

- assessment of the CentriMag-novalung adult ECMO circuit in a model of acute pulmonary hypertension[J]. ASAIO J, 2014, 60(4): 429-435. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000079.
- [12] Akiyama D, Katagiri N, Mizuno T, et al. Preclinical biocompatibility study of ultra-compact durable ECMO system in chronic animal experiments for 2weeks[J]. J Artif Organs, 2020, 23(4): 335-341. DOI: 10.1007/s10047-020-01180-1.
- [13] Sanchez-Lorente D, Go T, Jungebluth P, et al. Single double-lumen venous-venous pump-driven extracorporeal lung membrane support[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 140(3): 558-563, 563.e1-563.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2009.12.057.
- [14] Fujiwara T, Nagaoka E, Watanabe T, et al. New generation extracorporeal membrane oxygenation with MedTech Mag-Lev, a single-use, magnetically levitated, centrifugal blood pump: preclinical evaluation in calves[J]. Artif Organs, 2013, 37(5): 447-456. DOI: 10.1111/aor.12006.
- [15] Teman NR, Demos DS, Bryner BS, et al. In vivo testing of a novel blood pump for short-term extracorporeal life support[J]. Ann Thorac Surg, 2014, 98(1): 97-102. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.04.027.
- [16] Zhou XQ, Wang DF, Sumpter R, et al. Long-term support with an ambulatory percutaneous paracorporeal artificial lung[J]. J Heart Lung Transplant, 2012, 31(6): 648-654. DOI: 10.1016/j.healun.2012.02.007.
- [17] Stiller B, Lemmer J, Merkle F, et al. Consumption of blood products during mechanical circulatory support in children: comparison between ECMO and a pulsatile ventricular assist device[J]. Intensive Care Med, 2004, 30(9): 1814-1820. DOI: 10.1007/s00134-004-2352-z.
- [18] Pellegrino V, Hockings LE, Davies A. Venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiovascular failure[J]. Curr Opin Crit Care, 2014, 20(5): 484-492. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000141.
- [19] Fu M, Liu G, Wang W, et al. Hemodynamic evaluation and in vitro hemolysis evaluation of a novel centrifugal pump for extracorporeal membrane oxygenation[J]. Ann Transl Med, 2021, 9(8): 679. DOI: 10.21037/atm-21-1135.
- [20] 高国栋, 龙村, 胡强, 等. 体外膜肺氧合支持治疗期间机体凝血功能的动态变化 [J]. 实用临床医药杂志, 2015, 19(9): 9-11, 17. DOI: 10.7619/jcmp.201509003.

(收稿日期: 2023-06-06)

(本文编辑: 何小军)

单把 ProGlide 联合 ExoSeal 的吻合技术 (PEK) 在静脉 - 动脉体外膜氧合中动脉通路应用的单中心研究

陶科¹ 李江² 陈波¹ 潘妮芳¹ 顾雪峰¹ 钱天炜¹ 俞隼¹ 许春阳¹

¹ 苏州大学附属常熟医院急诊科, 常熟 215500; ² 南京医科大学附属苏州医院急诊科, 苏州 215000

通信作者: 许春阳, Email: xuchunsunggg@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.10.013

由于经皮血管闭合装置 (percutaneous vascular closure devices, VCD) 在临床的广泛运用, 对于需要通过股动脉进行血管内治疗的患者, 多数医生不在选择股动脉的切开, 转而使用 VCD 管理股动脉穿刺口; 其中通过双把 ProGlide (雅培公司) 在大直径股动脉穿刺口预埋血管缝线的技术, 真正实现了大血管介入手术的全程微创。同样, 在进行静脉 - 动脉体外膜肺氧合 (veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO) 的建立过程中, 越来越多的医生

