



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250059

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250059

China Journal of General Surgery, 2025, 34(6):1139-1148.

· 专题研究 ·

经髂动脉选择性瘤囊栓塞在EVAR术中内漏处理中的应用与效果分析

刘琛, 卫育鹏, 庞利伟, 王实跃, 刚清伟, 姜晗, 伦语, 张健

(中国医科大学附属第一医院 血管外科, 辽宁 沈阳 110001)

摘要

背景与目的: 腹主动脉瘤(AAA)是血管外科常见的动脉扩张性疾病,其最严重的并发症为瘤体破裂,常引发致命性大出血,严重威胁患者生命安全。腹主动脉瘤腔内修复术(EVAR)因其微创、安全、恢复快的优势,已成为AAA的首选治疗方式。然而,术后特有的内漏并发症仍是当前临床面临的主要难题。内漏可致瘤腔持续高压,增加瘤体扩张及破裂风险,是EVAR术后二次干预率较高的主要原因之一,尤其II型内漏的处理策略尚存争议。本研究旨在评估在标准EVAR术中联合经髂动脉入路选择性瘤囊栓塞技术治疗即刻内漏的临床应用价值。

方法: 回顾性收集2023年3月—2024年9月在中国医科大学附属第一医院接受标准EVAR治疗并有内漏风险的AAA患者临床资料。根据是否实施术中经髂动脉入路选择性瘤囊栓塞分为干预组(42例)与未干预组(32例),比较两组患者的一般资料、术前AAA解剖学特征、手术细节及术后随访结果。

结果: 两组患者在年龄、性别、解剖特征、破裂率及超说明书使用比例等方面差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。两组术中技术成功率均为100%。干预组1例术后出现一过性乙状结肠缺血,经保守治疗好转。平均随访时间为 (6.49 ± 4.68) 个月,干预组瘤囊缩小、稳定及增大比例分别为40.5%、57.1%和2.4%,未干预组分别为59.4%、40.6%和0.0%,两组间差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。随访期间内漏发生率在两组间亦无明显差异($P>0.05$)。

结论: 对于标准EVAR术中出现的内漏,经髂动脉入路选择性瘤囊栓塞技术操作简便、安全,短期疗效与术中无内漏者相当,值得临床推广。其远期疗效仍需进一步随访验证。

关键词

主动脉瘤, 腹; 血管内操作; 内漏; 栓塞, 治疗性

中图分类号: R654.3

Application and efficacy analysis of selective sac embolization via the iliac approach in the management of endoleaks during EVAR

LIU Chen, WEI Yupeng, PANG Liwei, WANG Shiyue, GANG Qingwei, JIANG Han, LUN Yu, ZHANG Jian

(Department of Vascular Surgery, the First Hospital, China Medical University, Shenyang 110001, China)

Abstract

Background and Aims: Abdominal aortic aneurysm (AAA) is a common arterial dilation disease in vascular surgery, with aneurysm rupture being its most serious complication, often leading to fatal

收稿日期: 2025-02-09; 修订日期: 2025-06-29。

作者简介: 刘琛, 中国医科大学附属第一医院硕士研究生, 主要从事腹主动脉瘤临床方面的研究。

通信作者: 伦语, Email: yulun@cmu.dedu.cn

hemorrhage and posing a severe threat to patients' lives. Endovascular aneurysm repair (EVAR), due to its minimally invasive nature, safety, and rapid recovery, has become the preferred treatment for AAA. However, endoleak, a complication unique to EVAR, remains a major clinical challenge. Persistent endoleak can lead to sustained high pressure within the aneurysm sac, increasing the risk of continued expansion and rupture. It is one of the main causes of the high reintervention rate following EVAR. In particular, the treatment strategy for type II endoleaks remains controversial. This study was conducted to evaluate the clinical value of selective sac embolization via the iliac approach combined with standard EVAR in managing intraoperative immediate endoleaks.

Methods: The clinical data of AAA patients with a risk of endoleak who underwent standard EVAR at the First Hospital of China Medical University between March 2023 and September 2024 were retrospectively collected. Patients were divided into an intervention group ($n=42$) and a non-intervention group ($n=32$) based on whether selective sac embolization via the iliac approach was performed during operation. General clinical data, preoperative anatomical characteristics of the AAA, surgical details, and postoperative follow-up results were compared between the two groups.

Results: There were no statistically significant differences between the two groups in terms of age, sex, anatomical features, rupture rate, or off-label use (all $P>0.05$). The technical success rate during surgery was 100% in both groups. One patient in the intervention group experienced transient sigmoid colon ischemia after operation, which resolved with conservative treatment. The mean follow-up period was (6.49 ± 4.68) months. The proportions of aneurysm sac shrinkage, stability, and enlargement in the intervention group were 40.5%, 57.1%, and 2.4%, respectively, compared to 59.4%, 40.6%, and 0.0% in the non-intervention group, with no statistically significant differences (all $P>0.05$). The incidence of endoleak during follow-up was also comparable between the two groups ($P>0.05$).

Conclusion: For intraoperative endoleaks during standard EVAR, selective sac embolization via the iliac approach is a technically simple and safe method that provides short-term outcomes comparable to those in patients without intraoperative endoleaks. Its long-term efficacy warrants further investigation through extended follow-up.

