

# 非黏附性液体栓塞材料ONYX与脑动静脉畸形的治疗\*

朱远群

## Non-adhesive liquid embolic material ONYX treatment of cerebral arteriovenous malformations

Zhu Yuan-qun

### Abstract

**OBJECTIVE:** To investigate the advantages and disadvantages, as well as the application effects and embolization techniques of non-adhesive liquid embolic material ONYX in cerebral arteriovenous malformation.

**METHODS:** CNKI database and Wanfang database were retrieved from 1998 to 2010 by the first author using "cerebral arteriovenous malformation, embolism, non-adhesive liquid embolic material, ONYX, butyl cyanoacrylate, embolization techniques" in Chinese as key words, for articles related to advantages and disadvantages of non-adhesive liquid embolic material ONYX, as well as clinical effect and embolization techniques on cerebral arteriovenous malformation. Reproducible study or obsolete literature were excluded.

**RESULTS:** According to the inclusion and exclusion criteria, 20 literatures were involved in the analysis. Non-adhesive liquid embolic material ONYX do not stick in tube and well disperse in the malformed blood vessel group, it can be slowly injected, exhibit a high embolization rate, permanent embolization effect and non-reperfusion phenomenon, also it is easy for surgical resection after embolization, so non-adhesive liquid embolic material ONYX is an ideal embolization material for the treatment of cerebral arteriovenous malformations. However, certain complications may occur, and techniques should be mastered to treat embolization.

**CONCLUSION:** ONYX is a kind of ideal embolic materials for the treatment of cerebral arteriovenous malformations, physicians should master the embolization skills to reduce complications.

Department of Neurology, Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Liuzhou 545005, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Zhu Yuan-qun★, Master, Attending physician, Department of Neurology, Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Liuzhou 545005, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China  
zhyqqlz0618@sina.com

Received: 2010-04-19  
Accepted: 2010-05-01

Zhu YQ. Non-adhesive liquid embolic material ONYX treatment of cerebral arteriovenous malformations. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(21):3891-3894. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**目的:** 探讨非黏附性液体栓塞材料 ONYX 的优势与不足及其在脑动静脉畸形中的应用效果和栓塞技巧。

**方法:** 应用中国知网 (CNKI)、万方医学网数据库, 由第一作者以“脑动静脉畸形; 栓塞; 非黏附性液体栓塞材料; ONYX; 氰基丙烯酸正丁酯; 栓塞技巧”检索 1998/2010 时限内, 与非黏附性液体栓塞材料 ONYX 优势和不足、在脑动静脉畸形中的临床应用效果及其栓塞技巧相关文献。排除重复研究或较陈旧文献。

**结果:** 依据纳入排除标准共保留相关文献 20 篇。非黏附性液体栓塞材料 ONYX 不黏管, 在畸形血管团内弥散好, 可以缓慢注射, 栓塞率高, 栓塞效果永久, 无再通现象, 栓塞后易于手术切除, 是治疗脑动静脉畸形较为理想的栓塞材料。但有一定并发症, 需注意掌握栓塞技巧。

**结论:** ONYX 是治疗脑动静脉畸形较为理想的栓塞材料, 需要掌握栓塞的技巧, 减少并发症的发生。

**关键词:** 脑动静脉畸形; 栓塞; 非黏附性液体栓塞材料; ONYX; 氰基丙烯酸正丁酯; 栓塞技巧

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.21.021

朱远群. 非黏附性液体栓塞材料 ONYX 与脑动静脉畸形的治疗[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(21):3891-3894. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

脑动静脉畸形是主要发生于青少年中枢神经系统的一种疾病, 属先天性血管发育异常, 发病机制为脑动静脉之间缺乏正常的毛细血管网而直接相通, 动静脉间盗血导致正常脑组织低灌注, 高静脉压, 造成脑缺血、迟发性功能障碍及畸形血管破裂出血, 可危及生命。脑动静脉畸形发病率为0.01%~0.5%, 绝大多数脑动静脉畸形患者40岁以前发病, 是青少年致死致残的主要疾病之一, 而脑出血是脑动静脉畸形患者最主要的临床表现和致死、致残原因<sup>[1]</sup>。脑动静脉畸形的治疗是当今神经外科领域难题之一, 目前治疗方