也在使用穿刺股动脉的方法, 并使用 ProGlide 进行撤管后的血管闭合。通常, 大多中心均采取双把 ProGlide 处理动脉穿刺口, 由于该技术闭存在一定的学习曲线及失败率^[1-4], 且 VA-ECMO 并不是一个常规操作, 因此导致各中心的成功率及并发症报道不尽相同。本中心尝试使用一种简单易行的方法: 单把 ProGlide 联合 ExoSeal (康蒂思公司) 的对吻技术 (one Proglide with one Exoseal Kissing technique, PEK) 对 VA-ECMO 动脉穿刺口进行管理, 期望获得满意

的动脉止血效果同时简化操作过程。

1 资料与方法

1.1 一般资料

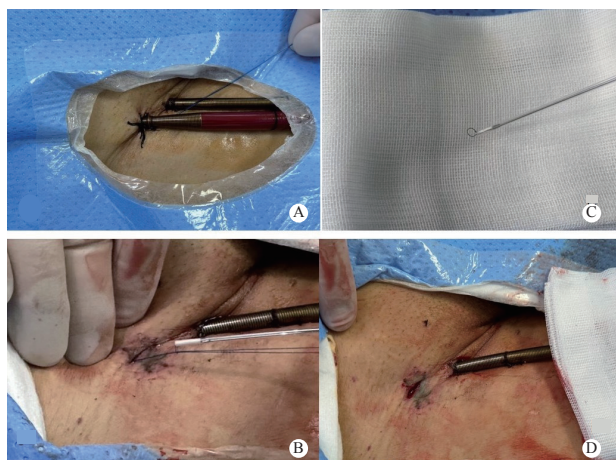
纳入 2022 年 3 月至 2023 年 2 月期间就诊于笔者所在医院发生心脏骤停, 穿刺股动脉符合 VCD 使用要求且成功撤机的 VA-ECMO 患者, 最终共纳入 12 例, 男性 9 例, 女性 3 例, 年龄 47~76 岁, (67.58 ± 9.45) 岁, 共 12 个股动脉穿刺口 (穿刺口直径: $15 \sim 17$ Fr, (16.7 ± 0.78) Fr, ECMO 撤机时间 $3 \sim 5$ d, (3.75 ± 0.87) d)。

1.2 术者经验及评价指标

所有纳入患者均在超声引导下完成股动脉穿刺, 穿刺前评估股总动脉的直径 (外径 - 外径的方法) 及内膜钙化情况, 同时测量拟穿刺点处股总动脉至皮肤的垂直距离。穿刺完成后通过单把 ProGlide 预埋单股缝线, 完成 VA-ECMO 插管后, 适当收紧缝线, 无菌敷料包裹外露缝线。当患者符合 ECMO 撤机条件时, 使用 PEK 技术先完成股动脉的闭合, 股静脉使用“8”字缝合外加压迫完成所有穿刺口的闭合, 入组的患者均未使用远端股动脉灌注导管。所有使用 PEK 技术闭合的股动脉穿刺口, 压迫 10 min 后观察止血效果, 并在加压包扎前, 常规超声明确是否存在血肿, 同时使用多普勒超声观察穿刺以远 1 厘米股动脉血流情况。撤机完成后 24~72 h 所有患者再次常规完成股动脉超声复查 2 次, 观察有无股动脉穿刺的并发症: 主要包含血肿, 动静脉瘘, 假性动脉瘤及肢体急性缺血情况。VA-ECMO 股动脉的穿刺及闭合均固定两名血管外科副主任医师执行完成, 术者均可熟练完成 ExoSeal 及双把 ProGlide 预置的操作。

1.3 PEK 技术说明

首先在超声引导下通过股总动脉血管壁正上方避开钙化处完成穿刺, 通过 ProGlide 送入缝线, 完成缝线预埋后进行股动脉的插管。在患者撤机时: 两名术者, 一名压迫股动脉 (压迫点为穿刺点近心段, 适当离开穿刺点, 以保证收紧线结同时尽量减少失血); 另一名在退管后收紧缝线, ExoSeal (7 F) 体外预先释放前端镍钛合金环状导丝, 环状导丝通过提拉的缝线与线结吻合后释放合成的聚乙醇酸 (PGA)。以上即为 PEK 技术, 完成股动脉闭合后, 常规按压穿刺口 10 min, 按压完毕, 使用超声即刻复查止血效果, 术毕使用腹带适度加压穿刺处, 24 h 后考虑拆除腹带, 同时超声再次观察穿刺口情况, 无异常, 安排患者适度活动, 并在 72 h 内完成第二次超声复查。并可考虑安排患者下床适当活动。(具体过程可参考图 1 所示: 一例入组患者运用 PEK 技术完成撤机后的股动脉闭合)。



