16.53 \sim 35.09 \text{ kg/m}^2$,平均 $(24.34 \pm 3.97) \text{ kg/m}^2$;入院时GCS评分为4~15分,平均为 (11.82 ± 3.38) 分,其中13~15分(轻度昏迷)76例(55.88%)、9~13分(中度昏迷)32例(23.53%)、3~8分(重度昏迷)28例(20.59%);首次腰椎穿刺脑脊液检查压力为 $50 \sim 330 \text{ mm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ mm H}_2\text{O} = 9.81 \times 10^{-3} \text{ kPa}$),平均 $(162.79 \pm 55.31) \text{ mm H}_2\text{O}$ 。

二、研究方法

1. 脑积水病因及发病机制 (1)病因:包括颅脑创伤、脑出血、蛛网膜下腔出血、其他原因及无明确病因。(2)发病机制:根据发病机制分为特发性脑积水、继发性脑积水和不明原因脑积水。

2. 腰大池-腹腔分流术 患者全身麻醉,先取仰卧位,标记左下腹切口标志线;再取右侧卧位屈腿,以 L_{3-4} 椎间隙为穿刺点,穿刺针进入约7 cm,拔出针芯,有清亮脑脊液流出;然后将可调压分流管(Sophysa LPS50,法国Sophysa公司)腰池端沿穿刺

针送入腰大池,长约16 cm,有脑脊液自分流管流出。以穿刺点为中心做纵行直切口,长约1 cm,将金属通条经切口沿皮下进入左髂前上棘附近,做长约1.50 cm的切口,露出通条末端,退出通条芯、穿刺针,分流管接中间连接管,经通条送至左髂前上棘切口处,退出通条,缝合穿刺点纵行切口。于髂嵴切口处皮下做好分流阀的窝,脐与左髂前上棘连线中外1/3处做长约3 cm的切口并做好皮下隧道,将分流管腹腔端送入皮下隧道,进入腹腔30 cm,剪掉腹腔端分流管近端多余部分,与分流泵(Sophysa SM8A,法国Sophysa公司)腹腔端连接牢固,确定脑脊液流出通畅。将分流泵放入皮下隧道内,腹部切口逐层分离至腹膜,反复确认为腹膜层后将分流管腹腔端置于腹腔内约30 cm,逐层缝合切口。

3. 预后评估 (1)预后:记录手术时间、术中出血量、住院时间,以及出院时采用改良Rankin量表(mRS)评估神经功能预后,0分,完全无症状;1分,存在症状但无明显残疾,可以完成日常工作和生活;2分,轻残,无法完成发病前所有工作和生活,但可处理个人事务,无需他人帮助;3分,中残,需他人帮助,但可独立行走;4分,重残,无法独立行走,日常生活需他人帮助;5分,严重残疾,卧床,大小便失禁,需持续护理,日常生活完全依赖他人;6分,死亡。mRS评分0~3分为预后良好、4~6分为预后不良。(2)安全性:记录术后并发症(包括颅内出血、分流管相关感染、分流管堵塞等)发生率和病死率。

4. 统计分析方法 采用SPSS 26.0统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 χ^2 检验、Fisher确切概率法或Mann-Whitney U 检验。Kolmogorov-Smirnov检验验证数据正态性,呈正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行两独立样本的 t 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,行Mann-Whitney U 检验。腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后影响因素的筛查采用单因素和多因素逐步法Logistic回归分析($\alpha_{\text{入}} = 0.05, \alpha_{\text{出}} = 0.10$)。以 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本组136例患者病因分别为颅脑创伤27例(19.85%),脑出血27例(19.85%),蛛网膜下腔出血30例(22.06%),其他原因(包括颅内感染等)22例(16.18%),无明确病因30例(22.06%);按照发病机

