Embolization of unruptured intracranial aneurysms combined with brain arteriovenous malformations

WANG Kun, ZHAO Wei*, HU Jihong, YI Genfa, SHI Ying
(Medical Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, China)

[**Abstract**] **Objective** To explore the value of interventional therapy in unruptured intracranial aneurysms combined with brain arteriovenous malformations (BAVM). **Methods** Data of 23 patients with unruptured aneurysms combined with BAVM were retrospectively analyzed. All patients were treated with interventional embolization, and the embolization methods were choosen according to the Redekop classification. The proximal or distal hemodynamic aneurysms were embolized with coils, and the intranidal aneurysms were embolized with Onyx. The outcome was assessed by the Glasgow outcome score (GOS) one week after treatment. DSA scan was used to observe whether there was recurrence during 3—6 months after embolization. **Results** Totally there were 36 aneurysms in 23 patients, including 8 intranidal aneurysms, 16 proximal flow-related aneurysms, 11 distal flow-related aneurysms and 1 unrelated aneurysm. Embolizations of 16 proximal hemodynamic aneurysms and 10 distal hemodynamic aneurysms were done with coils. And embolization of 8 intranidal aneurysms were done with Onyx. One distal hemodynamic aneurysm was not embolized due to the difficulty of embolization and the regular shap of aneurysm; and the patient died of cerebral hernia caused by intracranial hemorrhage on the sixth day after embolization. Because it was more suitable for surgical clipping, 1 unrelated hemodynamic aneurysm was not embolized. In 23 cases, BAVM were completely embolized in 7 cases and incompletely embolized in 16 cases. A week after operation, the GOS score were 5 in 19 cases and 4 in 3 cases. The GOS score was not evaluated in the dead case. Except for 1 cases of death, the other 22 cases were followed up after embolization. No recurrence and intracranial hemorrhage occurred. **Conclusion** Interventional treatment of unruptured intracranial aneurysms combined with BAVM is safe and effective. Making treatment plan according to the hemodynamic characteristics of lesions and completely embolizing all lesions to prevent postoperative bleeding is helpful to improve the prognosis of patients.

[**Key words**] Aneurysm; Brain; Arteriovenous malformations; Embolization therapy
DOI: DOI: 10.13929/j.1672-8475.201612017

介入栓塞治疗未破裂动脉瘤合并脑动静脉畸形

王 坤, 赵 卫*, 胡继红, 易根发, 石 漾
(昆明医科大学第一附属医院医学影像中心, 云南 昆明 650032)

[**摘 要**] **目的** 探讨未破裂的动脉瘤合并脑动静脉畸形(BAVM)的介入治疗价值。**方法** 回顾性分析 23 例未破裂的动脉瘤合并 BAVM 患者的资料。对所有患者均行介入栓塞治疗, 根据 Redekop 分型, 选择介入栓塞方式。对近端、远端血流动力型动脉瘤以弹簧圈栓塞, 对团内型动脉瘤以 Onyx 栓塞剂栓塞。术后 1 周以格拉斯哥转归评分(GOS)评估治疗效果。术后 3～6 个月行 DSA 复查病灶是否复发、有无颅内出血。**结果** 23 例患者共 36 个病灶, 其中 BAVM 合并团内型动脉瘤 8 个、近端血流动力型动脉瘤 16 个、远端血流动力型动脉瘤 11 个、无关血流动力型动脉瘤 1 个。以弹簧圈栓塞

[**基金项目**] 云南省卫生科技计划项目(2014NS157)。
[**第一作者**] 王坤(1987—), 男, 河南商丘人, 在读硕士。研究方向: 神经介入诊疗。E-mail: 455237997@qq.com
[**通信作者**] 赵卫, 昆明医科大学第一附属医院医学影像中心, 650032。E-mail: kyyyzhaowei@foxmail.com
[**收稿日期**] 2016-12-16 [**修回日期**] 2017-04-24

