

Analysis of operator learning curve of prostatic artery embolization for prostatic hyperplasia

WU Shaojie^{1*}, FANG Zhuting¹, CAI Senlin¹, TANG Yi¹,
ZHOU Yanfeng¹, CHEN Pingzhou²

(1. Department of Interventional Radiology, 2. Department of Urology,
Fujian Medical University Provincial Clinical Medical College,
Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the operator learning curve of prostatic artery embolization (PAE) in treatment of prostatic hyperplasia (PH). **Methods** Data of the first to 60th PH patients treated with PAE by the same operator having more than 5 years' experiences of peripheral vascular interventional therapy were retrospectively analyzed. The patients were divided into groups A, B and C according to the treatment order (each $n=20$). PAE operation time, intraoperative X-ray exposure time and post-operation hospitalization were compared among groups. International prostate symptom score (IPSS) and quality of life score (QOL), prostate volume, maximum flow rate (Q_{max}) and post void residual (PVR) before and after operation were analyzed. **Results** There was no statistical difference of prostate volume, IPSS score, QOL score, Q_{max} nor PVR among three groups before PAE (all $P>0.05$). There were significantly statistical differences of operation time and intraoperative X-ray exposure time ($F=32.74, 13.57$, both $P<0.01$) among 3 groups. Pairwise comparison showed the operation time and intraoperative X-ray exposure time in group A were significantly longer than those in group B (both $P<0.01$) and group C (both $P<0.01$), while the differences between group B and C were not statistical ($P=0.22, 0.30$). No statistical difference of post-operation hospitalization was found among 3 groups ($F=0.17, P=0.84$). Three months after PAE, IPSS score ($t=14.66, 11.74, 29.02$), QOL score ($t=8.51, 8.19, 7.99$), PVR ($t=11.68, 12.71, 16.80$) and prostate volume ($t=14.75, 17.45, 27.42$) decreased compared with those before operation in all 3 groups (all $P<0.01$), and Q_{max} ($t=-11.72, -10.80, -7.74$) also statistically increased (all $P<0.01$). **Conclusion** PAE is effective for PH in short-term. After accumulating 20 cases of PAE operation experience, the operation time and X-ray exposure are significantly shortened, and the learning curve turn to the plateau stage.

[Keywords] prostatic hyperplasia; embolization, therapeutic; learning curve

DOI:10.13929/j.1672-8475.201901022

分析前列腺动脉栓塞治疗前列腺增生 操作者学习曲线

吴少杰^{1*}, 方主亭¹, 蔡森林¹, 唐 仪¹, 周艳峰¹, 陈平舟²

(1. 福建医科大学省立临床医学院 福建省立医院介入放射科,
2. 泌尿外科, 福建 福州 350001)

[摘要] **目的** 分析前列腺动脉栓塞(PAE)治疗前列腺增生(PH)的操作者学习曲线。**方法** 回顾分析由同一具有 5 年以上外周血管介入治疗经验医师行 PAE 治疗的第 1~60 例 PH 患者的资料,按治疗顺序分为 A、B、C 组,每组 20 例。