Key words

Aortic Aneurysm, Abdominal; Endovascular Procedures; Endoleak; Embolization, Therapeutic

CLC number: R654.3

腹主动脉瘤腔内修复术 (endovascular aneurysm repair, EVAR) 因其微创性和较低的围手术期死亡率发生率, 已成为肾下型腹主动脉瘤 (abdominal aortic aneurysm, AAA) 的首选治疗方式^[1-2]。尽管 EVAR 在微创性上显著优于开放手术, 但其较高的二次干预率可能削弱这一优势^[3-4]。对于解剖条件欠佳的患者, 将标准 EVAR 超说明书应用 (instructions for use, IFU) 的情况并不少见, 虽然在部分患者中同样可取得满意的治疗效果^[5-8], 但随之增加的内漏风险可能造成术后瘤囊继续扩大, 增加二次干预率并影响 EVAR 的远期治疗效果^[9-11]。

当前, 国际上对于 II 型内漏的处理仍存分歧, 有研究^[12]指出, 约 30%~50% 的 II 型内漏可自发血栓

化, 且无瘤囊扩张 (<5 mm) 时保守治疗的 5 年生存率与干预组无显著差异; 最新版的欧洲血管外科学会 (ESVS) 指南^[13]强调, 持续性 II 型内漏 (>6 个月) 伴瘤囊增长 (≥ 10 mm) 时, 再干预可降低破裂风险; 最近一系列研究^[14-16]表明, 多支侧支动脉 (如肠系膜下动脉直径 ≥ 3 mm、腰动脉 ≥ 3 条、腰动脉直径 ≥ 2 mm) 是 II 型内漏持续存在的独立危险因素, 此类患者可能从早期栓塞中获益。

在针对内漏的干预方式上, 经动脉途径是当前主流技术, 但对于迂曲血管的超选成功率仅 60%~70%^[17-18]。经髂动脉入路辅助栓塞技术因其解剖路径直接、器械可控性高, 在近年小样本研究中显示出优势^[19-20]。然而, 该技术对操作者经验要

求较高,且缺乏大样本长期随访证据。

基于上述争议,本研究回顾针对标准EVAR术中内漏风险的评估和干预方法——即经髂动脉入路选择性瘤囊栓塞的处理流程,并对患者的治疗结果进行近期随访,探讨EVAR术中经髂动脉入路辅助栓塞技术的安全性和有效性,旨在对标准EVAR术中内漏做到更充分、更有针对性地评估和处理,达到减少术后内漏、促进瘤囊回缩、优化治疗效果的目的。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2023年3月—2024年9月于中国医科大学附属第一医院血管外科因AAA接受EVAR的患者资料。AAA的诊断包括病史、体格检查以及CT血管成像(computed tomography angiography, CTA)结果,当CTA证实腹主动脉管壁全层局限性扩张 $\geq 50\%$ 正常动脉直径时可确诊。针对AAA接受EVAR的手术干预指征包括男性AAA最大直径 >5 cm,女性AAA直径 >4.5 cm;无论瘤体大小,监测期内瘤体直径增长速度 >1 cm/年;无论瘤体大小,监测期间出现因AAA引起的疼痛、不排除或已经证实破裂者^[21]。本研究所纳入的患者均接受标准EVAR的手术方式,均由同一手术团队完成。排除条件包括:(1)感染性、合并压迫症状、合并急性栓塞的AAA。(2)术中应用烟囱技术、开窗技术、髂动脉分支支架(ilial branch device, IBD)等技术重建内脏分支或髂内动脉者。(3)先前接受过腹主动脉手术者。(4)合并严重脏器功能不全、肿瘤、自身免疫性疾病或其他原因导致预期寿命不足1年者。

1.2 研究方法

1.2.1 手术流程 所有手术均在局麻下应用美敦力Endurant II支架系统完成。常规造影后确认AAA解剖条件并评估内漏风险,所有患者均无预防性内脏动脉栓塞。经超硬导丝送入主体支架,主体对侧经猪尾导管再次造影后,紧贴低位肾动脉下缘释放1.5节主体支架,再次造影确认支架覆膜起始、支架朝向,必要时微调。此时如瘤颈解剖条件不佳(如成角、短瘤颈、梯形瘤颈等),则提前打开后释放,利用push-up技术^[22]向上方堆叠主体以纠正瘤颈成角、增加支架贴附性,直至主体短腿侧弹开,固定主体输送器。通过对侧猪尾导管

造影再次评估内漏风险:(1)如无明显Ia内漏,则后撤猪尾导管、不留导丝,常规选腿完成标准EVAR;(2)如造影可见内漏(尤其是Ia型内漏),则通过该猪尾导管贯穿瘤颈预留1条260 cm长.35系统超滑交换导丝备用,之后与该导丝平行送入导管选腿,完成标准EVAR流程。标准EVAR流程结束后行造影评估,如无内漏,则撤出预留导丝,手术结束;如仍存在内漏,则通过该预留导丝送入5 F MPA导管于造成内漏的瘤颈处、内脏动脉开口处、髂支远端锚定区周围,利用蛋白粘合剂配合弹簧圈进行选择性的栓塞,直至造影证实内漏完全消失后手术结束。如术中未预留导丝而在最终造影时意外发现需处理的内漏(通常为Ib或较大量的II型内漏),则通过髂支支架远端与髂动脉间入路(Perigraft途径)^[19],利用交换导丝配合MPA导管重新选入瘤腔行选择性栓塞,直至造影见内漏消失。

1.2.2 选择性瘤囊栓塞 对于术中已预留导丝且经标准EVAR后造影仍出现需处理的各型内漏患者,借助预留导丝跟进5 F MPA导管进行选择性的瘤囊栓塞。(1)对于最常见的Ia型内漏,导管通常可跟进至距主体支架覆膜起始约1 cm处,此时经导管手推造影观察血流方向,如造影剂明显向近端内脏动脉区流动,可继续下拉导管直至内漏可见、血流朝向瘤腔侧。此时可选择通过导管释放可控弹簧圈,或直接在主体侧充盈球囊暂时封闭瘤颈和内脏动脉区,后注射纤维蛋白粘合剂1~2支,通常可达到消灭残余Ia内漏的目的(图1)。(2)对于II型内漏,主体释放后通常可封闭近端1~2对腰动脉开口甚至高位开口的肠系膜下动脉。对于仍存在较大返血的内脏动脉,可通过导丝导管配合于瘤腔内将导管送至上述血管开口附近,弹簧圈配合蛋白粘合剂进行选择性的栓塞。(3)对于Ib型内漏,可将导管送至髂支锚定区附近,充盈球囊短暂封闭后进行选择性栓塞。对于预留导丝同侧的Ib型内漏,造影如证实为朝向瘤腔侧血流,也可在无球囊阻断的情况下进行选择性的栓塞(图2)。(4)对于未预留导丝而在标准EVAR完成后拟补救性栓塞的患者,可选择远端支架锚定在髂总动脉、支架与自身血管角度大的一侧,导丝更容易经过髂支与髂动脉间进入瘤囊,继而跟进导管进行栓塞(图3)。