16 个近端血流动力型和 10 个远端血流动力型动脉瘤；以 Onyx 栓塞剂栓塞 8 个团内型动脉瘤；1 个远端血流动力型动脉瘤因栓塞困难且动脉瘤形态规整未予栓塞，术后第 6 天患者死于颅内出血引起的脑疝；1 个无关血流动力型动脉瘤因易于外科夹闭未予栓塞。23 例中，BAVM 完全栓塞 7 例，未完全栓塞 16 例。19 例术后 GOS 评分为 5 分，3 例为 4 分，1 例死亡病例未评估。除 1 例死亡外，余 22 例 DSA 术后随访均未见复发，无颅内出血。**结论** 介入栓塞治疗未破裂的动脉瘤合并 BAVM 较为安全、有效，根据各病灶血流动力学特点制定治疗方案、尽量栓塞所有病灶并积极预防术后出血有助于改善患者预后。

[**关键词**] 动脉瘤；脑；动静脉畸形；栓塞治疗

[**中图分类号**] R743.4；R816 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1672-8475(2017)06-0355-05

脑动静脉畸形(brain arteriovenous malformations，BAVM)是胚胎时期中胚层发育异常所引起的先天脑血管疾病[1]。随着三维旋转造影技术的应用[2]，并发动脉瘤的 BAVM 检出率大幅提高。并发动脉瘤的 BAVM 是引起颅内出血的高危因素之一[3-4]，如何安全、有效地治疗此类病情复杂的患者已成为神经介入领域极具挑战性的难题。本研究回顾性分析 23 例未破裂动脉瘤合并 BAVM 患者的资料，探讨介入栓塞治疗的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2009 年 1 月—2016 年 6 月我院收治的 23 例未破裂动脉瘤合并 BAVM 患者的资料，其中男 13 例，女 10 例，年龄 17～52 岁，平均(37.4±8.9)岁。所有患者均经头颅增强 CT、DSA 检查确诊，排除曾破裂出血、BAVM 未并发动脉瘤或 BAVM 并发硬脑膜动静脉瘘者。23 例中，首发症状为癫痫 14 例，头晕、乏力 5 例，肢体运动不灵活 3 例，另 1 例为脑部外伤后检查偶然发现。Spetzler-Martin 分级为Ⅰ级 2 例，Ⅱ级 16 例，Ⅲ级 4 例，Ⅳ级 1 例。

1.2 围手术期处理 对所有患者介入治疗前均行心肝肾功能和凝血功能等检查，曾患有癫痫病史者术前常规剂量口服丙戊酸钠(每日 600 mg)，如癫痫有近期发作则需术前 3 天至术后 7 天持续泵注丙戊酸钠(每小时 40～80 mg)。术前 24 h 开始持续静脉泵入尼莫地平(每小时 5～10 ml)，以防脑血管痉挛或脑缺血发生；术前例行普通肝素的全身肝素化(50 U/kg 体质量)后再行介入治疗，术中每过 1 h 加注肝素 1 000 U。术中控制性降低基础血压(血压降至患者术前基础血压的 70%～80%)，以减少 BAVM 栓塞引起的血流动力学变化。

术后 23 例患者均转入重症监护室(intensive care unit，ICU)，全身肝素化解除后(术后 6 h)拔除动脉鞘。根据术中 Onyx 栓塞剂使用量行 ICU 监护 24～72 h(<3 ml 监护 24 h，3～6 ml 监护 48 h，>6 ml 监护 72 h)，ICU 监护期间维持镇静麻醉状态，并控制性降低基础血压以预防术后正常灌注压突破的发生。对术前曾癫痫发作的患者术后继续加用抗癫痫药物。