法有: 显微外科手术、血管内栓塞及立体定向放射治疗, 可以单独或联合运用。新型介入栓塞材料的不断研发和应用使得微侵袭的血管内栓塞治疗广泛应用于临床。

栓塞材料的选择对栓塞效果至关重要。理想的栓塞材料应具备: ①材料为液体, 易于通过细长的微导管。②易于控制, 显影要好。③能保证足够长的注射时间以栓塞动静脉畸形, 且不粘管。④弥散性要好, 能从动脉端弥散至毛细血管, 且不溢至静脉端。⑤栓塞效果永久, 无再通现象。⑥无毒性, 无生物活性, 不与脑组织发生反应。⑦栓塞后易于手术切除。根据上述特性, ONYX胶专用于脑动静脉畸形的栓塞治疗<sup>[2-4]</sup>。

本文着重介绍一下非粘附性液体栓塞材料

广西医科大学第四附属医院神经内科, 广西壮族自治区贺州市邵平县人, 汉族, 2006年广西医科大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事脑血管病的临床与康复研究工作。  
zhyqqlz0618@sina.com

朱远群★, 女, 1973年生, 广西壮族自治区贺州市邵平县人, 汉族, 2006年广西医科大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事脑血管病的临床与康复研究工作。  
zhyqqlz0618@sina.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2010)21-03891-04

收稿日期: 2010-04-19  
修回日期: 2010-05-01  
(20100419013/LLT·Y)

ONYX的优、缺点及其栓塞脑动静脉畸形的临床效果和栓塞技巧。

## 1 资料和方法

**1.1 入选标准** 纳入标准：①非黏附性液体栓塞材料 ONYX的优势与不足。②非黏附性液体栓塞材料 ONYX 栓塞脑动静脉畸形的临床效果。③脑动静脉畸形中 ONYX 胶的栓塞技巧。排除标准：重复研究或较陈旧文献。

**1.2 资料提取策略** 应用中国知网 (CNKI)、万方医学网数据库, 由作者检索与脑动静脉畸形非黏附性液体栓塞材料有关文献。检索时限为1998/2010。检索关键词: 脑动静脉畸形; 栓塞; 非黏附性液体栓塞材料; ONYX; 氰基丙烯酸正丁酯; 栓塞技巧。对资料进行初审, 并查看每篇文献后的引文。依据纳入排除标准共保留相关文献20篇。

**1.3 对纳入文献的评价** 文献类型主要为临床应用研究, 临床随机对照研究, 病例分析及综述文献等。

## 2 结果

**2.1 文献检索结果** 依据纳入排除标准共保留相关文献20篇。文献[1-4]介绍脑动静脉畸形及其发病特点; 文献[5]介绍 ONYX 栓塞材料生物特性及工作原理; 文献[6-7]说明了 ONYX 栓塞材料的优势与不足; 文献[8-18]介绍 ONYX 栓塞小型、中型、大型及巨大型脑动静脉畸形的临床效果; 文献[19-20]集中说明 ONYX 的栓塞技巧。

### 2.2 结果描述

#### 2.2.1 ONYX简介

ONYX<sup>[5]</sup>: ONYX 是美国 MTI 公司研发的一种新型液态栓塞剂, 1999-08 第一个通过欧洲医疗器械管理机构认证, 2003-09 进入中国试用于临床。ONYX 由次乙烯醇异分子聚合物、二甲基亚砷及显影剂钨粉组成, 为永久性栓塞材料。根据次乙烯醇异分子聚合物在二甲基亚砷中浓度的不同分为 6.0%, 6.5%, 8.0%, 分别称为 ONYX18, ONYX20, ONYX34。次乙烯醇异分子聚合物是由 48% 乙烯和 52% 乙烯基乙醇混合形成的次级聚合物, 二甲基亚砷为一种有机溶剂, 钨粉 (35 g/100 ml 或 3.2 mol/L) 加入其中使 X 射线不能透过。ONYX 的工作原理是次乙烯醇异分子聚合物可以溶解在二甲基亚砷中, 当与水性溶液 (如血液) 接触时二甲基亚砷快速弥散于水性溶液中, 次乙烯醇异分子聚合物则沉淀为固体起到栓塞作用。6.0% 和 6.5% 的 ONYX 用来栓塞一般的丛状动静脉畸形病灶, 8.0% 的 ONYX 栓塞大的动静脉瘘, 12% 及更高浓度 ONYX 可用来栓塞各种动脉瘤。使用浓度较低的次乙烯醇异分子聚合物, 可以使 ONYX 具有较低的黏滞性和更强的远端渗透能力。ONYX18 专用于脑动静脉畸形的血管内栓塞治疗。