[基金项目] 福建省卫生计生中青年骨干人才培养项目(2017-ZQN-1)。

[第一作者] 吴少杰(1986—),男,福建泉州人,硕士,主治医师。研究方向:外周血管介入。

[通信作者] 吴少杰,福建医科大学省立临床医学院 福建省立医院介入放射科,350001。E-mail: 412421740@qq.com

[收稿日期] 2019-01-11 **[修回日期]** 2019-06-21

比较各组间 PAE 手术时间、术中 X 线曝光时间、患者术后住院时间的差异;对比分析术前与术后 3 个月国际前列腺症状评分(IPSS)、生活质量评分(QOL)、前列腺体积、最大尿流率($Q_{\max}$)及残余尿量(PVR)。结果 3 组 PAE 术前前列腺体积、IPSS 评分、QOL 评分、 $Q_{\max}$ 及 PVR 差异均无统计学意义(P 均 >0.05);手术时间及术中 X 线曝光时间差异均有统计学意义($F=32.74, 13.57, P$ 均 <0.01),其中 A 组手术时间及术中 X 线曝光时间明显长于 B 组(P 均 <0.01)及 C 组(P 均 <0.01),B 组与 C 组间差异均无统计学意义($P=0.22, 0.30$)。3 组患者术后住院时间差异无统计学意义($F=0.17, P=0.84$)。PAE 术后 3 个月, A、B、C 组 IPSS 评分($t=14.66, 11.74, 29.02$)、QOL 评分($t=8.51, 8.19, 7.99$)及 PVR($t=11.68, 12.71, 16.80$)均低于术前(P 均 <0.01), $Q_{\max}$ 均($t=-11.72, -10.80, -7.74$)较术前明显升高(P 均 <0.01), 前列腺体积($t=14.75, 17.45, 27.42$)均较术前明显减小(P 均 <0.01)。结论 PAE 治疗 PH 近期疗效确切。医师积累 20 例 PAE 手术经验后, 后续手术时间及曝光时间明显缩短, 学习曲线进入平台期。

[关键词] 前列腺增生; 栓塞, 治疗性; 学习曲线

[中图分类号] R737.25; R815 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8475(2019)07-0410-05

前列腺动脉栓塞(prostatic artery embolization, PAE)是目前治疗前列腺增生(prostatic hyperplasia, PH)的常用方法之一, 具有安全、有效、微创等优势, 尤其适用于无法接受外科手术的患者^[1-2]。本研究旨在探讨 PAE 治疗 PH 的操作者学习曲线。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2016 年 2 月—2018 年 8 月就诊于我院且由同一医生完成 PAE 治疗的 60 例 PH 患者的资料, 均符合《中国泌尿外科疾病诊断治疗指南》手术指征^[3], PAE 术前均接受前列腺特异抗原(prostate specific antigen, PSA)检测、MR、超声等影像学检查及尿流动力学检查和/或直肠指诊, 术前 PSA >4 ng/ml 和/或疑似“占位性病变”经穿刺活检排除恶性肿瘤可能; PAE 术前国际前列腺症状评分(international prostate symptom score, IPSS)为 20~29 分, 平均(24.52 ± 2.24)分; 生活质量评分(quality of life score, QOL)为 2~6 分, 平均(4.77 ± 0.97)分。将连续收集的 60 例患者按手术先后次序分为 A 组(第 1~20 例)、B 组(第 21~40 例)及 C 组(第 41~60 例), 年龄分别为(78.9 ± 2.9)岁、(79.1 ± 3.1)岁及(79.6 ± 3.1)岁($F=0.25, P=0.78$)。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Artis Zeego DSA 引导 PAE 治疗。全部手术均由同一具有 5 年以上外周血管介入治疗经验的医师主刀完成, 助手、技术员、护士均为同一团队。

术前留置 18F 导尿管, 以 10 ml 50% 碘佛醇(320 mgI/ml)混合等量生理盐水充盈尿管球囊, 牵引导尿管, 使球囊位于膀胱底尿道内口。局部麻醉下采用 Seldinger 技术行右/左侧(首选右侧, 如术前影像学提示右侧股动脉狭窄闭塞、迂曲严重或尝试右侧股动脉穿刺失败, 则改选左侧)股动脉穿刺置鞘, 将 5F Cobra 导管置入对侧髂内动脉, 造影观察前列腺动脉

走行, 造影角度为同侧斜位 35°、头侧 10°, 以便显示该侧前列腺动脉解剖^[4]。在路图(Road map)下, 将 2.7F 微导管超选择至前列腺动脉, 造影明确微导管位置后进一步行 Dyna CT, 以证实前列腺染色。经微导管缓慢注射 100~300 μ m Embosphere 微球混悬液, 直至前列腺实质不显影(图 1)。使 Cobra 导管成袢后进入另一侧髂内动脉, 以同法行该侧前列腺动脉栓塞。