1.3 介入治疗 采用 Philips Allura Xper FD-20 大平板数字减影血管造影系统作为介入治疗影像引导设备，对 23 例患者均于全身麻醉、气管插管后，采用 Seldinger 穿刺法从股动脉入路，在超滑导丝(0.032 in，Terumo 公司)引导下置入导管(6-F Guiding，Terumo 公司)，行全脑造影及患侧三维旋转造影，明确动脉瘤的大小、位置、形态及 BAVM 的血管构筑和患侧半球血流动力学的基本情况，根据造影结果进行 Redekop 分型，分型标准见表 1，评估手术风险并制定治疗策略。根据 Redekop 分型，选择介入栓塞方式，对近端、远端血流动力型动脉瘤以弹簧圈栓塞，对团内型动脉瘤以 Onyx 栓塞剂栓塞。通过 FD-20 后处理工作站观察非畸形团内动脉瘤，明确 BAVM 病灶的供血动脉和引流静脉；如畸形团内发现有动脉瘤，以最接近动脉瘤的供血动脉为 BAVM 的目标栓塞动脉并选取栓塞体位。于动脉瘤栓塞工作体位下同轴置入弹簧圈微导管(Headway，Microvention 公司)优先对近端、远端血流动力型动脉瘤进行栓塞。对多发动脉瘤患者先栓塞距 BAVM 病灶最近的近端血流动力型动脉瘤，再栓塞剩余动脉瘤。如弹簧圈脱出瘤腔影响后续 BAVM 栓塞，则采用支架(Enterprise 支架，Codman 公司；Lvis 支架，Microvention 公司)以保证 BAVM 目标栓塞动脉通畅。同轴置入二甲基亚砜(dimethyl sulfoxide，DMSO)兼容性微导管(Sonic，Balt 公司；Marathon，Covidien 公司)，经血流或微导

表 1 Redekop 分型标准

Redekop 分型	动脉瘤位置
团内型动脉瘤	畸形血管团内的动脉瘤，造影时显影早
近端血流动力型动脉瘤	接近 BAVM 主要供血动脉或位于供血动脉上的动脉瘤
远端血流动力型动脉瘤	与 BAVM 供血动脉距离较远
无关血流动力型动脉瘤	载瘤动脉与 BAVM 血流无关

丝导向作用下，超选入 BAVM 的目标栓塞动脉，导管头端尽量接近畸形血管团，于 BAVM 栓塞工作体位下行手推造影后减影，分析微导管所在位置是否良好。对 BAVM 供血动脉直径比较小、纡曲的患者，选用 Sonic 头端可解脱导管。以生理盐水 10 ml 反复冲洗兼容性微导管，而后注入 DMSO 充满导管腔，并于空白“路图(roadmap)”引导下采用“推注-停顿”技术缓慢推注(约 120 s)Onyx 栓塞剂灌满导管腔。仔细观察推注过程中 Onyx 栓塞剂的蔓延情况，一旦发现反流，则立即停止推注，待近端铸型后再行推注，以防 Onyx 栓塞剂反流入正常血管。停止推注 Onyx 栓塞剂后立即造影，了解栓塞过程中、栓塞结束时病灶栓塞情况及引流静脉是否通畅，观察是否误栓正常动脉或引流静脉，未完全闭塞 BAVM 病灶前尽量避免 Onyx 栓塞剂进入引流静脉。Onyx 栓塞剂反流接近 Marathon 导管头近端 1.5 cm 处或 Sonic 导管的反流极限标记点时立即停止推注，在注射器负压状态下拔除微导管。撤管时将微导管拉直后继续以一定张力缓慢拉出 15 cm 左右，以此方式反复缓慢牵拉直至埋管部分与 Onyx 栓塞剂分离。术毕行正侧位造影评估 BAVM 栓塞情况，观察是否栓塞完全。

1.4 评价与随访 术后 1 周对患者进行格拉斯哥转归评分(glasgow outcome score，GOS)以评估治疗效果，如发现异常则加行头颅 MR 检查。术后 3～6 个月复查 DSA，观察病灶有无复发、有无颅内出血。