ONYX 的优势<sup>[6]</sup>: ①非黏附特性: 这种固有的生化特性

可避免在使用中微导管与血管的粘连, 更容易在血管内操作且安全可靠, 一次注射可消除大部分或全部病灶。②组织渗透力强: 可栓塞 80 μm 的微血管。③可监控性: 栓塞过程中可以间断并行脑血管造影, 医生术中监测病灶栓塞情况决定下一步栓塞。④可预先配置: 事先配置成所需栓塞浓度, 不需在注射前配置准备。⑤可联合使用: 与多种栓塞材料联合使用治疗多种血管疾病。

ONYX 的不足之处<sup>[7]</sup>: ①价格昂贵: 同等栓塞体积 ONYX 胶价格为氰基丙烯酸正丁酯的 10 倍左右。②快速注射易产生毒性反应: ONYX 中的二甲基亚砷快速进入血管会产生血管毒性, 快速注入 0.8 mL 或更多二甲基亚砷在动物试验中已经证实注入侧的大动脉严重痉挛和脑梗死。③推注 ONYX 胶前要在振荡器上连续振荡 20 min 以上, 否则钨粉会在瓶中沉淀, 造成 ONYX 胶显影不良。④必须使用与二甲基亚砷兼容的专用微导管: ONYX 胶具有一定腐蚀性, 可使普通微导管变形或损坏。⑤微导管滞留: 若微导管位于迂曲的小动脉, 栓塞的供血动脉局部痉挛, 返流过长包裹住微导管头端就有可能造成拔管困难, 导致微导管留置体内或强行拔管时造成颅内出血。

**2.2.2 ONYX 栓塞脑动静脉畸形的临床效果** 临床上脑动静脉畸形的分类没有统一标准, 目前常采用 Drake (1979) 标准将畸形血管团按大小分为: ①小型: 最大径 < 2.5 cm; ②中型: 最大径为 2.5~5.0 cm; ③大型, 最大径 > 5 cm; ④巨大型: 最大径 > 6 cm。本文共纳入 11 篇文献<sup>[8-18]</sup>, 研究病例涉及小型、中型、大型及巨大型脑动静脉畸形患者 (见表 1)。

**2.2.3 栓塞技巧** ONYX-18 是低黏滞度的 ONYX 配方, 适用于脑动静脉畸形的栓塞。不同研究组完全栓塞率、并发症发生率不同, 这与手术操作-ONYX 胶栓塞技巧有密切关系。综合以上各组栓塞技巧体会, 总结归纳如下<sup>[19-20]</sup>: ①栓塞路径的选择: 尽量选择粗大且走行较直的供血动脉作为栓塞途径。不仅微导管操作难度小, 比较容易到达畸形血管团内, 且由于血供范围比较大, 注射效果也往往较好。最重要的是即使有较长返流, 由于血管的抗拉力好, 拔管就相对容易。相反, 细小而扭曲的供血动脉就不是好的栓塞途径, 微导管进入困难, 栓塞范围也较小, 而且一旦返流, 拔管就有较大风险。②导管头端的位置: 必须进入或接近畸形血管团内, 若仅在供血动脉主干里, 除不断返流外, ONYX 很难弥散进入畸形血管团内。③工作角度的选择: 注射 ONYX 胶之前, 必须选择好工作角度, 以便能看清返流的路径, 根据路径血管的粗细和扭曲程度估计好安全拔管所允许返流的长度。工作角度越满意者栓塞畸形团体积越大, 术程越顺利。④推注技术和术中造影: 推注速度可根据 ONYX 的弥散情况来调整。应以 0.10~0.15 mL/min 的速度缓慢推注, 使 ONYX 充分弥散入畸形血管团中, 推注速度越快越容易返流。如发现 ONYX 向供血动脉方向返流或 ONYX 进入主要引流静脉, 均应停止注