制分为特发性脑积水 26 例 (19.12%), 继发性脑积水 85 例 (62.50%), 不明原因脑积水 25 例 (18.38%)。手术时间 30 ~ 351 min, 中位值为 70.50 (59.00, 70.50) min; 术中出血量 2 ~ 50 ml, 中位值为 10 (10, 10) ml; 住院时间 4 ~ 84 d, 中位值为 10 (8, 10) d。术后颅内出血 5 例, 分流管相关感染 1 例, 并发症发生率为 4.41% (6/136); 无一例死亡。根据出院时 mRS 评分分为预后良好 (mRS 评分 ≤ 3 分) 组 (65 例) 和预后不良 (mRS 评分 > 3 分) 组 (71 例), 预后不良组患者年龄小于 ($P = 0.006$)、手术时间长于 ($P = 0.041$) 预后良好组, 两组入院时 GCS 评分 ($P = 0.000$)、病因 ($P = 0.000$) 和发病机制 ($P = 0.000$) 差异具有统计学意义, 其余临床资料组间差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$, 表 1)。

单因素 Logistic 回归分析显示, 年龄 ($P = 0.008$), 入院时 GCS 评分为 9 ~ 12 分 ($P = 0.000$)、3 ~ 8 分 ($P = 0.000$), 病因为颅脑创伤 ($P = 0.015$)、脑出血 ($P = 0.002$)、蛛网膜下腔出血 ($P = 0.020$) 和其他原因 ($P = 0.033$), 发病机制为继发性脑积水 ($P = 0.001$), 住院时间 ($P = 0.017$) 是脑积水患者行腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良的影响因素 (表 2, 3)。将单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义的因素纳入多因素 Logistic 回归模型, 结果显示, 入院时 GCS 评分 9 ~ 12 分 ($OR = 7.800, 95\%CI: 7.205 \sim 8.443; P = 0.000$) 和 3 ~ 8 分 ($OR = 6.299, 95\%CI: 5.744 \sim 6.907; P = 0.006$), 病因为颅脑创伤 ($OR = 27.681, 95\%CI: 24.270 \sim 31.572; P = 0.000$)、脑出血 ($OR = 13.017, 95\%CI: 11.473 \sim 14.769; P = 0.005$)、蛛网膜下腔出血 ($OR = 17.682, 95\%CI: 15.683 \sim 19.935; P = 0.001$) 和其他原因 ($OR = 5.851, 95\%CI: 5.166 \sim 6.628; P = 0.050$) 是脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良的危险因素 (表 4)。

讨 论

腰大池-腹腔分流术是用于治疗脑积水的有效方法^[1], 通过在腰大池与腹腔之间植入一根分流管, 将颅内生成过多的脑脊液引流到腹腔, 达到降低颅内压并减少脑损伤的目的。腰大池-腹腔分流术成功率较高, 但存在手术风险, 如术后颅内出血、分流管相关感染、分流管堵塞等^[2], 应予以密切关注, 精准监测及控制并发症有助于改善患者临床预后^[3]。

特发性脑积水亦称原发性脑积水, 通常认为是

表 1 预后良好组与预后不良组患者临床资料的比较

Table 1. Comparison of clinical data between good prognosis group and poor prognosis group