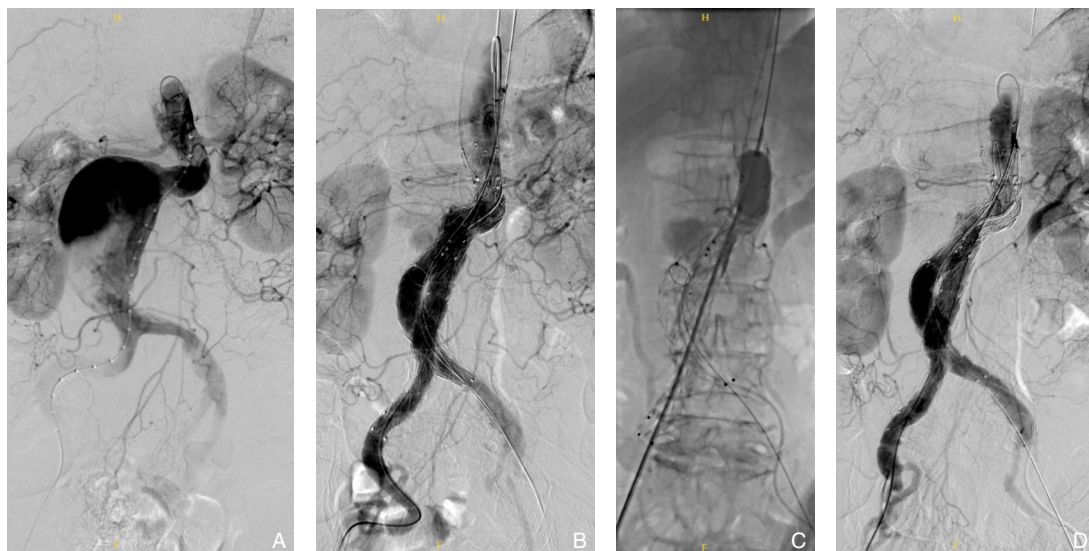


图1 术中Ia型内漏的处理 A: 基线造影可见瘤颈扭曲, 预估Ia型内漏风险高, 利用push-up技术释放主体并预留导丝; B: 标准EVAR完成后可见Ia型内漏; C: 通过预留导丝跟进导管于瘤颈处, 球囊阻断后注射蛋白粘合剂; D: Ia型内漏消失

Figure 1 Intraoperative management of type Ia endoleak A: Baseline angiography shows a tortuous aneurysm neck with a high predicted risk of type Ia endoleak, and the main body stent graft is deployed using the push-up technique with a guidewire intentionally retained; B: Completion angiography after standard EVAR reveals the presence of a type Ia endoleak; C: A catheter is advanced along the retained guidewire to the aneurysm neck, and fibrin glue is injected following temporary balloon occlusion; D: The type Ia endoleak is completely resolved

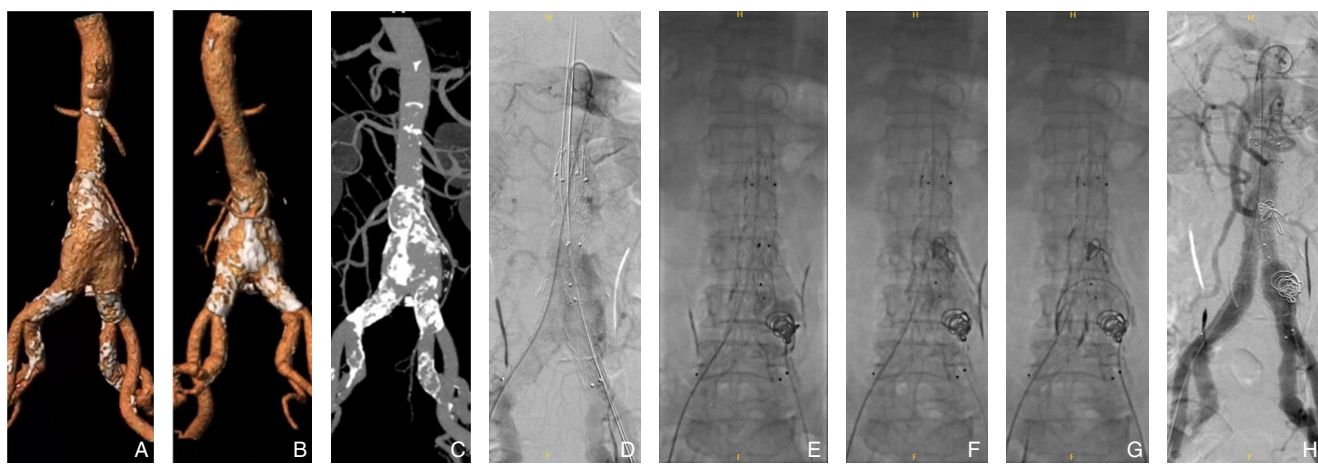


图2 术中Ib、II型内漏的处理 A-C: 术前CTA可见瘤颈条件良好, 但存在粗大肠系膜下动脉与腰动脉, 且双侧髂总动脉明显钙化, 提示术中Ib与II型内漏风险高; D: 术中造影可见双侧Ib和来源于腰动脉的II型内漏明显; E-G: 分别选择性栓塞左侧Ib内漏、腰动脉来源II型内漏、右侧Ib型内漏; H: 最终造影见所有内漏均消失