表 1 ONYX 栓塞脑动静脉畸形的临床研究

| 作者                   | 杂志         | 方法   | 患者例数 | 畸形血管团最大径与例数                                  | 栓塞程度与例数   | 并发症   | 结论   |
|----------------------|------------|--|------|--|---|---|--|
| 宋冬雷等 <sup>[8]</sup>  | 中华外科杂志     | 采用Seldinger技术在股动脉内置入6F鞘,6F导引导管进入颈内动脉或椎动脉,微导管超选择进入畸形团内,采用“阻断和前置技术”长时间缓慢注射 ONYX 栓塞脑动静脉畸形。  | 70   | <3 cm, 15 例;<br>3~6 cm, 40 例;<br>>6 cm, 15 例 | 完全栓塞, 13 例;<br>大部栓塞或/次栓塞, 38 例; 部分栓塞, 19 例                          | 4 例脑出血, 其中 2 例肢体偏瘫, 1 例死亡; 1 例中央前回巨大静脉畸形患者术后肢体偏瘫加重; 2 例术后出现视野缺损 | ONYX 可提高脑静脉畸形的栓塞效果, 但应积累经验预防和减少并发症                                 |
| 李佑祥等 <sup>[9]</sup>  | 中华神经外科杂志   | 22 例脑动静脉畸形患者采用 ONYX 液体栓塞剂进行栓塞, 并对血管内治疗效果和手术的注意事项进行分析。  | 24   | <3 cm, 7 例;<br>3~6 cm, 13 例;<br>>6 cm, 4 例   | 完全栓塞, 5 例;<br>栓塞 70% 以上, 11 例; 栓塞 70% 以下, 8 例                       | 术后轻微蛛网膜下腔出血 1 例, 微导管未能撤出留置体内 2 例。其余病例无严重并发症                     | ONYX 胶栓塞脑动静脉畸形允许术者长时间缓慢注射, 在掌握一定的推注技巧和控制回流技术后, 可显著提高脑动静脉畸形血管内治疗的效果 |
| 贺红卫等 <sup>[10]</sup> | 山东大学学报     | 采用 ONYX 胶对液体栓塞剂对 22 例脑动静脉畸形患者进行栓塞。   | 22   | <3 cm, 5 例;<br>3~6 cm, 11 例;<br>>6 cm, 6 例   | 完全栓塞, 3 例;<br>栓塞 90% 以上, 8 例; 栓塞 80%~90%, 6 例; 栓塞 80% 以下, 5 例       | 2 例有短暂脑功能障碍, 2 例微导管头端无法撤出。                                      | ONYX 非黏附性良好, 可向畸形团内注入更多的量。栓塞脑动静脉畸形安全有效                             |
| 喻博等 <sup>[11]</sup>  | 中华神经外科杂志   | 采用 ONYX 胶对脑动静脉畸形患者进行血管内栓塞治疗, 1 例因有高流量的脑动静脉畸形而先应用可脱性弹簧圈将血流减速再应用 ONYX 液态栓塞剂栓塞, 平均注射时间为 30 min                                    | 19   | <3 cm, 9 例;<br>3~6 cm, 9 例;<br>>6 cm, 1 例    | 栓塞 95%, 2 例;<br>栓塞 70% 以上, 8 例; 栓塞 30%~70%, 9 例                     | 术后出血 2 例, 微导管留置体内 1 例   | ONYX 栓塞脑静脉畸形弥漫性好, 注胶可控性强, 结合放疗有助于提高动静脉畸形治疗效果                       |
| 齐铁伟等 <sup>[12]</sup> | 中国神经精神疾病杂志 | 采用 ONYX 胶对脑动静脉畸形患者进行 40 次栓塞治疗, 总结治疗效果, 临床并发症及预后, 评价 ONYX 胶在脑动静脉畸形血管内介入治疗中的应用价值   | 28   | <3 cm, 5 例;<br>3~6 cm, 20 例;<br>>6 cm, 3 例。  | 完全栓塞, 7 例;<br>栓塞 90% 以上, 3 例; 栓塞 70%~90%, 11 例; 栓塞 70% 以下, 7 例      | 蛛网膜下腔出血 3 例; 脑缺血致肢体偏瘫 2 例; 颅内血肿并脑疝形成 1 例。                       | ONYX 胶栓塞脑动静脉畸形操作简单、可控性强及栓塞效率高, 在脑动静脉畸形临床治疗中具有较大应用价值                |