2 结果

23 例 BAVM 患者共检出动脉瘤 36 个。其中 BAVM 合并团内型动脉瘤 8 例，共 8 个动脉瘤；近端血流动力型动脉瘤 6 例，共 11 个动脉瘤；远端血流动力型动脉瘤 5 例，共 6 个动脉瘤；并发近端和远端血流动力型动脉瘤 3 例，包括 5 个近端血流动力型及 3 个远端血流动力型动脉瘤；并发远端血流动力型和无关血流动力型动脉瘤 1 例，包括 2 个远端血流动力型和 1 个无关血流动力型动脉瘤。

以弹簧圈栓塞 26 个动脉瘤，包括 16 个近端血流动力型和 10 个远端血流动力型动脉瘤；以 Onyx 栓塞剂栓塞 8 个团内型动脉瘤。1 例患者的 1 个远端血流动力型动脉瘤因栓塞困难且动脉瘤形态规整而未予栓塞，术后第 6 天患者因颅内出血引发的脑疝最终死亡(图 1)。1 例患者的 1 个无关血流动力型动脉瘤因其为宽颈动脉瘤且位于大脑中动脉分叉处，较易行外科夹闭并可避免因放置支架而必需长期服用抗凝药物，于 BAVM 栓塞后 1 个月接受动脉瘤外科夹闭术(图 2)。

23 例患者中，BAVM 完全栓塞 7 例，未完全栓塞 16 例；16 例未完全栓塞患者再次栓塞治疗 6 例，立体定向放射治疗 10 例。

3 例患者术后 1 周 GOS 评分为 4 分(躯体活动障碍)，余 19 例患者术后 1 周 GOS 评分均为 5 分(正常)，1 例死亡患者未行评分。

除 1 例死亡外，余 22 例术后随访 DSA 复查显示经栓塞或夹闭的动脉瘤及 BAVM 病灶均未见复发，无颅内出血发生。

3 讨论

BAVM 血供系统从周围正常脑组织“盗血”并可引起病灶内部及其周围长期血流异常[5-6]。湍杂的血流可导致 BAVM 相关血管局部扩张或膨胀，最终引发动脉瘤或静脉瘤[7]。并发动脉瘤的 BAVM 具有更高的出血率，未并发动脉瘤的 BAVM 年出血率约为 1.7%，而并发动脉瘤的 BAVM 年出血率约为 7%[8]。一旦确诊，应积极治疗所有病灶。随着介入耗材改进，尤其是 Onyx 栓塞剂的应用，介入栓塞术已成为治疗未破裂的动脉瘤合并 BAVM 的重要手段[9-10]。

对于并发动脉瘤的 BAVM 患者，多发病灶的治疗先后次序与预后有关。Platz 等[11]研究发现，已破裂出血患者中以动脉瘤为出血源者远多于以 BAVM 为出血源者，尤其是位于 BAVM 供血动脉上的近端血流动力型动脉瘤破裂最为多见。对未破裂出血患者应优先治疗近端血流动力型动脉瘤，以降低手术风险。介入栓塞术应采取以下措施：①优先治疗血流动力型动脉瘤，动脉瘤栓塞后再行 BAVM 栓塞，以防栓塞畸形血管团栓塞时因血流阻力增大而造成血流动力型动脉瘤破裂；②对多发动脉瘤的 BAVM 患者，因距畸形血管团近的动脉瘤血流受 BAVM 病灶影响较大，优先治疗距 BAVM 病灶较近的动脉瘤，尤其是近端血流动力型动脉瘤；③栓塞 BAVM 病灶时优先栓塞团内型动脉瘤，未完全闭塞的 BAVM 病灶尽量避免引流静脉闭塞，防止因引流静脉闭塞引起团内型动脉瘤及 BAVM 病灶内的压力增高进而造成破裂出血。