A: 可见通过 ProGlide 预埋的单股缝线被提起; B: ExoSeal 的镍钛合金丝被体外预先打开呈环状表现; C: 助手按压穿刺点近端股动脉, 术者收紧缝线后, 沿缝线送入镍钛合金环, 紧紧贴在线结上放, 适当压力维持后, 释放合成聚乙醇酸; D: PEK 技术完成股动脉穿刺口的闭合, 伤口无渗血, 止血效果可靠

图 1 利用 PEK 技术闭合 VA-ECMO 的股动脉穿刺口

1.4 数据收集及随访

记录所有 12 例患者共 12 个股动脉穿刺口运用 PEK 技术撤机后即刻, 24 h 及 24~72 h 后, 有无血肿, 下肢缺血, 动静脉瘘及假性动脉瘤的发生情况, 并及时予以记录。

1.5 统计学方法

所有记录数据使用 SPSS 20.0 进行统计分析, 计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有 12 例患者 12 个股动脉穿刺口, 运用 PEK 技术均顺利完成 VA-ECMO 撤管后的动脉闭合, 无一例患者在 PEK 完成后即刻, 撤管后 24~72 h 随访中发生股动脉相关并发症, 止血效果极其可靠。

3 讨论

近年, 随着 VA-ECMO 技术在临床的逐渐开展, 许多 ECMO 中心都致力于如何快速安全插管及成功撤机后如何安全高效完成股动脉伤口的闭合, 微创技术的运用尤其获得关注^[5]。由于 VCD 在临床的广泛运用, 较多 ECMO 中心医生采取经皮穿刺股动脉, 通过 ProGlide 预埋缝线或者撤机后使用 VCD 进行股动脉穿刺口的管理^[6-7]。与外科手术切开建立 VA-ECMO 相比, 穿刺股动脉能更快建立通路, 更低的感染及更小的伤口, 特别是在超声引导下进行快速安全的股动脉穿刺作为许多 ECMO 中心医生的首选^[8]。相对于股动脉的穿刺来说, 撤机后股动脉的管理往往充满挑战及争议, 部分中心虽通过穿刺股动脉完成了插管, 但撤

机后往往仍然使用传统外科切开进行股动脉的修补,患者通常需要在全身麻醉下并转入手术室进行。因此,医生尝试在床边且患者清醒的状态下利用 VCD 进行撤机后股动脉穿刺口的闭合,通常使用两把或多把 ProGlide 完成操作,如果止血效果不佳,部分医生会加用 AngioSeal (泰尔茂公司),通过胶原蛋白塞加缝线的方法,以期获得满意止血效果^[8-9]。但是使用 VCD 进行股动脉穿刺口的闭合,不同中心成功率不尽相同。甚至,在 VCD 应用的早期阶段,与开放手术比较后发现:虽然经皮闭合组在 30 d 病死率,降低感染率存优势,但 VCD 组股动脉的并发症较开放组增多^[10]。因此,有学者提出标准的拔管流程和使用合适的 VCD 来降低股动脉穿刺口的并发症^[11]。

