临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.000797

颅内动脉瘤夹闭术后颅内压监测临床价值的探讨

王亮亮，何朝晖，朱　继，张晓冬，郭宗铎，廖正步，夏永智，孙晓川
（重庆医科大学附属第一医院神经外科，重庆　400016）

【摘　要】**目的**：观察颅内动脉瘤夹闭术后颅内压（intracranial pressure，ICP）的变化规律，以探讨 ICP 监测在临床治疗的价值。**方法**：回顾性分析 88 例前循环动脉瘤患者动脉瘤术后 ICP 变化规律与临床分级（Hunt-Hess 分级及世界神经外科医师联盟（WFNS）分级）、Fisher 分级、格拉斯哥昏迷评分（Glasgow coma score，GCS）、格拉斯哥预后评分（Glasgow outcome score，GOS）及影像学等因素的关系。**结果**：（1）ICP 监测值与 Hunt-Hess 分级（$P<0.01$）、WFNS 分级（$P=0.007$）、Fisher 分级（$P=0.006$）、ICP 增高时 GCS（$P=0.001$）、术后影像学改变（$P=0.010$）、基底池情况（$P=0.039$）、中线移位（$P=0.007$）、术后 6 个月的 GOS（$P=0.031$）存在相关性；（2）有少数（12 例，13%）患者出现意识障碍加深、影像学提示术区血肿、中线移位、基底池受压等改变，但 ICP 始终正常。**结论**：动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者行动脉瘤夹闭术后需持续动态监测 ICP 变化，并结合患者临床表现及影像学改变进行综合分析，以提高围手术期的安全性。

【关键词】颅内动脉瘤；动脉瘤夹闭术；颅内压监测；蛛网膜下腔出血
【中图分类号】R651.1+2　　【文献标志码】A　　【收稿日期】2015-02-02

Clinical value of intracranial pressure monitoring after clipping of intracranial aneurysm

Wang Liangliang, He Zhaohui, Zhu Ji, Zhang Xiaodong, Guo Zongduo, Liao Zhengbu, Xia Yongzhi, Sun Xiaochuan
(*Department of Nurosurgery, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University*)

【Abstract】***Objective***: To assess the clinical value of intracranial pressure (ICP) monitoring after intracranial aneurysm clipping. ***Methods***: ICP of eighty-eight patients with intracranial aneurysm was continuously monitored for 1-9 d after operation. Relations of ICP level with the preoperative clinical state (Hunt-Hess, WFNS), image features (compression of basal cistern, midline shift), postoperative clinical state at the highest intracranial pressure (Glasgow coma score, GCS) and 6 months' clinical outcome (Glasgow outcome score, GOS) were analyzed. ***Results***: There were strong associations of ICP with Hunt-Hess ($P<0.01$), WFNS grading ($P=0.007$), Fisher results ($P=0.006$), postoperative GCS ($P=0.001$), postoperative image ($P=0.010$), basal cistern ($P=0.039$), midline shift ($P=0.007$) and GOS at 6 month after the operation ($P=0.031$). Whereas, 13% patient with normal ICP after surgery had worsened clinical presentation, postoperative hematoma or midline shifts. ***Conclusion***: ICP monitoring after aneurysm surgery in subarachnoid hemorrhage patients is benefit in postoperative management, which should be combined with clinical manifestation and imaging study.

【Key words】intracranial aneurysm; intracranial aneurysm clipping; intracranial pressure monitoring; subarachnoid hemorrhage

颅内压（intracranial pressure，ICP）监测作为一种神经外科重症监护的常规监护手段，在急性重症颅脑创伤患者中被广泛接受和使用[1-2]。动脉瘤性蛛网膜下腔出血（aneurysmal subarachnoid hemorrhage，aSAH）常伴随 ICP 的增高，ICP 的增高主要与蛛网膜下腔的出血量、脑血管痉挛、脑积水、脑肿胀等相关[3-4]。持续的颅内高压常常引起延迟性脑缺血、脑代谢改变、脑血流动力学等病理生理变化，并导致 aSAH 患者预后不良[5]，所以早期发现 ICP 增高并及时处理对降低死亡率和改善预后具有非常重要的意义。但国内外对于在动脉瘤术后应用 ICP 监测的价值尚存争议[6]。本文回顾性分析动脉瘤夹闭术后