| 朱志峰等 <sup>[13]</sup> | 中国临床实用医学   | 穿刺股动脉并置入 6F 导管鞘, 全身肝素化后送入 6F 导引导管到患侧, 选择性进入颈内动脉或者椎动脉第 2 颈椎椎体水平, 路图指引下使微导管远端接近或进入畸形团内   | 30   | <3 cm, 7 例;<br>3~6 cm, 17 例;<br>>6 cm, 6 例   | 栓塞 80% 以上, 9 例; 栓塞 50%~80%, 10 例; 栓塞 50% 以下, 11 例                   | 2 例栓塞后颅内出血  | ONYX 是治疗脑动静脉畸形较为理想的栓塞材料, 要掌握栓塞技巧, 减少并发症发生, 但长期疗效有待随访结果验证           |
| 张昌伟等 <sup>[14]</sup> | 放射学实践      | 全麻下经股动脉穿刺插管, 微导管超选择插管到达病变部位后, 用 ONYX 栓塞治疗  | 30   | <3 cm, 5 例;<br>3~6 cm, 13 例;<br>>6 cm, 12 例  | 栓塞 100%, 4 例;<br>栓塞 80%~100%, 4 例; 栓塞 50%~80%, 15 例; 栓塞 50% 以下, 7 例 | 发生颅内出血并发症 2 例, 球麻痹 1 例, 经过相应处理后好转                               | ONYX 是治疗脑动静脉畸形较为理想的栓塞材料, 血管内栓塞是颅内动静脉畸形综合治疗中重要的组成部分                 |
| 姚瑞红等 <sup>[15]</sup> | 中国介入放射学    | 采用 seldinger 技术经股动脉行全脑血管动脉造影, 明确畸形血管团后, 采用 Marathon 漂浮导管超选择进入畸形血管团内, 使用 ONYX 进行栓塞。   | 7    | <3 cm, 2 例;<br>3~6 cm, 4 例;<br>>6 cm, 1 例    | 栓塞 50%~60%, 5 例; 栓塞 50% 以下, 2 例                                     | 无   | ONYX 胶是目前较为理想的治疗脑动静脉畸形栓塞材料, 栓塞疗效确切, 但操作要谨慎, 尽量减少并发症的发生             |
| 朱继等 <sup>[16]</sup>  | 第三军医大学学报   | 采用 ONYX-18 胶栓塞治疗脑动静脉畸形, 所有畸形血管均为多支血管供血   | 12   | 3~6 cm, 9 例;<br>>6 cm, 3 例                   | 栓塞 80% 以上, 2 例; 栓塞 50%~80%, 7 例; 栓塞 50% 以下, 3 例。                    | 发生颅内出血并发症 3 例, 其中 1 例死亡。  | ONYX 胶是治疗脑动静脉畸形较为理想的栓塞材料, 但需掌握栓塞技巧, 减少并发症发生                        |
| 钟文军等 <sup>[17]</sup> | 临床医学       | 采用 ONYX 胶栓塞复杂型脑动静脉畸形患者, 其中位于功能区 9 例, 大脑半球深部 5 例, 小脑半球 4 例, 脑膜脑动静脉畸形 2 例  | 20   | 3~6 cm, 16 例;<br>>6 cm, 4 例                  | 畸形团完全消失, 1 例; 畸形团 90% 消失, 10 例; 畸形团消失 80%, 8 例; 畸形团消失 50% 以上, 1 例   | 均顺利拔管。术后有 5 例出现一过性肢体麻木乏力, 均在 2 周恢复。所有病例均经 3—18 个月随访, 栓塞畸形团均无复发  | ONYX 胶能安全有效地提高复杂型脑动静脉畸形血管内治疗的效果                                    |
| 张小军等 <sup>[18]</sup> | 福州总医院学报    | 采用 ONYX 胶对脑动静脉畸形患者进行 40 次栓塞治疗, 其中 5 例选择 2 支血管进行栓塞, 12 例选择一条血动脉进行栓塞, 每次注射量为 1.3~6 ml, 平均为 3.0 ml, 注射时间为 30~70 min, 平均时间为 40 min | 17   | 3~6 cm, 12 例;<br>>6 cm, 5 例                  | 栓塞 95% 以上, 2 例; 栓塞 80%~95%, 7 例; 栓塞 50%~80%, 4 例; 栓塞 50% 以下, 4 例    | 2 例出现头痛, 考虑血液重新分布, 正常脑梗塞血流灌注过度引起; 1 例视野缺损, 经处理好转                | ONYX 胶是栓塞脑动静脉畸形较为理想材料  |