由于血管构筑情况复杂，对并发动脉瘤的 BAVM 患者行介入栓塞治疗时栓塞所有病灶不仅增加手术难度也会加大手术风险。Zhu 等[12]报道了 BAVM 病灶一次性完全栓塞后 BAVM 供血动脉上的动脉瘤自愈的病例，表明即使不治疗所有病灶也可能有良好的治疗效果。但目前应用 Onyx 栓塞剂并不能对所有 BAVM 均一次性地完全栓塞，尤其是病灶较大时一次

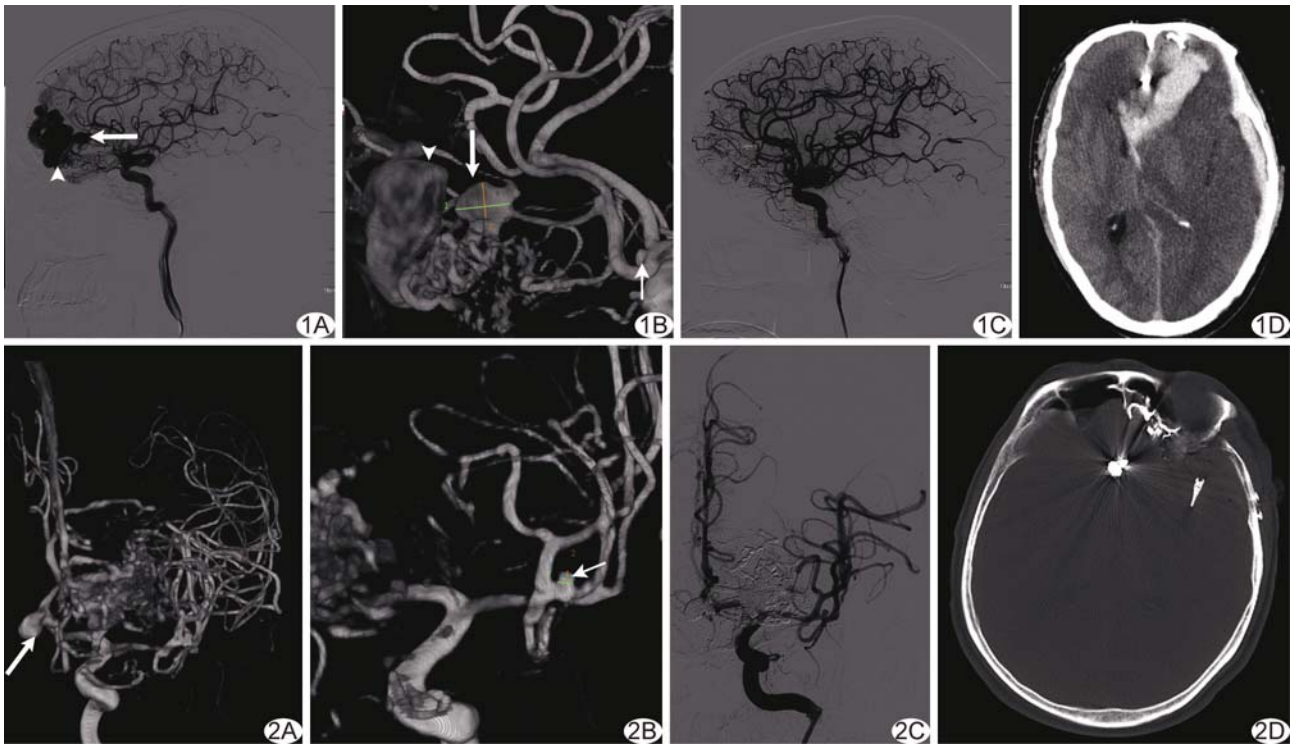


图 1　患者男，52 岁，侧位造影(A)及三维旋转造影(B)示并发左侧大脑前动脉胼缘支动脉瘤(粗箭)、前交通动脉瘤(箭)、静脉瘤(箭头)；介入治疗以弹簧圈栓塞胼缘支动脉瘤，以 Onyx 栓塞剂栓塞 BAVM 血管巢，造影示 BAVM 血管巢及静脉瘤未显影(C)，因前交通动脉瘤为宽颈动脉瘤，支架放置不易覆盖瘤颈且动脉瘤形态规则，未进一步栓塞；术后第 3 天患者突发颅内出血，CT 示(D)左侧额叶大片血肿及少量 Onyx 栓塞剂，中线结构严重移位，患者于术后第 6 天死亡　**图 2**　患者男，49 岁，三维旋转造影(A、B)示左侧大脑前动脉分支供血 BAVM、前交通多发动脉瘤(粗箭)、左侧大脑中动脉侧裂分叉部宽颈动脉瘤(箭)，介入治疗栓塞 2 个前交通动脉瘤，以 Onyx 栓塞剂完全闭塞 BAVM 血管巢，左侧大脑中动脉侧裂分叉部宽颈动脉瘤未栓塞治疗(C)；术后 1 个月行左侧大脑中动脉侧裂分叉部动脉瘤夹闭术，术毕 CT 示(D)钛夹位置良好

性完全栓塞有可能发生过度灌注综合征[13]。本组中 1 例 BAVM 合并远端血流动力型动脉瘤患者因栓塞困难且动脉瘤形态规整而未栓塞治疗，术后患者因控制性降低基础血压措施解除后新发颅内出血死亡。未完全栓塞病灶的血流阻力增大，BAVM 病灶及相关血管内血流更加湍杂，极易造成血流动力型动脉瘤破裂，术中应尽可能治疗所有血流动力型动脉瘤。本研究中，对 1 例 BAVM 合并无关血流动力型宽颈动脉瘤患者于介入栓塞术后 1 个月行外科夹闭，避免了患者因放置支架而长期服用抗凝药物，患者预后良好(GOS 评分为 5 分)。无关血流动力型动脉瘤血流基本不受 BAVM 栓塞影响，可视为无关联的病灶独立进行治疗，但未完全闭塞的 BAVM 病灶仍有破裂出血可能，放置支架后如 BAVM 破裂出血，在抗凝药物作用下会增大脑出血量，因此应尽量减少支架的使用。