作者介绍：王亮亮，Email：chinallwang@gmail.com，研究方向：蛛网膜下腔出血。
通信作者：孙晓川，Email：77520337@qq.com。
基金项目：国家临床重点专科建设经费资助项目（编号：社财[2011]170号）。
优先出版：http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20151022.2102.026.html（2015-10-22）

使用 ICP 监测的临床资料，以探讨 ICP 监测在动脉瘤夹闭术后的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2013 年 1 月至 2014 年 4 月重庆医科大学附属第一医院神经外科动脉瘤夹闭术患者的临床资料。纳入标准：①年龄 18~80 岁；②CTA 或 DSA 诊断颅内动脉瘤（包括破裂与未破裂动脉瘤）；③行动脉瘤瘤颈夹闭术加脑实质内 ICP探头植入术。排除标准：①行动脉瘤介入栓塞治疗者；②非动脉瘤性蛛网膜下腔出血；③动脉瘤夹闭术后未行 ICP 监测；4.动脉瘤夹闭术加脑室 ICP 监测。本研究收集的 88 例动脉瘤夹闭术患者包括 80 例（90.1%）aSAH 患者和 8 例（9.1%）未破裂动脉瘤，本研究患者中，男 28 例，女 60 例，年龄 25~76 岁，平均（55.5 ± 10.5）岁。动脉瘤部位：前交通动脉瘤 29 例（33%），后交通动脉瘤 33 例（37.5%），大脑中动脉动脉瘤 23 例（26.1%），床突上段动脉瘤 3 例（3.4%）。ICP 在不同性别、年龄、动脉瘤部位之间没有明显差异（见表 1）。

表 1 临床资料

Tab.1 Clinical data of patients

特点	例数（%）	平均 ICP（mmHg）	t/χ^2 值	P 值
性别			-0.241	0.810
男	28(31.8)	24.4 ± 2.1		
女	60(68.2)	25.1 ± 1.6		
年龄			-0.820	0.414
<65	71(80.4)	25.4 ± 1.4		
≥65	17(19.6)	22.8 ± 2.4		
动脉瘤部位			5.035	0.169
前交通动脉瘤	29(33.0)	28.0		
后交通动脉瘤	33(37.5)	22.3		
大脑中动脉动脉瘤	23(26.1)	24.1		
床突上段动脉瘤	3(3.4)	29		

1.2 治疗方法

入组的 aSAH 患者入院后予以止血、抗纤溶、解痉、预防癫痫、补液等 aSAH 常规治疗，并进行 Hunt-Hess 分级、WFNS 分级及 Fisher 分级，行头颅 CTA 或 DSA 确诊动脉瘤，对Hunt-Hess Ⅰ~Ⅲ级的患者早期进行动脉瘤瘤颈夹闭术加 ICP 探头植入术，部分 Hunt-Hess 分级≥Ⅳ级但出血量较大占位效应明显的患者急诊行血肿清除术加动脉瘤瘤颈夹闭术加 ICP 探头植入术。对未破裂动脉瘤患者根据动脉瘤特点结合家属意愿选择动脉瘤瘤颈夹闭术加 ICP 探头植入术。所有患者的手术均采用翼点入路，ICP 探头（ICP monitor，Codman，Johnson & Johnson，USA）植入部位为动脉瘤夹闭术区额叶脑皮质下 1 cm，仅 1 例患者行动脉瘤夹闭术的同时行去骨瓣减压。ICP 监测仪于术中进行调零，术后进行实时测压。术后规律复查头颅 CT，记录计算每小时 ICP 的平均值。对于术后 ICP 增高（>20 mmHg）时，评估患者 GCS 并复查头颅 CT，观察颅内病情变化。

1.3 评价指标

分析 ICP 与临床症状（Hunt-Hess 分级、WFNS 分级）、蛛网膜下腔出血量（Fisher 分级）之间的关系；评估每位患者ICP 最高时的 GCS，并将 GCS 分为 GCS 3~8、GCS 9~12、GCS 13~15 三组，分析 ICP 变化与术后 GCS 及影像学（基底池情况、中线移位、术后影像学改变）的相关性；分析不同组 ICP（ICP<20 mmHg、20 mmHg≤ICP<40 mmHg、ICP≥40 mmHg）患者术后 6 月的 GOS 差异，评价 ICP 监测在动脉瘤夹闭术后的临床价值。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。2 组均数（临床资料）间的比较采用独立 t 检验，不同组变量（根据 Hunt-Hess、Fisher、WFNS、GCS 等分组）间采用 Kruskal-Wallis 检验，相关性采用 Spearman 检验，ICP 与 GOS 的关系采用卡方检验。检验水准 α=0.05。