射,等待30 s~2 min后,再进行推注,确保ONYX在畸形血管团内弥散。⑤阻断和前推技术:这是提高ONYX栓塞程度的关键技术。通过多次的注射、返流、停顿、再注射,允许ONYX在微导管头端有相当量的返流,一般达到1.0~1.5 cm,最终围绕微导管头端产生完全封堵血流的“阻断”效应,以造成畸形血管团内压力梯度明显改变。此时所推注的ONYX就可以在畸形血管团内不断弥散,直至大部甚至完全栓塞畸形血管团。⑥拔管技术:畸形血管团注射完毕或返流超过1.5 cm时,可以拔出微导管。首先将微导管拉直,逐渐加以拉力,使微导管缓慢脱离ONYX团块。这个过程可能时间很短,也可能时间较长,有时需花费10~20 min才能将微导管逐渐拔出。必须耐心,切忌用力快速拔管,以免造成血管或畸形血管团被拉破出血。⑦对于大型高流量的脑动静脉畸形,当一次栓塞范围较大时,术中和术后应降血压处理。保持术中低脑血流量和低血压是预防并发症的重要措施。

### 3 讨论

ONYX有着较好的可控性和弥散性,可以使脑动静脉畸形获得较高的治愈率,但仍存在脑灌注压突破、误栓正常动脉和引流静脉,发生癫痫、偏瘫及颅内出血等并发症。其中,蛛网膜下腔出血或脑室内出血为其主要并发症,其确切原因不明,可能与以下原因有关:①微导丝刺破畸形血管团;②快速拔管引起畸形血管团出血。③注射ONYX时畸形血管团出血。④术后发生正常脑灌注压突破的可能。相应的预防措施有。①微导丝不要进入畸形血管团内,否则引起出血的可能性较大。②拔出微导管前中和肝素可以降低可能发生的颅内轻微出血不断扩大的风险。③对于大型高流量的脑动静脉畸形,当ONYX一次栓塞范围较大时,术中和术后应降血压处理,有时术后必须维持麻醉状态12~24 h,以策安全<sup>[19-20]</sup>。

此外,对于微导管进入动静脉畸形团内困难的患者

及重要功能区及深部的脑动静脉畸形,应用ONYX进行栓塞的安全性仍有待评价。微导管的性能需进一步改进,可将头端解脱,以消除拔管的并发症。总之,应用ONYX栓塞是目前脑动静脉畸形较好的治疗方法,熟练掌握栓塞操作技巧及预防措施,可以使脑动静脉畸形获得更高的治愈率。作为一种新型的非黏附性材料,ONYX在脑动静脉畸形综合治疗中的应用价值将会越来越大。