术后局部穿刺处包扎压迫, 嘱患者卧床 6~24 h。对术前无排尿困难者于术后 3~5 天拔除导尿管, 术前因排尿困难而持续导尿者术后继续留置导尿管 2 周。

1.3 评价指标 记录患者术前 IPSS 及 QOL 评分、术前影像学检查所测前列腺体积、术前最大尿流率(maximum flow rate, $Q_{\max}$)及残余尿量(post void residual, PVR)、PAE 手术时间、术中 X 线曝光时间、术后住院时间及术后并发症。术后 3 个月进行随访, 获得 IPSS 及 QOL 评分; 复查前列腺 MRI, 计算前列腺体积; 行尿流动力学检查, 测量 $Q_{\max}$ 及 PVR。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 3 组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 组内术前与术后比较采用配对 t 检验。计数资料以百分率表示, 采用 Fisher 确切概率法进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

同一医师分别在 13、10、8 个月内完成 A、B、C 组各 20 例 PAE 治疗 PH。A 组 1 例因左侧前列腺动脉超选择造影时血管损伤导致栓塞失败; B 组 1 例左侧前列腺动脉血管严重迂曲, 微导管无法超选择进入; 对上述 2 例患者仅行单侧 PAE 治疗。3 组患者术前 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 差异均无统计学意义(P 均 >0.05 , 表 1)。

60 例 PH 患者平均 PAE 手术时间为(105.87 ± 29.14)min, 术中 X 线曝光时间为(24.10 ± 10.12)min,

术后住院时间为 (2.96 ± 0.95) 天。同一医师实施 20 例 PAE 后,手术时间和术中 X 线曝光时间基本稳定,学习曲线进入平台期(图 2)。3 组间 PAE 手术时间及术中 X 线曝光时间差异均有统计学意义($F=32.74, 13.57, P$ 均 <0.01 , 表 2), 术后住院时间

差异无统计学意义($F=0.17, P=0.84$, 表 2)。组间两两比较显示, A 组手术时间及术中 X 线曝光时间均长于 B 组(P 均 <0.01)及 C 组(P 均 <0.01), B 组与 C 组间差异均无统计学意义($P=0.22, 0.30$)。

3 组共 7 例发生术后并发症, 其中 4 例泌尿系感染(A、C 组各 1 例, B 组 2 例)、2 例会阴部局限性皮肤缺血(A、B 组各 1 例, 表现为皮肤片状地图样颜色变暗)及 1 例术后生殖器头部黏膜破溃(A 组, 约 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$)经对

表 1 各组患者年龄及 PAE 术前 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 比较($\bar{x} \pm s, n=20$)

组别	IPSS 评分	QOL 评分	前列腺体积(mm^3)	$Q_{\max}$ (ml/s)	PVR(ml)
A 组	24.32 ± 2.71	4.87 ± 0.73	109.52 ± 17.68	6.62 ± 1.84	128.23 ± 24.76
B 组	24.93 ± 2.58	4.82 ± 0.78	104.68 ± 13.49	6.43 ± 1.92	135.27 ± 27.45
C 组	24.78 ± 2.18	4.63 ± 0.88	111.73 ± 15.14	6.56 ± 1.86	131.42 ± 26.45
F 值	0.32	0.26	1.12	0.76	1.37
P 值	0.73	0.77	0.33	0.47	0.22

表 2 各组间 PAE 手术时间、术中 X 线曝光时间及术后住院时间比较($\bar{x} \pm s, n=20$)

组别	PAE 手术时间(min)	术中 X 线曝光时间(min)	患者术后住院时间(天)
A 组	135.40 ± 32.61	32.42 ± 13.76	2.93 ± 1.33
B 组	95.05 ± 10.88	21.55 ± 4.43	3.07 ± 1.03
C 组	87.15 ± 6.76	18.75 ± 2.51	2.87 ± 0.84
F 值	32.74	13.57	0.17
P 值	<0.01	<0.01	0.84