2 结 果

2.1 ICP 的变化趋势

本研究中 ICP 平均监测天数为（5.5 ± 1.7）d，除外 4 例因死亡或自动出院的患者，其余患者的 ICP 监测时间均在 72 h 以上。术后所有患者 ICP 的总体变化趋势（图 1）：术后第 1 小时最低（5.50 mmHg）并逐渐增高，在术后第 11 h 达到最大值 13.01 mmHg，之后每个小时的 ICP 平均值在 6.07~12.85 mmHg 之间波动，ICP 波动与患者术后临床病情、影像学关系分析密切相关（具体分析见下文）。

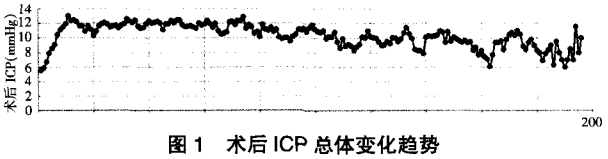


图 1 术后 ICP 总体变化趋势

Fig.1 General trend of postoperative ICP

术后患者 ICP 的个体变化趋势：多数患者的术后 ICP 多数时间处于正常范围，分析每个个体的变化趋势，波峰时的 1 h ICP 平均值作为每位患者 ICP 的评价指标，其波动范围为 10~85 mmHg，有 53 例（60.2%）患者波峰时的 ICP 平均值≥20 mmHg。

2.2 ICP 和 Hunt-Hess 分级、WFNS 分级的关系

本组患者术前 Hunt-Hess 0 级 8 例（9.1%）、Ⅰ级 11 例（12.5%）、Ⅱ级 48 例（54.5%）、Ⅲ级 16 例（18.2%）、Ⅳ级 5 例（5.7%）（表 2）。不同 Hunt-Hess 分级的 ICP 之间存在统计学差异（χ^2=16.918，P=0.002），并且 Hunt-Hess 与 ICP 呈正相关（r=0.393，P<0.01）。

表 2 入院分级（Hunt-Hess、WFNS、Fisher）与 ICP 的关系

Tab.2 Association of ICP with Hunt-Hess, WFNS and Fisher

项目	ICP（mmHg）			总数	χ^2 值	P 值
	ICP<20	20≤ICP<40	ICP≥40			
Hunt-Hess					16.918	0.002
0	8	0	0	8		
Ⅰ	5	6	0	11		
Ⅱ	18	28	2	48		
Ⅲ	2	10	4	16		
Ⅳ	2	2	1	5		
WFNS					14.982	0.010
0	8	0	0	8		
Ⅰ	4	7	0	11		
Ⅱ	16	29	3	48		
Ⅲ	2	4	1	7		
Ⅳ	5	5	2	12		
Ⅴ	0	1	1	2		
Fisher					13.344	0.010
0	8	0	0	8		
Ⅰ	5	6	0	11		
Ⅱ	6	7	1	14		
Ⅲ	8	24	2	34		
Ⅳ	8	9	4	21		

入组患者入院 WFNS 分级 0 级 8 例(9.1%)、Ⅰ级 11 例(12.5%)、Ⅱ级 48 例(54.5%)、Ⅲ级 7 例(8.0%)、Ⅳ级 12 例(13.6%)、Ⅴ级 2 例(2.3%)(表 2)。术后 ICP 在不同 WFNS 分级之间的差异存在统计学意义(χ^2=14.982, P=0.010)。WFNS 分级与 ICP 呈正相关(r=0.285, P=0.007)。

2.3 ICP 和 Fisher 分级的关系

如表 2,Fisher 分级 0 级～Ⅴ级的病例数分别是 8 例(9.1%)、11 例(12.5%)、14 例(15.9%)、34 例(38.6%)、21 例(23.9%)。不同 Fisher 分级间的 ICP 值存在统计学差异(χ^2=13.344, P=0.010),且两者之间相关(r=0.290, P=0.006)。