综上所述，介入治疗未破裂的动脉瘤合并 BAVM 应根据血管构筑情况分析各病灶血流动力学特点，选择其中最易出血病灶并优先治疗。BAVM 介入栓塞过程中，应时刻考虑各病灶血流变化，优化治疗方案，降低术中、术后出血事件的发生率。介入栓塞治疗应尽量一次性栓塞所有病灶，但动脉瘤栓塞困难或栓塞动脉瘤存在弊端时可考虑外科夹闭。对未完全栓塞的 BAVM 病灶可择期继续栓塞或行立体定向放射治疗。

[参考文献]

[1]　王维治，陈生弟，崔丽英，等. 神经病学. 2 版. 北京：人民卫生出版社，2013：966-972.

[2]　黄永火，黄远帅，冯新民，等. 脑动静脉畸形 DSA 形态与其出血预测. 中国医学影像技术，2004，20(11)：1683-1685.

[3]　Signorelli F, Gory B, Pelissou I, et al. Ruptured brain arteriovenous malformations associated with aneurysms: Safety and efficacy of selective embolization in the acute phase of hemorrhage. Neuroradiology, 2014, 56(9): 763-769.

[4]　Lv X, Li Y, Yang X, et al. Characteristics of arteriovenous malformations associated with cerebral aneurysms. World Neurosurg, 2011, 76(3-4): 288-291.

[5]　周晓彦，段云友，阮骊韬，等. 脑血管病患者颈部血管多普勒血流

参数的变化.中国医学影像技术,2004,20(2):239-242.