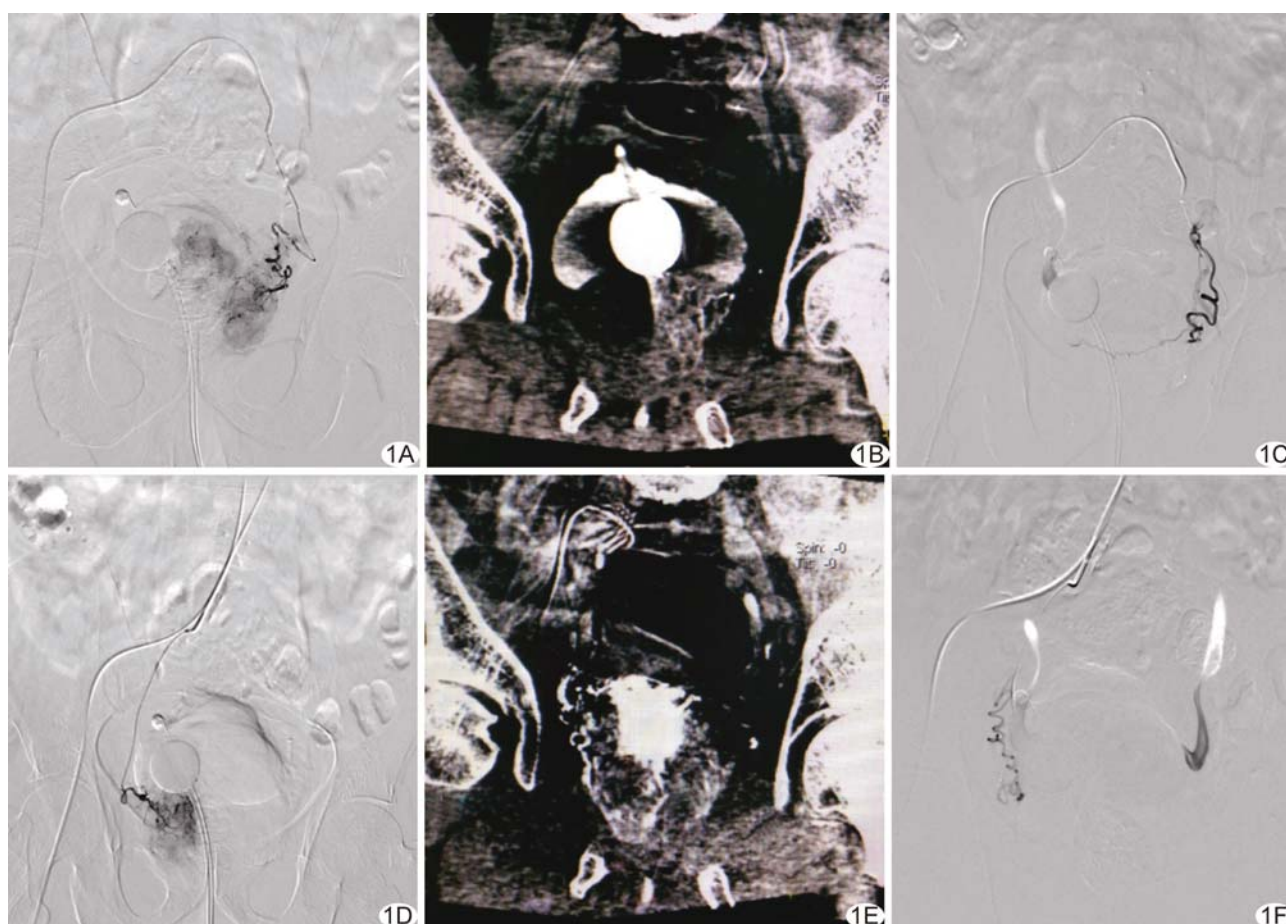


图 1 PH 患者, 73 岁, PAE 术中 DSA 表现 A~C. 左侧前列腺动脉栓塞前超选择性造影可见前列腺染色(A), Dyna-CT 示前列腺左叶对比剂聚集(B), 栓塞后超选择性造影示左半前列腺染色消失(C); D~F. 右侧前列腺动脉栓塞前超选择性造影可见前列腺染色(D), Dyna-CT 示前列腺右叶对比剂聚集(E), 栓塞后超选择性造影示右半前列腺染色消失

症处理后均好转;未发生出血、膀胱挛缩、尿道狭窄、尿失禁、大面积皮肤坏死等严重并发症。

术后 3 个月,3 组间 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 差异均无统计学意义(P 均 >0.05 ,表 3)。3 组患者前列腺增生症状均改善(表 4),随访复查 IPSS 评分、QOL 评分、PVR 均较术前明显减低, $Q_{\max}$ 均较术前升高(P 均 <0.01);且 MRI 示前列腺体积均较术前明显缩小(P 均 <0.01),其内可见囊变、坏死(图 3)。