2.4 ICP 和术后 GCS 的关系

在表 3 通过对比不同组术后 GCS 的 ICP 发现,术后GCS 评分越低的患者 ICP 越高,并且不同组间的 ICP 差异具有统计学意义(χ^2=9.690, P=0.008),ICP 与术后 GCS 显著负相关(r=-0.334, P=0.001)。

表 3 ICP 和术后 GCS 的关系

Tab.3 Relation between ICP and postoperative GCS

GCS	ICP（mmHg）			总数	χ^2 值	P 值
	ICP<20	20≤ICP<40	ICP≥40			
GCS 3-8	6	11	5	22		
GCS 9-12	6	14	1	21	9.690	0.008
GCS 13-15	23	21	1	45		

2.5 ICP 和术后的影像学特点的关系

根据术后影像学改变划分为 3 组:(1)术后明显影像学改变(48 例):表现为术后术区血肿、脑积水、脑梗死、脑肿胀;(2)术后局部影像学改变(26 例):表现为术区少量渗血、术区局部的水肿;(3)术后正常影像学改变(14 例)(表 4)。同时根据基底池情况分为完全开放(27 例)、部分受压(30 例)、完全闭塞(31 例)3 组。根据中线移位程度分为<5 mm(46 例)、≥5 mm(42 例)两组。ICP 与影像学改变有等级相关(r=-0.275, P=0.010),颅内高压时基底池受压严重、中线移位明显(χ^2=6.475, P=0.039; u=1 290.500, P=0.007)。本组患者术后 ICP 增高(>20 mmHg)大部分开始于 72 h 内,术后 12 h 内 ICP>20 mmHg 有 22 例,复查 CT 提示术后血肿 8 例(4 例去骨瓣减压)、脑水肿 2 例、脑积水 4 例、脑梗死 1 例、无明显影像学改变者 7 例;术后 12~48 h 内 ICP>20 mmHg 有 23 例,复查 CT 提示术后血肿 6 例(去骨瓣减压 1 例)、脑水肿 5 例、脑积水1 例、无明显影像学改变者 11 例; 术后 48~72 h 内 ICP>20 mmHg 有 5

表 4 术后影像学与 ICP 的关系（mmHg）

Tab.4 Relation between ICP and postoperative image（mmHg）

项目	ICP<20	20≤ICP<40	ICP≥40	总数	χ^2/u 值	P 值
基底池情况					6.475	0.039
完全开放	11	15	1	27		
部分受压	14	16	0	30		
完全闭塞	10	15	6	31		
中线移位					1 290.5	0.007
<5 mm	22	24	0	46		
≥5 mm	13	22	7	42		
术后影像学改变					7.298	0.010
术后正常影像学改变	9	5	0	14		
术后局部影像学改变	10	15	1	26		
术后明显影响学改变	16	26	6	48		

例，复查 CT 提示脑水肿 3 例、脑梗死 1 例、无明显影像学改变者 1 例。

2.6 ICP 和预后的关系

本研究术后 6 月随访了 64 例患者，24 例患者失访。按 GOS 划分为 3 组：死亡，GOS 1 分；预后不良，GOS 2~3 分；预后良好，GOS 4~5 分（表 5）。不同 ICP 分组（ICP<20 mmHg、20 mmHg≤ICP<40 mmHg、ICP≥40 mmHg）的患者预后差异有统计学意义（χ^2=9.470，P=0.031），ICP<20 mmHg 的患者死亡率为 14.8%，ICP 20~40 mmHg 的患者死亡率为 10%，ICP≥40 mmHg 的患者死亡率为 57.1%，ICP≥40 mmHg 的患者死亡率明显大于其他 2 组（表 5）。

表 5 预后与 ICP 的关系

Tab.5 Relation between ICP and GOS

ICP（mmHg）	预后良好（GOS 4~5）	预后不良（GOS 2~3）	死亡（GOS 1）
<20	21	2	4
20~40	23	4	3
≥40	2	1	4