[6] Lv X, Wu Z, Li Y, et al. Endovascular treatment of cerebral aneurysms associated with arteriovenous malformations. Eur J Radiol, 2012,81(6):1296-1298.

[7] Shakur SF, Amin-Hanjani S, Mostafa H, et al. Hemodynamic characteristics of cerebral arteriovenous malformation feeder vessels with and without aneurysms. Stroke, 2015,46(7):1997-1999.

[8] Elhammady MS, Aziz-Sultan MA, Heros RC. The management of cerebral arteriovenous malformations associated withaneurysms. World Neurosurg, 2013,80(5):e123-e129.

[9] Saeed Kilani M, Izaaryene J, Cohen F et al. Ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx ©) in peripheral interventionalradiology: Indications, advantages and limitations. Diagn Interv Imaging, 2015,96(4):319-326.

[10] Crowley RW, Ducruet AF, McDougall CG, et al. Endovascular advances for brain arteriovenous malformations. Neurosurgery, 2014,74(l1):74-82.

[11] Platz J, Berkefeld J, Singer OC, et al. Frequency, risk of hemorrhage and treatment considerations for cerebral arteriovenous malformations with associated aneurysms. Acta Neurochir, 2014,156(11):2025-2034.

[12] Zhu G, Li X, He X, et al. Endovascular treatment of cerebellar arteriovenous malformations: Management of associated aneurysms first or later. Neurol Sci, 2016,37(1):67-72.

[13] Rangel-Castilla L, Spetzler RF, Nakaji P. Normal perfusion pressure breakthrough theory: A reappraisal after 35 years. Neurosurg Rev, 2015,38(3):399-405.

《中国介入影像与治疗学》投稿要求(二)

8 基金项目 书写格式应为:××基金(编号××)。基金论文投稿时应同时将基金项目批文扫描上传。本刊将优先选登基金论文。

9 第一作者 书写格式为:姓名(出生年—),性别,籍贯,学位,职称,研究方向和 E-mail。尚未毕业者学位写为“在读××”,如“在读硕士”、“在读博士”。投稿时,简介中需注明第一作者联系电话。

10 通信作者 通常为稿件所涉及研究工作的负责人,通信作者简介包括其姓名、单位、邮编和 E-mail。

11 摘要 研究论著和综述性论文均须附中、英文摘要,英文在前,中文在后;经验交流和短篇报道不设摘要。摘要应以第三人称撰写,不宜超过 350 个汉字,不宜使用“我们”、“作者”等词作为主语。研究论著类论文的摘要应按结构式摘要的特征撰写,包括目的(Objective)、方法(Methods)、结果(Results)、结论(Conclusion)四项。综述性论文的摘要应按指示性摘要的特征撰写,简要叙述文章内容,无须按"四项式"编写。摘要应具有独立性和自明性,并且拥有与文献同等量的主要信息,在有限的字数内向读者提供尽可能多的定性或定量的信息,充分反映该研究的创新之处。英文摘要在 300 个实词左右,内容和形式要求与中文摘要基本对应。

12 关键词 中文关键词应以《医学主题词注释字顺表(2002 年版)》为准,以标引能表达全文主题概念的叙词 2~5 个,尽量少用自由词。英文关键词应与中文对应,以《医学主题词注释字顺表(2002 年版)》及《Mesh》内所列的主题词为准,每个英文关键词第一个词的首字母大写,各关键词之间用分号隔开。

13 正文标题层次 如:1 资料与方法(或材料与方法),1.1 资料(或材料),1.2 方法,2 结果,3 讨论,一般不超过三级标题,文内连序号为圈码,如①、②、③……表示。

14 医学名词 应注意规范、标准、前后统一,尽量少用缩略语,原词过长且在文中多次出现(2 次以上)者,可于括号内写出全称并加注简称,以后用简称。医学名词术语,以全国科学技术名词审定委员会审定公布的医学名词为准。