通常,血管外科在进行胸腹主疾病腔内治疗时,入路股动脉直径多大于 VA-ECMO,经 ProGlide 预置的双股缝线技术闭合股动脉穿刺口运用极其广泛。但是该技术仍存在止血失败后转外科处理及术后并发股动脉狭窄的情况^[12-14]。通常,ECMO 通路医生较少关注股动脉狭窄的发生,在一篇关于床旁拔除 VA-ECMO 的导管报道中,多达 28.6% 的患者使用了三把 ProGlide 进行股动脉闭合,所有患者均未完成术后股动脉狭窄的评估^[5]。虽然,对于区域 ECMO 中心,由于患者数量相对较多,医生可熟练掌握预埋缝线技术管理股动脉穿刺口技术^[5];但目前一般医院年开展 ECMO 的数量仍然较少,且与单把缝合器操作相比,通过双把缝合器预置缝线的技术相对存在较长学习曲线^[14]。因此,笔者单位开展了 PEK 技术在 VA-ECMO 中股动脉穿刺口管理的应用研究,期望该技术可获得确定止血效果,同时提高操作的便利性。日本学者^[15]曾报道经导管主动脉瓣置入术(TAVI)后,在 ProGlide 止血效果不良的情况下加用 ExoSeal 进行成功止血的少量病例。

PEK 技术在超声引导下完成股动脉穿刺,撤机后收紧预埋缝线后通过 ExoSeal 释放 PGA,PGA 是生物可吸收物质,30 d 内大部分会降解,60~90 d 基本完全降解为水和二氧化碳,体内无残留物质,因此 PGA 不会导致对股动脉长期的压迫。所以单把 ProGlide 联合 PGA,一方面获得有效止血,另一方面尽量降低了术后股动脉的丢失。PEK 技术应用在 VA-ECMO 之前,笔者已经尝试在主动脉介入手术中使用该技术。PEK 技术多应用在 21~24 Fr 穿刺中,仍可安全有效的完成股动脉穿刺口管理,甚至 21 Fr 的穿刺口单把 ProGlide 联合单个 PGA 就可获得满意止血效果,目前该技术已作为本中心绝大部分主动脉介入手术后股动脉管理的标准操作^[16]。笔者所在医院的 ECMO 团队由重症医生及血管外科医生组成,外科医生负责血管通路的管理。因此,基于血管外科医生对 VCD 的熟悉及 PEK 技术在介入手术

的开展,且 VA-ECMO 中股动脉插管直径远较主动脉介入手术小,本团队很有信心的在 VA-ECMO 中使用了 PEK 技术。PEK 技术在 VA-ECMO 中与介入手术的主要差别在于预埋的缝线时间相对较长,可能导致插管区域的感染率上升,在本次研究中,平均时间为 3.75 d。但目前的多项研究表明,预埋缝线并未导致患者股动脉区域的感染上升,且本次 12 例患者均未发生穿刺股动脉区域感染。另外,本中心仅使用单股缝线,降低了与非亲水涂层管路的缠绕,避免了相关文献关于双股缝线缠绕通路导管的报道^[17]。虽然,关于生物力学血管闭合装置 Manta (泰利福公司)在 VA-ECMO 通路的应用有所报道^[8],术者仅需单把器械就可以获得即刻有效的止血效果。但 Manta 价格昂贵,且国内尚无法获得该器械。另外由于 Manta 临床使用时间不足五年,部分学者甚至研究得出在股动脉穿刺口管理上两把 ProGlide 的策略依旧优于 MANTA^[18-19]。

因此,综上所述,临床上需要使用更安全,快捷,方便,现实的策略来管理 VA-ECMO 中股动脉穿刺口。特别是清醒 ECMO 有助于减少肺部相关并发症,改善患者预后,而 PEK 技术可被推荐使用。笔者认为 PEK 技术的主要优势如下:PEK 技术操作简单,无论是 VA-ECMO 中建立通路还是撤机后拔管均在局麻下完成,无需切开放动脉,且无明显学习曲线,术者仅需掌握单把 ProGlide 的缝合技术即可,ExoSeal 在体外提前释放镍钛金属导丝,不会导致 PGA 释放到股动脉内导致下肢栓塞事件的发生,因此有利于该技术的推广;另外笔者使用 PEK 技术在主动脉介入术中对股动脉的管理表明,股动脉几乎无丢失,极大的降低了下肢缺血事件的发生^[16]。