Figure 2 Intraoperative management of type Ib and type II endoleaks A-C: Preoperative CTA demonstrates favorable proximal neck anatomy, but reveals a prominent inferior mesenteric artery and lumbar artery, as well as significant calcification of both common iliac arteries, suggesting a high risk for intraoperative type Ib and type II endoleaks; D: Intraoperative angiography shows evident bilateral type Ib endoleaks and a type II endoleak originating from lumbar arteries; E-G: Selective embolization is performed for the left type Ib endoleak, the lumbar artery-derived type II endoleak, and the right type Ib endoleak, respectively; H: Final angiography confirms complete resolution of all endoleaks

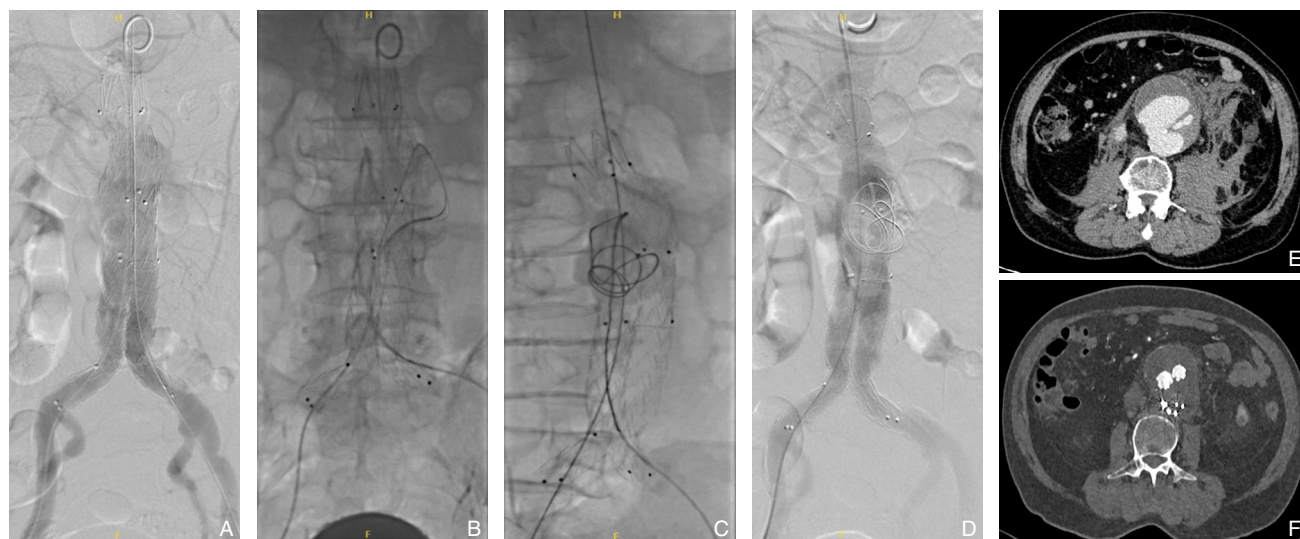


图3 破裂动脉瘤行急诊EVAR抢救 A: 标准EVAR完成后可见Ia型内漏且术中未预留导丝; B: 经左侧髂支与左髂动脉间入路重新选入瘤腔跟进导管至内漏处; C: 于内漏处进行选择性栓塞; D: 栓塞后造影可见内漏消失; E-F: 对比术前CT、术后6个月增强CT复查可见血肿吸收、瘤囊缩小

Figure 3 Emergency EVAR for ruptured aneurysm A: After completion of standard EVAR, a type Ia endoleak is observed, and no guidewire was reserved intraoperatively; B: A catheter is re-advanced into the aneurysm sac via the space between the left iliac limb and the left iliac artery; C: Selective embolization is performed at the site of the endoleak; D: Post-embolization angiography shows complete resolution of the endoleak; E-F: Comparison of preoperative CT and contrast-enhanced CT at 6-month follow-up demonstrates hematoma absorption and shrinkage of the aneurysm sac

1.2.3 术后随访 嘱患者于术后1、3、6、12个月进行门诊随访。以最晚1次增强CT随访结果与术前CTA示动脉瘤最大截面进行同平面比较,测量瘤囊最大直径并比较。瘤囊改变定义为:(1)回缩(瘤囊回缩 ≥ 5 mm);(2)稳定(瘤囊变化 < 5 mm);(3)扩张(瘤囊扩张 ≥ 5 mm)。根据最后1次增强CT结果判定随访过程中内漏发生情况,依据增强CT不同时相进行综合研判。

1.3 统计学处理

采用SPSS 19.0统计学软件对数据进行分析。连续变量经Shapiro-Wilk检验确认正态分布后采用独立样本 t 检验;非正态数据采用Mann-Whitney U 检验。分类变量用频数表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 干预组与未干预组患者的选择与分组

2023年3月—2024年9月,总计70例AAA患

者在结合术前影像、术中造影以及主体释放后造影再评估被认为有内漏风险,故而预留导丝以备选择性瘤囊栓塞。70例患者中,32例在完成标准EVAR后造影证实无I、III型和明显II型内漏,后续直接撤出导丝完成手术,纳入未干预组($n=32$);另外38例患者在完成标准EVAR后因内漏持续存在,通过预留导丝进行了选择性瘤囊栓塞;此外,另有4例患者虽未预留导丝,但在最终造影时发现需处理内漏,术中即刻经髂重新入路行选择性瘤囊栓塞。该4例患者与之前预留导丝干预的38例患者纳入干预组($n=42$)(图4)。

2.2 干预组与未干预组患者的一般资料

干预组与未干预组患者在年龄、男性比例、破裂AAA比例,以及超IFU治疗比例差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。术前根据CTA结果测量分析的AAA解剖学方面,干预组与未干预组患者动脉瘤最大直径、瘤颈长度、梯形瘤颈比例、瘤颈显著钙化比例、 α 角(肾上主动脉长轴与AAA瘤颈成角)与 β 角(AAA瘤颈与瘤囊成角)差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)(表1)。