### 4 参考文献

- [1] Hofmeister C, Stap C, Hartmann A, et al. Demographic, morphological, and clinical characteristics of 1289 patients with brain arteriovenous malformation. *Stroke*. 2003;31(6):1307-1310.
- [2] 黄德俊.一种新型血管内液体栓塞剂ONYX的应用及研究进展[J].*国外医学神经病学神经外科学分册*, 2003, 30(6):564-567.
- [3] Ezura M, Takahashi A, Yoshimoto T, et al. Retrospective analysis of an arteriovenous malformation by chemical embolization with estrogen followed by conventional radiotherapy. *Neurosurgery*. 1992;31(6):1105-1107.
- [4] 冯学泉,肖福顺,等.可用于脑动静脉畸形的栓塞材料在临床中的应用进展[J].*中国神经精神疾病杂志*. 2009;35(3), 186-188.
- [5] Jahan R, Murayama Y, Goblin Y P, et. al. Embolization of arterio-venous malformation with Onyx: Clinicopathological experience in 23 patients. *Neurosurgery*. 2002;48:984.
- [6] Molyneux AJ, Cekirge S, Saatci I, et al. Cerebral aneurysm multicenter European Onyx(CAMEO) trial: results of a prospective observation study in 20 European centers. *Am J Neuroradiol*. 2004;25(1):39-51.
- [7] 王雷,罗祺,曹镇洋,等.应用新型液体栓塞剂ONYX18治疗脑动静脉畸形[J].*吉林医学*, 2007, 28(3): 311-313.
- [8] 宋冬雷,冷冰,徐斌,等.新型液态栓塞剂栓塞脑动静脉畸形70例经验总结[J].*中华外科杂志*, 2007, 45(4):223-225.
- [9] 李佑祥,吴中学,姜鹏,等.非黏附性液体栓塞剂Onyx栓塞脑动静脉畸形[J].*中华神经外科杂志*, 2006,22(3): 135-137.
- [10] 贺红卫,吴中学,庞琦,等.非黏附性栓塞材料ONYX栓塞治疗脑动静脉畸形疗效的临床研究[J].*山东大学学报:医学版*, 2006, 44(3):310-315.
- [11] 喻博,高连波,刘运会,等.应用ONYX液态栓塞剂治疗脑动静脉畸形的探讨[J].*中华神经外科杂志*, 2006,22(6):358-360.
- [12] 齐铁伟,石忠松,李雪松,等.应用ONYX胶栓塞脑动静脉畸形的临床研究[J].*中国神经精神疾病杂志*, 2008, 34(6):371-373.
- [13] 朱志峰.非黏附性液体栓塞材料Onyx栓塞治疗脑动静脉畸形30例[J].*中国临床实用医学*, 2009,3(12): 19-20.
- [14] 张昌伟,王朝华,谢晓东,等.ONYX胶栓塞治疗颅内动静脉畸形的临床应用[J].*放射学实践*, 2008, 23(5):551-554.
- [15] 姚瑞红,赵卫,胡继红,等.ONYX栓塞治疗脑动静脉畸形[J].*中国介入放射学*,2009,3(1):10-11.
- [16] 朱继,唐文渊,孙晓川,等.ONYX胶栓塞治疗脑动静脉畸形应用价值[J].*第三军医大学学报*, 2005, 27(23):2373-2375.
- [17] 钟文军,张昊,全伟,等.ONYX栓塞治疗复杂型脑动静脉畸形[J].*临床医学*,2007,27(11):3-4.
- [18] 张小军,王守森,王如密,等.应用ONYX血管内栓塞治疗颅内动静脉畸形的探讨[J].*福州总医院学报*, 2007, 14(1.2):112-114.
- [19] 宋冬雷,ONYX液态栓塞剂栓塞颅内动静脉畸形的技术要点解析[J].*中国脑血管病杂志*, 2009, 6(4): 212-214.
- [20] 宋冬雷,冷冰,顾宇翔,等.新型液态栓塞剂(Onyx)栓塞脑动静脉畸形28例临床分析[J].*介入放射学杂志*, 2004, 12(增刊4):105-108.