3 讨论

学习曲线可反映医师不断学习并熟练掌握某项技能的成长过程,用于描述和指导该技能的临床疗效和操作水平,常以最初手术阶段所需手术例数来衡量。PAE 治疗 PH 具有微创、安全、并发症少等优势,且疗效可靠^[5-6];但由于前列腺动脉解剖变异程度较大,迂曲、纤细,介入治疗具有一定技术难度,介入医师常需较长学习时间^[7]。PAE 的操作者学习曲线主要依据手术时间、曝光时间、并发症及疗效等指标综合评判。

操作者学习曲线包括 2 个阶段,即上升期和平台期。在学习早期,随着手术例数增加,医师技能水平快速提高,曲线呈快速上升趋势;熟练掌握技能后进入平台期,在此期间虽然医师技能仍有一定提升空间,但学习曲线表现为缓慢且小幅度上升^[8]。影响学习曲线的因素较多,包括术者经验、对疾病的认识、解剖的熟悉程度、器械更新以及上级医师的指导等^[9-10]。本研究中,A 组手术时间及术中曝光时间最长,提示此时医师仍处于学习阶段;B 组手术时间及曝光时间均较 A 组明显缩短,表明经过前期的学习后,医师已能掌握

表 3 各组间 PAE 术后 3 个月 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 比较($\bar{x} \pm s, n=20$)

组别	IPSS 评分	QOL 评分	前列腺体积(mm ³)	$Q_{\max}$ (ml/s)	PVR(ml)
A 组	8.04 $\pm$ 2.53	2.38 $\pm$ 0.71	69.73 $\pm$ 9.87	15.76 $\pm$ 3.29	37.67 $\pm$ 11.34
B 组	7.50 $\pm$ 2.95	2.27 $\pm$ 0.72	71.27 $\pm$ 8.27	15.46 $\pm$ 3.24	38.87 $\pm$ 13.79
C 组	7.64 $\pm$ 1.27	2.55 $\pm$ 0.48	69.60 $\pm$ 8.02	14.07 $\pm$ 3.71	39.60 $\pm$ 9.16
F 值	0.21	0.75	0.19	1.05	0.11
P 值	0.81	0.47	0.82	0.36	0.89

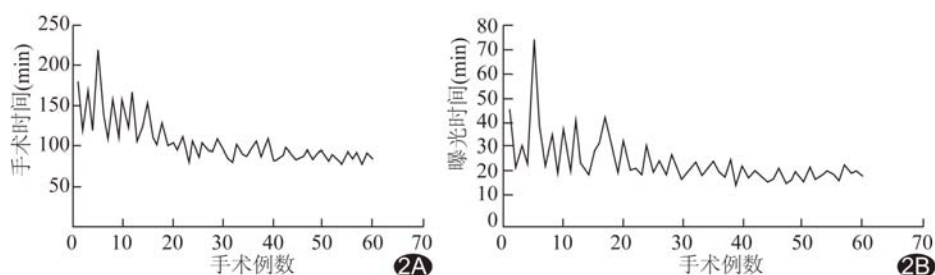


图 2 PAE 操作者学习曲线中手术时间及术中 X 线曝光时间曲线图 随手术例数增加,手术时间(A)及术中 X 线曝光时间(B)均逐渐缩短,实施 20 例手术后趋于稳定