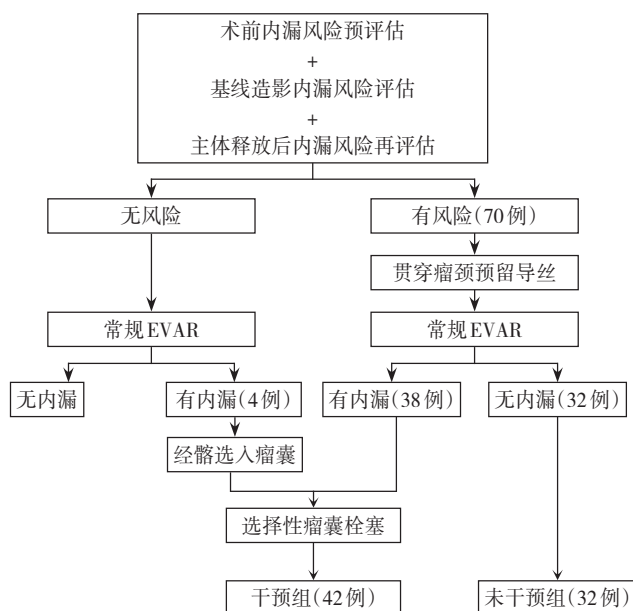


图4 研究流程模式图

Figure 4 Study flowchart

表1 两组患者一般资料

Table 1 General data of the two groups of patients

资料	干预组(n=42)	未干预组(n=32)	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	68.43±8.47	67.25±5.32	0.492
男性[n(%)]	33(78.57)	26(81.25)	0.776
破裂AAA[n(%)]	16(38.09)	7(21.88)	0.135
超IFU治疗[n(%)]	27(64.28)	19(59.38)	0.666
AAA解剖特征			
最大直径(cm)	6.36±1.55	6.03±1.5	0.361
瘤颈长度(cm)	1.96±0.29	1.97±0.32	0.977
梯形瘤颈[n(%)]	13(30.95)	7(21.88)	0.384
瘤颈显著钙化[n(%)]	1(2.38)	0(0.00)	1.000
α 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	42.83±28.03	43.13±26.43	0.963
β 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	62.62±24.52	65.16±27.68	0.678

2.3 干预组与未干预组患者的手术情况

两组患者术中技术成功率均为100%。绝大多数患者均应用了push-up技术、即在释放部分主体后提前打开后释放,向近端堆叠支架以纠正瘤颈成角并使支架更好贴附^[22],且两组间应用该技术的比例相近(88.1% vs. 93.8%, $P=0.41$),两组患者术中髂支的使用数量差异无统计学意义($P=0.118$)。对于干预组,所有患者术中栓塞材料均使用人源(倍绣胶)或猪源(护固莱士)纤维蛋白粘合剂,使用数量1~4支,平均(2.17 ± 0.82)支。除蛋白粘合剂外,7例患者(16.67%)额外使用弹簧圈辅助栓塞,主要针对较大流量Ia型内漏且瘤囊大者。所有栓塞患者术中术后均无过敏反应。

干预组1例因II型内漏接受纤维蛋白粘合剂选择性栓塞的患者术后出现一过性乙状结肠缺血表现,临床表现为术后第2天始出现下腹痛以及便鲜血,即刻复查增强CT可见乙状结肠远端管壁水肿增厚。该患者经保守治疗3d后症状完全消失,随访期间无不适。栓塞所针对的内漏类型绝大多数为Ia型内漏(71.43%),其次分别是II型内漏(28.57%)、Ib型内漏(16.67%)和III型内漏(4.76%),观察队列中无IV型内漏发生(表2)。

2.4 干预组与未干预组患者的随访情况

纳入研究的74例患者术后增强CT随访时间3~18个月,平均随访时间(6.49 ± 4.68)个月,随访期间无死亡患者,无二次干预患者。两组平均随访时间差异无统计学意义($P=0.054$)。根据最后1次CT随访结果测定瘤囊大小与术前同平面比较,两组瘤囊缩小、稳定、增大的比例差异无统计学意义($P=0.102$)。随访期间干预组与未干预组瘤Ia型内漏、Ib型内漏、II型内漏的发生率差异无统计学意义($P=0.607$)(表3)。

表2 两组患者术中资料

Table 2 Intraoperative variables of the two groups of patients

项目	干预组(n=42)	未干预组(n=32)	P
push-up技术[n(%)]	37(88.1)	30(93.8)	0.410
髂支使用数量(枚, $\bar{x} \pm s$)	2.52±0.97	2.16±1.02	0.118
蛋白粘合剂数量(支, $\bar{x} \pm s$)	2.17±0.82	—	—
弹簧圈使用[n(%)]	7(16.67)	—	—
处理内漏类型[n(%)]			
Ia	30(71.43)		
Ib	7(16.67)		
II	12(28.57)	—	—
III	2(4.76)		
IV	0(0.00)		

表3 两组患者随访资料

Table 3 Follow-up results of the two groups of patients

项目	干预组(n=42)	未干预组(n=32)	P
CT随访时间(月, $\bar{x} \pm s$)	7.48±5.24	4.69±2.77	0.054
随访结局[n(%)]			
缩小	17(40.48)	19(59.38)	0.159
稳定	24(57.14)	13(40.62)	0.241
增大	1(2.38)	0(0.00)	1.000
随访期间内漏情况[n(%)]			
Ia	2(4.76)	0(0.00)	
Ib	1(2.38)	1(3.13)	0.607
II	4(9.52)	1(3.13)	

3 讨论

目前EVAR已经取代传统开放手术成为AAA的主要治疗方式^[1]。大量研究表明,标准EVAR不仅对于解剖条件良好的AAA可取得满意疗效,对于一些解剖条件欠佳的患者同样可获得令人满意的长期结局^[5]。对比开放手术,EVAR术后二次干预率仍高,其主要原因之一为内漏的持续存在导致EVAR术后瘤囊进行性扩张,造成患者症状并增加破裂风险^[9]。