观察指标	预后良好组 (n = 65)	预后不良组 (n = 71)	统计量值	P 值
性别 [例 (%)]			0.143	0.706
男性	45 (69.23)	47 (66.20)		
女性	20 (30.77)	24 (33.80)		
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	61.97 ± 15.36	54.89 ± 14.33	2.781	0.006
BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.93 ± 4.06	24.72 ± 3.88	-1.152	0.251
入院时 GCS [例 (%)]			41.813	0.000
轻度昏迷 (13 ~ 15 分)	55 (84.62)	21 (29.58)		
中度昏迷 (9 ~ 12 分)	6 (9.23)	26 (36.62)		
重度昏迷 (3 ~ 8 分)	4 (6.15)	24 (33.80)		
脑脊液压力 ($\bar{x} \pm s$, mm H ₂ O)	163.77 ± 50.81	161.90 ± 59.48	0.196	0.845
病因 [例 (%)]			42.506	0.000
颅脑创伤	5 (7.69)	22 (30.99)		
脑出血	8 (12.31)	19 (26.76)		
蛛网膜下腔出血	10 (15.38)	20 (28.17)		
其他原因	14 (21.54)	8 (11.27)		
无明确原因	28 (43.08)	2 (2.82)		
发病机制 [例 (%)]			30.301	0.000
特发性脑积水	25 (38.46)	1 (1.41)		
继发性脑积水	30 (46.15)	55 (77.46)		
不明原因脑积水	10 (15.38)	15 (21.13)		
手术时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, min]	67.00 (54.50, 101.50)	81.00 (63.00, 107.00)	-2.044	0.041
术中出血量 [$M(P_{25}, P_{75})$, ml]	10.00 (10.00, 20.00)	15.00 (10.00, 20.00)	-1.152	0.249
住院时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	10.00 (8.00, 13.00)	12.00 (8.00, 19.00)	-1.861	0.063
术后颅内出血 [例 (%)]	2 (3.08)	3 (4.23)	0.000	1.000
分流管相关感染 [例 (%)]	0 (0.00)	1 (1.41)	—	1.000

—, Fisher's exact probability, Fisher 确切概率法。χ² test for comparison of sex, etiology, pathogenesis, postoperative intracranial hemorrhage and shunt-related infections, Mann-Whitney U test for comparison of GCS on admission, operation time, intraoperative blood loss and length of hospital stay, and two-independent-sample t test for comparison of others, 性别、病因、发病机制、术后颅内出血的比较行 χ² 检验, 入院时 GCS、手术时间、术中出血量和住院时间的比较行 Mann-Whitney U 检验, 其余指标的比较行两独立样本的 t 检验。BMI, body mass index, 体重指数; GCS, Glasgow Coma Scale, Glasgow 昏迷量表

脑脊液循环异常所致, 即脑脊液生成、循环或吸收障碍导致其积聚于脑室, 而非颅脑创伤、感染、肿瘤或其他脑部病变所引起, 可发生于任何年龄段, 尤以婴幼儿和老年人更为常见。颅脑创伤、脑出血、蛛网膜下腔出血、颅内感染等原发疾病则可引起继发性脑积水^[4]。颅脑创伤导致脑室系统畸形、瘢痕形成和脑水肿, 后者进一步导致脑室堵塞、颅内出

表2 脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良影响因素的变量赋值表

Table 2. The variable assignment of influencing factors for poor neurological prognosis in patients with hydrocephalus after LPS

变量	赋值				
	0	1	2	3	4
神经功能预后	良好	不良			
性别	女性	男性			
病因	无明确病因	颅脑创伤	脑出血	蛛网膜下腔出血	其他病因
发病机制	特发性脑积水	继发性脑积水	不明原因脑积水		
入院时GCS(评分)	13~15	9~12	3~8		
术后颅内出血	无	有			

GCS, Glasgow Coma Scale, Glasgow昏迷量表

表3 脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良影响因素的单因素 Logistic 回归分析

Table 3. Univariate Logistic regression analysis of influencing factors for poor neurological prognosis in patients with hydrocephalus after LPS