3 讨 论

目前 aSAH 的诊断和治疗技术已取得显著的进步，但 aSAH 的死亡率仍高达 25%~35%[7]，超过半数的患者会遗留认知障碍或运动功能障碍[8]。aSAH 患者术后常发生的脑血管痉挛、脑积水、再出血、脑肿胀等并发症均可导致 ICP 的升高[4,9]。而 ICP 增高是影响 aSAH 患者预后的重要因素[5,10]。本研究显示60.2%的动脉瘤患者术后存在 ICP 增高（≥20 mmHg），其中有 3 例患者 ICP 值大于 50 mmHg，因此动脉瘤术后的患者常常伴随 ICP 增高，ICP 监测可提供一种客观的监护指标，指导临床医师调整治疗方案控制 ICP 平稳。

aSAH 临床分级主要有 Hunt-Hess 分级和 WFNS 分级。Hunt-Hess 分级、WFNS 分级均与 aSAH 的预后有密切关系[11]。如上述结果所示，Hunt-Hess 分级及 WFNS 分级均与动脉瘤夹闭术后 ICP 密切相关，并且具有相似的线性相关，两者可以在一定程度上预测患者术后 ICP 的高低。

颅内蛛网膜下腔出血量即 Fisher 分级与 aSAH 患者的脑血管痉挛密切相关，脑血管痉挛作为aSAH 患者的重要病理生理变化，是 aSAH 患者死亡率和致残率的重要影响因素[12]。本研究发现同入院 Hunt-Hess 分级和 WFNS 分级相似，Fisher 分级也与动脉瘤夹闭术后 ICP 呈正相关。

Heuer 等[5]推荐在入院临床分级较差（临床症状差、出血量多）的患者中行 ICP 探头植入术。对于入院临床分级较好的患者是否应该安置 ICP 探头目前尚存争议[5,8]。如表 2 所示，患者入院评级较好但动脉瘤夹闭术后仍可能出现 ICP 增高：Hunt-Hess Ⅰ级 6 例（54.5%）、Ⅱ级 30 例（62.5%）；WFNS Ⅰ级 7 例（63.6%）、Ⅱ级 32 例（66.7%）；Fisher Ⅰ级 6 例（54.5%）、Ⅱ级 8 例（57.1%），而本组未破裂动脉瘤患者动脉瘤夹闭术后无 ICP 增高者，由此可见临床分级较好的 aSAH 患者动脉瘤夹闭术后常伴随 ICP 增高。虽然目前缺乏前瞻性随机对照试验的相关证据，不论临床分级好坏，aSAH 患者在动脉瘤夹闭术后行脑实质内 ICP 监测有一定的必要性。

动脉瘤夹闭术的目的仅为防治动脉瘤的再次破裂出血，而无法改变动脉瘤破裂所引起的病理生理改变，因此动脉瘤夹闭术后患者的监护及治疗措施具有重要意义。本研究发现入组患者 ICP 增高时其 GCS 较低。如上述结果所示，当术后发生并发症时即出现明显的影像学改变（包括术区出血形成血肿、脑积水、脑肿胀、大面积梗死）多伴随的 ICP 增高，同时局部水肿、术区渗血等局部影响学改变也有多达 61.5%（16 例）的患者 ICP 增高，并且通过分析颅内增高的不同时段（12 h、48 h、72 h）发现 ICP 增高多发生在术后早期，因此 ICP 监测可为术后及时调整治疗方案提供一定的借鉴价值。本研究选用脑实质内 ICP 监测是因为脑实质 ICP 监测与脑室内 ICP 监测的准确性相近[13-14]，而且脑实质内 ICP探头可在动脉瘤夹闭术区选择合理的位置安放，避免了脑室内 ICP 探头需术中行脑室穿刺增加新的创伤。对于蛛血破入脑室或已有脑积水形成者则可采用带 ICP 探头的引流装置引流脑脊液进行减压[15]。本组也发现有 3 例术后血肿、1 例术后脑梗死、4 例脑积水患者、4 例广泛水肿患者的 ICP 未明显升高（<20 mmHg），有文献证明在颅内代偿容积下降时可表现为 ICP 值正常时但 ICP 波幅增大（≥5 mmHg）或 ICP 波形改变（P2>P3>P1）[16-17]，因为本文是回顾性研究，既往 ICP 波幅及 ICP 波形无法获取，需待进一步研究；该部分患者术后 ICP 始终正常亦可能与术后规律复查 CT，早期发现明显影像学改变时采取加大脱水利尿、去骨瓣减压等治疗有关，此外 ICP值

需除外受癫痫、吸痰、高血压、疼痛躁动、体位变化、气管插管、尿管梗阻等多重颅外因素的影响，故医务人员在进行医疗操作之前需除外颅外的影响因素并结合影像学特点综合判断患者的病情变化。