短瘤颈、成角、钙化、梯形瘤颈等不良解剖因素^[23]增加了EVAR术中术后Ia型内漏的发生率。虽然借助开窗^[24]、烟囱技术^[25]以及如WeFlow-JAAA^[26]、G-Branch^[27-28]等新型支架延长近端锚定区可有效降低Ia型内漏的发生率,但由于其复杂的操作以及费用问题目前仍难以在基层医院推广。反观II型内漏,目前国际上对于其处理仍存在争议:一方面权威指南^[29]既不建议对肠系膜下动脉、腰动脉进行常规预栓塞,也不建议对瘤囊进行非选择性栓塞;另一方面,越来越多的研究^[14-16]表明对内脏动脉以及瘤囊的预处理可有效促进瘤囊回缩,降低二次干预率。

本项研究报道了经髂动脉选择性瘤囊栓塞处理EVAR术中内漏的完整处理流程。该流程强调了术前CTA、基线造影、主体释放后以及标准EVAR完成后四个关键节点对内漏风险进行动态、综合评估;同时在术中整合了push-up技术、预留导丝技术、选择性瘤囊栓塞技术等并加以优化。该流程一方面有助于运用标准EVAR处理解剖条件欠佳的AAA,挑战困难瘤颈,扩大标准EVAR适应证;另一方面可更积极在术中处理各型具有潜在风险的内漏,尤其是补救术前未能充分预估而在术中意外发生的严重内漏。

本流程中的一些技术细节对比既往报道有所变化。对于预留导丝技术,不同于以往报道^[30]的在瘤腔中预留导丝导管,笔者在主体短腿弹开后通过对侧造影导管贯穿瘤颈预留1根.35交换导丝。该方法的好处是一旦术中发生Ia型内漏,可经由该导丝将导管尽可能送至主体近端锚定区附近,以便后续注胶或弹簧圈栓塞。笔者在少量病例中曾尝试过在主体侧球囊封闭锚定区以及内脏动脉分支的前提下,在导管头在锚定区内而非瘤囊内注射蛋白粘合剂以处理较严重的Ia内漏,目前暂

无异位栓塞发生且封闭效果良好,但该方法的安全性及有效性仍需进一步验证。相比于经肱动脉入路,经髂动脉入路的优点在于:(1)避免了肱动脉穿刺点相关并发症;(2)操作路径短,导丝导管的可控性更高,利于不同内漏部位的超选及栓塞;(3)可沿血流方向按照内漏发生的顺序依次栓塞,更符合内漏发生的病理生理机制。

对于瘤囊栓塞技术,笔者更倾向于选择性栓塞几个易造成内漏发生的风险位置,包括近端锚定区与瘤囊交界处(针对Ia型内漏)、腰动脉开口(针对II型内漏)、肠系膜下动脉开口(针对II型内漏)以及髂支锚定区(针对Ib型内漏),而非将整个瘤囊充满栓塞物。在标准EVAR完成后,造影如发现I型以及较严重的II型内漏,可沿预留导丝送入导管,从上到下于瘤囊内造影进一步确认内脏动脉开口、同时对上述部位进行栓塞,使用相对较少的栓塞材料即可达到治疗内漏的目的。对比在支架释放前预栓塞内脏动脉,该方法的优势更在于:由于主体支架的置入可能已经将高位腰动脉以及肠系膜下动脉开口完全封闭,可避免重复、无意义的预栓塞;在EVAR完成后能在新的血流动力学条件下重新评估内脏动脉返血情况,而非仅靠术前内脏动脉直径、数量来评估内漏风险,做到更精准、有效地处理有潜在风险的内脏动脉。关于栓塞材料的选择优选蛋白粘合剂,其栓塞的即时效果、栓塞成本、效率,无金属伪影的特点均较弹簧圈有优势;蛋白粘合剂的主要缺点在于可控性差且存在一定过敏风险。对于流量较小的内漏,多数情况下单独应用蛋白粘合剂注射即可达到目的,减少弹簧圈的应用有助于术后随访时避免弹簧圈金属伪影妨碍对内漏的观察;而对于流量较大的内漏,可首先应用弹簧圈构建“骨架”,之后注射蛋白粘合剂完成栓塞。需要注意的是,对于瘤囊本身较小但仍存在需要处理的II型内漏(如标准EVAR治疗单纯髂动脉瘤),蛋白粘合剂可能大量进入分支动脉内,此种情况下首选单纯开口附近弹簧圈栓塞,以避免脏器缺血事件。如对于蛋白粘合剂的选择无论是猪源纤维蛋白粘合剂(倍绣胶)还是外用冻干人纤维蛋白粘合剂(护固莱士),本中心长期应用均未发生严重不良反应。蛋白粘合剂两种成分混合后迅速形成纤维蛋白容易造成导管堵塞妨碍后续注射,故在注射1支后需立即使用.35泥鳅导丝软头“疏通”导管,

后续注射即可恢复通畅。

对于术中未预留导丝但需处理的内漏（如术后即刻发现或随访期间需二期干预者），可采用经远端支架与髂动脉间入路栓塞。本研究中4例术中即刻进行补救性栓塞的患者由于主体释放后造影无Ia内漏故未预留导丝，而在标准EVAR完成后造影发现存在需要处理的Ib型或II型内漏，4例患者导管均成功选入瘤囊并完成栓塞。因支架置入即刻瘤囊内并未血栓化，故导管一旦进入瘤囊内配合导丝较容易到达内漏部位。而对于随访期间达到处理指征的各型内漏，通过经支架与髂动脉间入路行内漏栓塞的方法简单且成功率高，对比经动脉途径栓塞以及经下腔静脉、经腰、经移植植物穿刺等途径，也可作为首选尝试的操作手段。二期处理患者的瘤囊内已大部分血栓化，超选相对困难，此时可进行多角度、反复手推造影剂进行确认，直到导管内有动脉样血流流出、手推造影可见到内漏区域以及责任动脉显影之后，方得到证实继而栓塞。