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
性别	-0.139	0.368	0.143	0.706	0.870	0.423 ~ 1.789
年龄	-0.033	0.013	7.001	0.008	0.967	0.944 ~ 0.991
BMI	0.051	0.044	1.326	0.249	1.052	0.965 ~ 1.146
入院时 GCS 评分 9~12 分	2.844	0.598	22.585	0.000	17.187	5.318 ~ 55.545
入院时 GCS 评分 3~8 分	2.478	0.523	22.466	0.000	11.917	4.277 ~ 33.201
脑脊液压力	-0.001	0.003	0.039	0.844	0.999	0.993 ~ 1.006
病因为颅脑创伤	-2.079	0.856	5.906	0.015	0.125	0.023 ~ 0.669
病因为脑出血	2.041	0.665	9.429	0.002	7.700	2.092 ~ 28.335
病因为蛛网膜下腔出血	1.425	0.612	5.426	0.020	4.156	1.253 ~ 13.782
病因为其他	1.253	0.589	4.530	0.033	3.500	1.104 ~ 11.094
发病机制为继发性脑积水	-3.624	1.098	10.886	0.001	0.027	0.003 ~ 0.230
发病机制为不明原因脑积水	0.201	0.467	0.185	0.667	1.222	0.489 ~ 3.053
手术时间	0.003	0.003	1.141	0.285	1.003	0.997 ~ 1.010
术中出血量	0.019	0.015	1.469	0.225	1.019	0.989 ~ 1.050
住院时间	0.061	0.026	5.659	0.017	1.063	1.011 ~ 1.119
术后颅内出血	-0.329	0.929	0.125	0.723	0.720	0.116 ~ 4.449

BMI, body mass index, 体重指数; GCS, Glasgow Coma Scale, Glasgow昏迷量表

表4 脑积水患者腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良影响因素的多因素逐步法 Logistic 回归分析

Table 4. Multivariate stepwise Logistic regression analysis of influencing factors for poor neurological prognosis in patients with hydrocephalus after LPS

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
入院时 GCS 评分 9~12 分	2.054	0.573	12.851	0.000	7.800	7.205 ~ 8.443
入院时 GCS 评分 3~8 分	1.840	0.667	7.615	0.006	6.299	5.744 ~ 6.907
病因为颅脑创伤	3.321	0.951	12.193	0.000	27.681	24.270 ~ 31.572
病因为脑出血	2.566	0.913	7.899	0.005	13.017	11.473 ~ 14.769
病因为蛛网膜下腔出血	2.873	0.867	10.972	0.001	17.682	15.683 ~ 19.935
病因为其他	1.767	0.901	3.846	0.050	5.851	5.166 ~ 6.628
常数项	-2.934	0.766	14.654	0.000		

GCS, Glasgow Coma Scale, Glasgow昏迷量表

血等,均影响脑室系统功能,导致脑积水^[5],严重者甚至危及患者生命。脑出血致脑积水可能与室管膜下出血有关,红细胞堵塞室管膜下间隙,阻碍脑脊液循环^[6];脑出血还可以引起炎症反应和脑损伤,影响脑脊液吸收,导致脑积水^[7];此外,脑出血造成的脉络丛损伤亦影响脑脊液的吸收和循环,引起脑室系统扩张,导致颅内压增高,诱发炎症反应,导致脑积水。蛛网膜下腔出血后红细胞进入脑室或经脑脊液吸收途径造成堵塞,影响脑脊液吸收和循环,亦导致脑积水^[8]。颅内感染引起的脑脓肿或脑膜炎可导致脑血管炎症性改变,造成脑低灌注,导致脑积水。

与脑室-腹腔分流术(VPS)相比,腰大池-腹腔分流术治疗中至重度昏迷的脑积水患者同样有效且并发症较少^[9-10]。在本研究中,预后不良组与预后良好组患者年龄、入院时GCS评分、病因、发病机制和手术时间差异均具有统计学意义;单因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄,入院时GCS评分9~12和3~8分,病因为颅脑创伤、脑出血、蛛网膜下腔出血和其他原因,发病机制为继发性脑积水,住院时间是腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良的影响因素,多因素 Logistic 回归分析显示,入院时GCS评分为9~12和3~8分,病因为颅脑创伤、脑出血、蛛网膜下腔出血和其他原因是腰大池-腹腔分流术后短期神经功能预后不良的危险因素,其中入院时GCS评分9~12和3~8分患者出院时预后不良风险高于GCS评分为13~15分的患者,反映出神经功能损伤程度对预后的重要影响,提示入院时GCS评分可以作为患者预后评估的重要工具;病因为颅脑创伤、脑出血、蛛网膜下腔出血及其他的患者出院时预后不良风险高于无明确病因患者,突出了病因在预后评估中的重要性,提示临床医师对不同病因的脑积水患者应进行综合且针对性的治疗和管理。