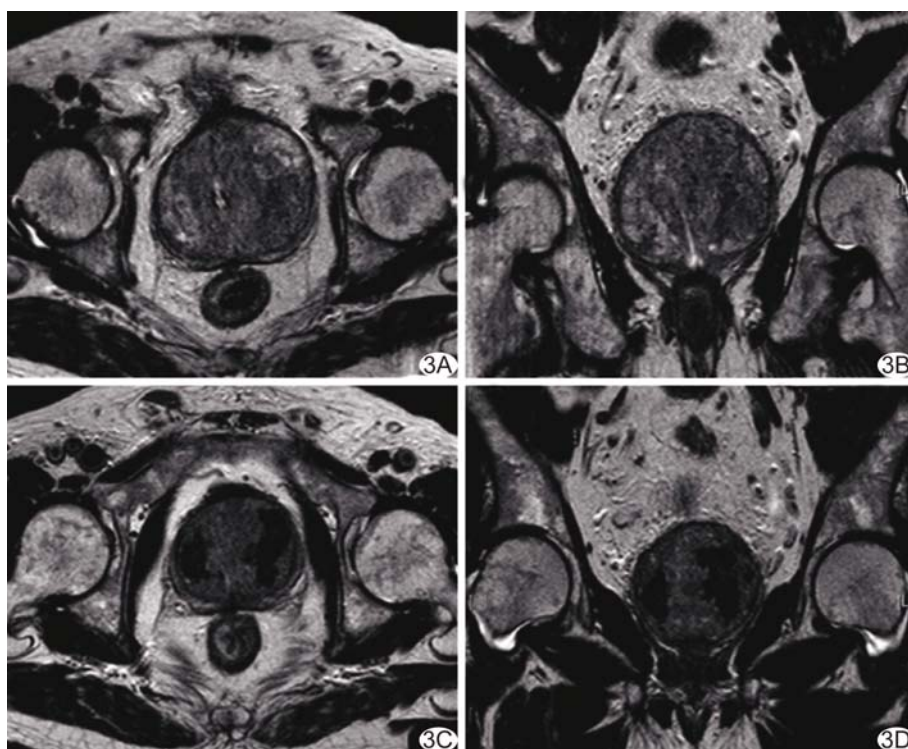


图 3 PH 患者,73 岁,PAE 术前及术后 MR T2WI A、B. 术前轴位(A)及冠状位(B)MRI 示前列腺体积增大,中央带增生明显;C、D. 术后 3 个月复查轴位(C)及冠状位(D)MRI 示前列腺体积明显缩小,腺体内多发囊变

PAE 基本手术技巧;C 组手术时间及曝光时间最短,但与 B 组间差异无统计学意义,提示此时医师对 PAE 手术的技巧的熟练程度处于相对稳定阶段。本研究中,3 组患者术后住院时间差异无统计学意义,原因可

表 4 各组间 PAE 术前与术后 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 比较统计分析结果

组别	IPSS 评分		QOL 评分		前列腺体积		$Q_{\max}$		PVR	
	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值
A 组	14.66	<0.01	8.51	<0.01	14.75	<0.01	-11.72	<0.01	11.68	<0.01
B 组	11.74	<0.01	8.19	<0.01	17.45	<0.01	-10.80	<0.01	12.71	<0.01
C 组	29.02	<0.01	7.99	<0.01	27.42	<0.01	-7.74	<0.01	16.80	<0.01

能在于 PAE 创伤小、术后恢复快、并发症少,住院治疗周期较短,故未能反映出医师不同学习阶段的差别。本研究 3 组术后 3 个月疗效评价指标 IPSS 评分、QOL 评分、前列腺体积、 $Q_{\max}$ 及 PVR 均较术前明显改善(P 均<0.05,表 4),表明 PAE 治疗 PH 近期疗效确切。

PAE 创伤小且并发症相对较少,较为严重的并发症为异位栓塞引起组织器官缺血、坏死,主要为臀部、会阴、生殖器栓塞^[11]。本研究 A、B 组各出现 1 例会阴部局限性皮肤缺血。辨别前列腺动脉起源、走行对初学 PAE 者尤为重要,栓塞过程中应注意缓慢注射栓塞剂,实时监控,必要时重复造影观察栓塞程度,以避免栓塞剂注射过快引起前列腺动脉末梢栓塞不够致密,或栓塞剂反流造成异位栓塞^[12]。