本研究发现动脉瘤术后的 ICP 值与患者的预后密切相关，特别是 ICP 明显升高（≥40 mmHg）的患者往往预后不良，其死亡率高达 57.1%。Heuer 等指出虽然 ICP 是患者预后的重要因素但不是唯一的决定性因素[5]。本研究中存在 4 例（14.8%）ICP 正常者（ICP<20 mmHg）死亡，23 例（76.7%）ICP 中度升高（20≤ICP<40 mmHg）及 2 例（28.6%）ICP 重度升高（ICP≥40 mmHg）预后良好。因此除 ICP 因素外，存在多种因素共同影响患者的转归。

4 结 论

在 aSAH 患者接受颅内动脉瘤夹闭术后，动态监测 ICP 有助于指导术后治疗；但 ICP 并不能全面反映患者颅内病情，因此临床中需控制 ICP 稳定的同时兼顾临床症状及影像学，进行及时准确的综合治疗，改善患者预后。

参 考 文 献

[1] Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VIII. Intracranial pressure thresholds[J]. Journal of Neurotrauma, 2007, 24(sl): S55-S58.

[2] 中国医师协会神经外科医师分会、中国神经创伤专家委员会. 中国颅脑创伤颅内压监测专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2011, 27(10): 1073-1074.

[3] Heinsoo M, Eelmae J, Kuklane M, et al. The possible role of CSF hydrodynamic parameters following in management of SAH patients[J]. Acta Neurochir Suppl, 1998(71): 13-15.

[4] Brinker T, Seifert V, Stolke D. Acute changes in the dynamics of the cerebrospinal fluid system during experimental subarachnoid hemorrhage[J]. Neurosurgery, 1990, 27(3): 369-372.

[5] Heuer GG, Smith MJ, Elliott JP, et al. Relationship between intracranial pressure and other clinical variables in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. Journal of Neurosurgery, 2004, 101(3): 408-416.

[6] Sprinborg JB, Frederiksen HJ, Eskesen V, et al. Trends in monitoring patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage [J]. Br J Anaesth, 2005, 94(3): 259-270.

[7] Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA, et al. Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review[J]. Lancet Neurol, 2009, 8(4): 355-369.

[8] Colby GP, Coon AL, Tamargo RJ. Surgical management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. Neurosurgery Clin N Am, 2010, 21(2): 247-261.

[9] Grote E, Hassler W. The critical first minutes after subarachnoid hemorrhage[J]. Neurosurgery, 1988, 22(4): 654-661.

[10] Barth M, Woitzik J, Weiss C, et al. Correlation of clinical outcome with pressure-, oxygen-, and flow-related indices of cerebrovascular reactivity in patients following aneurysmal SAH [J]. Neurocrit Care, 2010, 12(2): 234-243.

[11] Witiw CD, Ibrahim GM, Fallah A, et al. Early predictors of prolonged stay in a critical care unit following aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. Neurocrit Care, 2013, 18(3): 291-297.

[12] Fukuhara T, Douville CM, Eliott JP, et al. Relationship between intracranial pressure and the development of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. Neurol Med Chir, 1998, 38(11): 710-715.

[13] Brean A, Eide PK, Stubhaug A. Comparison of intracranial pressure measured simultaneously within the brain parenchyma and cerebral ventricles[J]. J Clin Monit Comput, 2006, 20(6): 411-414.

[14] Koskinen LO, Olivercrona M. Clinical experience with the intraparenchymal intracranial pressure monitoring Codman microsensor system[J]. Neurosurgery, 2005, 56(4): 693-698.

[15] 王 翔，张 乔，毛 庆，等. 颅内压监测与脑室外引流在动脉瘤性蛛网膜下腔出血中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30(2): 137-139.

[16] Eide PK, Sorteberg W. Intracranial pressure levels and single wave amplitudes, Glasgow Coma Score and Glasgow Outcome Score after subarachnoid haemorrhage [J]. Acta Neurochir, 2006, 148(12): 1267-1275.

[17] Asgari S, Bergsneider M, Hamilton R, et al. Consistent changes in intracranial pressure waveform morphology induced by acute hypercapnic cerebral vasodilatation[J]. Neurocrit Care, 2011, 15(1): 55-62.

（责任编辑：冉明会）