本研究结果有助于临床改进脑积水的治疗方案和预后评估体系。临床实践中应考虑上述危险因素的重要性并根据具体情况制定个性化治疗方案。未来研究应进一步扩大样本量、采用更精准的统计模型,以深入探索上述危险因素对脑积水患者预后的潜在作用。此外,研究焦点应包括优化治疗方案、探索其他可能的影响因素,以及提升预后预

测模型的精确性,从而有助于实现临床治疗效果更优化。同时,还应进行大样本、多中心合作,不仅可以增强研究结果的普适性和可靠性,而且可以更全面地理解各种因素如何共同影响预后,期待在脑积水的治疗和管理上取得更显著的进展。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Ho YJ, Chiang WC, Huang HY, Lin SZ, Tsai ST. Effectiveness and safety of ventriculoperitoneal shunt versus lumboperitoneal shunt for communicating hydrocephalus: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis [J]. *CNS Neurosci Ther*, 2023, 29:804-815.
- [2] Czosnyka Z, Czosnyka M. Long-term monitoring of intracranial pressure in normal pressure hydrocephalus and other CSF disorders [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2017, 159:1979-1980.
- [3] Wang N, Qu X. Precise monitoring and complication control for the patients with neurosurgical critical illness can improve their clinical prognosis [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2020, 20:669-670. [王宁, 曲鑫. 精准监测及控制并发症可改善神经外科重症患者临床预后 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2020, 20:669-670.]
- [4] Micchia K, Formica C, De Salvo S, Muscarà N, Bramanti P, Caminiti F, Marino S, Corallo F. Normal pressure hydrocephalus, neurophysiological and neuropsychological aspects: a narrative review [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101: e28922.
- [5] Hannah EM, Zyck S, Hazama A, Krishnamurthy S. Scoping review of the risk factors and time frame for development of post-traumatic hydrocephalus [J]. *Rev Neurosci*, 2021, 33:133-146.
- [6] Fang Y, Huang L, Wang X, Si X, Lenahan C, Shi H, Shao A, Tang J, Chen S, Zhang J, Zhang JH. A new perspective on cerebrospinal fluid dynamics after subarachnoid hemorrhage: from normal physiology to pathophysiological changes [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2022, 42:543-558.
- [7] Hu R, Zhang C, Xia J, Ge H, Zhong J, Fang X, Zou Y, Lan C, Li L, Feng H. Long-term outcomes and risk factors related to hydrocephalus after intracerebral hemorrhage [J]. *Transl Stroke Res*, 2021, 12:31-38.
- [8] Chen S, Luo J, Reis C, Manaenko A, Zhang J. Hydrocephalus after subarachnoid hemorrhage: pathophysiology, diagnosis, and treatment [J]. *Biomed Res Int*, 2017:ID8584753.
- [9] Wang Z, Wang K, Qian Z, Zeng L, Gao L. Lumboperitoneal and ventriculoperitoneal shunt surgery for posthemorrhagic communicating hydrocephalus: a comparison [J]. *World Neurosurg*, 2019, 127:e638-e643.
- [10] Wang N, Zhao RL, Xu YQ, Cheng WT, Ling F. A study on early postoperative complications of ventriculo-peritoneal shunt in treatment of hydro-cephalus [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2009, 9:378-381. [王宁, 赵瑞林, 徐跃娟, 程玮涛, 凌锋. 脑室-腹腔分流术后早期并发症调查研究 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2009, 9:378-381.]

(收稿日期:2024-05-10)

(本文编辑:彭一帆)