通过辅助手段缩短学习周期,可减少学习曲线上升期所需的手术例数,从而减少手术并发症、缩短手术及曝光时间、提高手术效率,快速熟练掌握新技能能力,即纯化学习曲线。长时间暴露于 X 线对医务人员的身体健康造成不利影响,且 PAE 相对于其他介入手术时间较长,故纯化学习曲线对介入医师尤为重要。采取以下方法有利于纯化学习曲线:①掌握基础知识,包括 PH 的发生、发展、病理生理及解剖,有利于围手术期间辅助治疗及术中辨认病灶及责任血管,更好地选择手术方案及决策;②完善术前检查,通过术前影像学检查了解前列腺动脉走行,可有效避免因术中盲目寻找前列腺动脉而延长手术时间、增加辐射剂量;③熟悉介入器械,前列腺动脉主要来源于髂内动脉分支,髂内动脉置管造影时,选择不同照射体位会影响对于血管分支的显示,熟练掌握器械操作有利于减少术中 X 线曝光时间;④手术团队人员相对固定、相互配合,人员相对固定有利于各司其职、累积经验,形成默契及共识,使手术各个环节紧凑衔接,以提高手术效率;⑤注重学习交流,在专家指导、手术观摩、手术视频引领下学习实践,可避免盲目摸索。

综上所述,经过约 20 例 PAE 治疗 PH 经验积累,手术时间及术中 X 线曝光时间明显缩短,进入学习曲线的平台期。PAE 治疗 PH 临床效果已获肯定,可作

为传统治疗手段的补充^[13]。但本研究样本量少,且不同医师对手术的学习、领悟能力存在个体差异,有待多中心大样本研究进一步验证。

【参考文献】

- [1] Joao MP, Tiago B, Luis CP, et al. Medium- and long-term outcome of prostate artery embolization for patients with benign prostatic hyperplasia: Result in 630 patients. J Vasc Interv Radiol, 2016,27(8):1115-1122.
- [2] 朱聪辉,林文集,黄志扬,等.前列腺动脉栓塞术与经尿道前列腺切除术治疗良性前列腺增生的前瞻性随机对照研究.中国介入影像与治疗学,2018,15(3):134-138.
- [3] 王建业,宋希双,杜传军,等.良性前列腺增生诊断治疗指南//那彦群,叶章群,孙颖浩,等.中国泌尿外科疾病诊断治疗指南,2014 版.北京:人民卫生出版社,2013:259-261.
- [4] Pisco JM, Pereira J, Rio Tinto H, et al. How to perform prostatic arterial embolization. Tech Vasc Interv Radiol, 2012,15(4):286-289.
- [5] Maclean D, Maher B, Modi S, et al. Prostate artery embolization: A new, minimally invasive treatment for lower urinary tract symptoms secondary to prostate enlargement. Ther Adv Urol, 2017,9(8):209-216.
- [6] Ray AF, Powell J, Speakman MJ, et al. Efficacy and safety of prostate artery embolization for benign prostatic hyperplasia: An observational study and propensity-matched comparison with transurethral resection of the prostate (the UK-ROPE study). BJU Int, 2018,122(2):270-282.
- [7] 谢宜兴,卢川,程永德.经导管前列腺动脉栓塞术治疗前列腺增生.介入放射学杂志,2014,23(3):185-190.
- [8] Hirasawa Y, Kato Y, Fujita K. Transurethral enucleation with bipolar for benign prostatic hyperplasia: 2-year outcomes and the learning curve of a single surgeon's experience of 603 consecutive patients. J Endourol, 2017,31(7):679-685.
- [9] 王江云,陈勇,李彦豪,等.Stanford B 型主动脉夹层腔内修复术学习曲线分析.介入放射学杂志,2017,26(2):114-117.
- [10] 朱峰,高旭,杨波,等.机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的学习曲线分析.中华泌尿外科杂志,2016,37(4):284-288.
- [11] 张国栋,段峰,袁凯,等.前列腺动脉栓塞术治疗良性前列腺增生症的前景与挑战.介入放射学杂志,2014,3(8):735-738.
- [12] 白宇,赵卫,罗罡,等.前列腺动脉栓塞术治疗良性前列腺增生.中国介入影像与治疗学,2016,13(4):204-207.
- [13] Shim SR, Kanhai KJ, Ko YM, et al. Efficacy and safety of prostatic arterial embolization: Systematic review with meta-analysis and meta-regression. J Urol, 2017,197(2):465-479.