本研究中破裂动脉瘤占比较高，笔者所在中心目前对于破裂动脉瘤强调术中常规预留导丝，如术中发现任何类型的内漏可通过该导丝及时栓塞处理。破裂动脉瘤对于内漏的容忍程度更低，术中需要尽可能避免任何形式的内漏，故在标准EVAR完成后造影即使未观察到明显内漏，同样预防性向瘤腔内注射2~3支蛋白粘合剂以促进瘤囊血栓化过程。

本研究存在以下局限性：作为一项回顾性研究证据强度不高，且可能存在选择偏倚；患者术后随访时间较短，无法评估长期疗效和二次干预率；瘤囊栓塞所使用的材料以纤维蛋白胶为主，仅少部分病例同时使用弹簧圈，受样本量限制未进一步研究不同栓塞材料对结果的影响；同样受样本量限制，针对不同内漏的治疗效果未进行亚组分析。后续仍需要通过扩大样本量、延长随访时间来进一步验证疗效。

总之，标准EVAR术中出现内漏者辅助经髂动脉入路选择性瘤囊栓塞处理操作简便、安全，可达到与术中无内漏EVAR相似的近期治疗效果，但其长期疗效仍有待进一步观察和验证。

作者贡献声明：刘琛、卫育鹏负责数据统计、分析、文章撰写；庞利伟、王实跃、刚清伟、姜晗负责随访、影像

测量；伦语负责论文选题、文章撰写；张健负责论文审核、技术支持。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Dansey KD, Varkevisser RRB, Swerdlow NJ, et al. Epidemiology of endovascular and open repair for abdominal aortic aneurysms in the United States from 2004 to 2015 and implications for screening[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 74(2): 414–424. doi: [10.1016/j.jvs.2021.01.044](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.01.044).
- [2] Antoniou GA, Antoniou SA, Torella F. Editor's choice: endovascular vs. open repair for abdominal aortic aneurysm: systematic review and meta-analysis of updated peri-operative and long term data of randomised controlled trials[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 59(3): 385–397. doi: [10.1016/j.ejvs.2019.11.030](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.11.030).
- [3] Gibello L, Verzini F, Spalla F, et al. Long-term outcomes of open and endovascular abdominal aortic repair in younger patients[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 85:323–330. doi:[10.1016/j.avsg.2022.02.021](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2022.02.021).
- [4] Miceli F, Dajci A, Di Girolamo A, et al. Early and Mid-Term Outcomes of Isolated Type 2 Endoleak Refractory to an Embolization Procedure[J]. *J Clin Med*, 2025, 14(2): 502. doi: [10.3390/jcm14020502](https://doi.org/10.3390/jcm14020502).
- [5] Mwipatayi BP, Faraj J, Oshin O, et al. Endurant stent graft demonstrates promising outcomes in challenging abdominal aortic aneurysm anatomy[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 73(1):69–80. doi:[10.1016/j.jvs.2020.04.508](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.04.508).
- [6] Aytekin B, Akkaya BB, Mavioglu HL, et al. A retrospective analysis of late open conversions following failed endovascular aneurysm repair[J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2024, 25(10):363. doi: [10.31083/j.rcm2510363](https://doi.org/10.31083/j.rcm2510363).
- [7] Zarkowsky DS, Sorber R, Ramirez JL, et al. Aortic neck IFU violations during EVAR for ruptured infrarenal aortic aneurysms are associated with increased in-hospital mortality[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 75:12–21. doi:[10.1016/j.avsg.2021.04.019](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.04.019).
- [8] Iner H, Yurekli I, Karaagac E, et al. Expanding the EVAR pool with non-IFU patients: how important is subjective physician assessment? [J]. *J Clin Med*, 2025, 14(4): 1237. doi: [10.3390/jcm14041237](https://doi.org/10.3390/jcm14041237).
- [9] Accarino G, De Vuono F, Accarino G, et al. Endurant Stent Graft for Treatment of Abdominal Aortic Aneurysm Inside and Outside of the Instructions for Use for the Proximal Neck: A 14-Year, Single-Center Experience.[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(9):2589. doi:[10.3390/jcm13092589](https://doi.org/10.3390/jcm13092589).

- [10] 谭程鹏, 容丹, 刘浩, 等. 腹主动脉瘤腔内修复术中栓塞肠系膜下动脉和腰动脉预防II型内漏的临床意义及研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(12): 2051–2057. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013.
- Tan CP, Rong D, Liu H, et al. Embolization of the inferior mesenteric artery and lumbar arteries during endovascular aortic repair for the prevention of type II endoleak: clinical significance and research progress[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):2051–2057. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.013.
- [11] 吴科敏, 周海洋, 李瑶珍, 等. 腹主动脉瘤腔内修复术后II型内漏的处理[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(12): 1418–1426. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.005.
- Wu KM, Zhou HY, Li YZ, et al. Management of type II endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(12):1418–1426. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.005.
- [12] Vaddavalli VV, Zheng XY, Mao JL, et al. Outcomes associated with type II endoleaks after infrarenal endovascular aneurysm repair in the Vascular Quality Initiative linked to Medicare claims[J]. J Vasc Surg, 2025. doi:10.1016/j.jvs.2025.04.061. [Online ahead of print]
- [13] Zettervall SL, Schanzer A. ESVS 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms: a North American perspective[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2024, 67(2):187–189. doi:10.1016/j.ejvs.2023.10.036.
- [14] Samura M, Morikage N, Otsuka R, et al. Endovascular aneurysm repair with inferior mesenteric artery embolization for preventing type II endoleak: a prospective randomized controlled trial[J]. Ann Surg, 2020, 271(2):238–244. doi:10.1097/SLA.0000000000003299.
- [15] Zhang L, Zhao W, Wu MT, et al. Long-term outcome of sac filling with fibrin sealant after endovascular aneurysm repair of abdominal aortic aneurysm with challenging aortic neck anatomy[J]. J Vasc Surg, 2019, 70(2):471–477. doi:10.1016/j.jvs.2018.10.113.
- [16] Chen Y, Zhang L, Liu Z, et al. Fibrin glue sac filling for preventing type II endoleak, short-term outcomes of a prospective randomized controlled trial[J]. J Endovasc Ther, 2024, 31(5):1005–1012. doi: 10.1177/15266028231159245.
- [17] 刘励, 李栋林, 张鸿坤. 腹主动脉瘤腔内修复术后II型内漏的诊治现状和焦点问题[J]. 中华血管外科杂志, 2022, 7(1):64–67. doi: 10.3760/cma.j.cn101411-20220107-00002.
- Liu L, Li DL, Zhang HK. Current status and focus of diagnosis and treatment of type II endoleak after endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery, 2022, 7(1):64–67. doi:10.3760/cma.j.cn101411-20220107-00002.
- [18] 池振庆, 苗自玲, 吴小鹏. 腔内修复术治疗肾下型腹主动脉瘤的内漏防治: 附43例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2013, 22(12): 1548–1552. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2013.12.005.
- Chi ZQ, Miao ZL, Wu XP. Prevention and treatment of endoleak after endovascular repair for infrarenal abdominal aortic aneurysm: a report of 43 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2013, 22(12):1548–1552. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2013.12.005.
- [19] Quinones-Baldrich W, Levin ES, Lew W, et al. Intraprocedural and postprocedural perigraft arterial sac embolization (PASE) for endoleak treatment[J]. J Vasc Surg, 2014, 59(2): 538–541. doi: 10.1016/j.jvs.2013.07.104.
- [20] Barleben A, Quinones-Baldrich W, Mogannam A, et al. Midterm evaluation of perigraft arterial sac embolization in endovascular aneurysm repair[J]. J Vasc Surg, 2020, 72(6): 1960–1967. doi: 10.1016/j.jvs.2020.01.077.
- [21] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 腹主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识(2022版)[J]. 中国实用外科杂志, 2022, 42(4):380–387. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.04.03.
- Chinese Society for Vascular Surgery, Chinese Society of Surgery, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on the diagnosis and treatment of abdominal aortic aneurysm (2022 edition)[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2022, 42(4):380–387. doi:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.04.03.
- [22] Dohi S, Yokoyama Y, Yamamoto T, et al. Push-up technique and anatomical deployment with the endurant stent-graft system for severely angulated aneurysm necks[J]. J Endovasc Ther, 2017, 24(3):435–439. doi:10.1177/1526602817692790.
- [23] Marone EM, Freyrie A, Ruotolo C, et al. Expert opinion on hostile neck definition in endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms (a Delphi consensus)[J]. Ann Vasc Surg, 2020, 62:173–182. doi:10.1016/j.avsg.2019.05.049.
- [24] Doumenc B, Mesnard T, Patterson BO, et al. Management of type IA endoleak after EVAR by explantation or custom made fenestrated endovascular aortic aneurysm repair[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 61(4): 571–578. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.10.033.
- [25] Guérout AM, Bashir A, Azhar B, et al. Long term outcomes and durability of fenestrated endovascular aneurysm repair: a meta-analysis of time to event data[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2024, 67(1):119–129. doi:10.1016/j.ejvs.2023.08.012.
- [26] Gao JP, Zhang HP, Jia X, et al. A prospective, multicenter, single-arm clinical trial cohort to evaluate the safety and effectiveness of a novel stent graft system (WeFlow-JAAA) for the treatment of juxtarenal abdominal aortic aneurysm: a study protocol[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 1013834. doi: 10.3389/fcvm.2022.1013834.
- [27] Zhang HP, Ge YY, Wang JB, et al. Off the shelf multibranched endograft for thoraco-abdominal and pararenal abdominal aortic aneurysms: a prospective, single centre study of the G-branch

- endograft[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2024, 67(3):417-425. doi:10.1016/j.ejvs.2023.11.005.
- [28] Wang J, Fan T, Zhang H, et al. Aortic hemodynamic and morphological analysis before and after repair of thoracoabdominal aortic aneurysm using a G-Branch endograft[J]. Front Physiol, 2023, 14:1234989. doi:10.3389/fphys.2023.1234989.
- [29] Wanhainen A, Van Herzele I, Bastos Goncalves F, et al. Editor's choice: European society for vascular surgery (ESVS) 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2024, 67(2):192-331. doi:10.1016/j.ejvs.2023.11.002.
- [30] Zhang L, Tang Y, Wang J, et al. Selective aneurysmal sac neck-

targeted embolization during endovascular repair of abdominal aortic aneurysm with hostile neck anatomy[J]. J Cardiothorac Surg, 2024, 19(1):57. doi:10.1186/s13019-024-02550-z.

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式: 刘琛, 卫育鹏, 庞利伟, 等. 经髂动脉选择性瘤囊栓塞在 EVAR 术中内漏处理中的应用与效果分析[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(6):1139-1148. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250059

Cite this article as: Liu C, Wei YP, Pang LW, et al. Application and efficacy analysis of selective sac embolization via the iliac approach in the management of endoleaks during EVAR[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(6):1139-1148. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250059

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计 (分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计 (应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、正交设计等); 临床试验设计 (应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕四个基本原则 (随机、对照、重复、均衡) 概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M (IQR)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于 20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备条件以分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理地解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性 (或非常显著性) 的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称 (如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值 (如 $t=3.45$, $\chi^2=4.68$, $F=6.79$ 等) 应尽可能给出具体的 P 值 (如 $P=0.0238$); 当涉及总体参数 (如总体均数、总体率等) 时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出 95% 置信区间。

中国普通外科杂志编辑部