当然,本研究也存在以下不足的情况:①新技术运用在临床的样本量偏少,目前国内外尚无报道,因此,下一步可考虑联合多家 ECMO 单位进行多中心研究,进一步扩展样本量;②随着病例数的增加,考虑双把缝合器与 PEK 技术进行对照研究,以期在效果,并发症及卫生经济学方面获得更加全面的数据,客观的评价 PEK 技术在临床的运用。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 蒋京军,张小明,李伟,等.经皮主动脉腔内修复术的学习曲线初探[J].中国微创外科杂志,2017,17(2):147-150. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2017.02.012.
- [2] 高永山,张振明,金凤仙,等.经皮胸主动脉腔内修复术中应用 Perclose ProGlide 血管缝合器行预先埋置缝合技术的学习

- 曲线 [J]. 中国微创外科杂志, 2021, 21(4): 298-302. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2021.04.003.
- [3] Eisenack M, Umscheid T, Tessarek J, et al. Percutaneous endovascular aortic aneurysm repair: a prospective evaluation of safety, efficiency, and risk factors[J]. *J Endovasc Ther*, 2009, 16(6): 708-713. DOI: 10.1583/08-2622.1.
- [4] Metcalfe MJ, Brownrigg JRW, Black SA, et al. Unselected percutaneous access with large vessel closure for endovascular aortic surgery: experience and predictors of technical success[J]. *Eur J Vasc Endovascular Surg*, 2012, 43(4): 378-381. DOI: 10.1016/j.ejvs.2011.12.025.
- [5] Lüsebrink E, Stremmel C, Stark K, et al. Update on weaning from veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(4): 992. DOI: 10.3390/jcm9040992.
- [6] Au SY, Chan KS, Fong KM, et al. One-year experience of bedside percutaneous VA-ECMO decannulation in a high-ECMO-volume center in Hong Kong[J]. *Perfusion*, 2021, 36(8): 803-807. DOI: 10.1177/0267659120971998.
- [7] Chandel A, Desai M, Ryan LP, et al. Preclosure technique versus arterial cutdown after percutaneous cannulation for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *JTCVS Tech*, 2021, 10: 322-330. DOI: 10.1016/j.xjtc.2021.08.030.
- [8] Shah A, Ghoreishi M, Taylor BS, et al. Complete percutaneous decannulation from femoral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *JTCVS Tech*, 2021, 6: 75-81. DOI: 10.1016/j.xjtc.2020.11.005.
- [9] Majunke N, Mangner N, Linke A, et al. Comparison of percutaneous closure versus surgical femoral cutdown for decannulation of large-sized arterial and venous access sites in adults after successful weaning of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Invasive Cardiol*, 2016, 28(10): 415-419.
- [10] Danial P, Hajage D, Nguyen LS, et al. Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(12): 2153-2161. DOI: 10.1007/s00134-018-5442-z.
- [11] Lüsebrink E, Stremmel C, Stark K, et al. Percutaneous decannulation instead of surgical removal for weaning after venoarterial extracorporeal membrane oxygenation—a crossed perclose ProGlide closure device technique using a hemostasis valve Y connector[J]. *Crit Care Explor*, 2019, 1(6): e0018. DOI: 10.1097/CCE.0000000000000018.
- [12] van Wiechen MP, Tchétché D, Ooms JF, et al. Suture- or plug-based large-bore arteriotomy closure: a pilot randomized controlled trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14(2): 149-157. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.09.052.
- [13] Abdel-Wahab M, Hartung P, Dumpies O, et al. Comparison of a pure plug-based versus a primary suture-based vascular closure device strategy for transfemoral transcatheter aortic valve replacement: the CHOICE-CLOSURE randomized clinical trial[J]. *Circulation*, 2022, 145(3): 170-183. DOI: 10.1161/circulationaha.121.057856.
- [14] Shoeib O, Burzotta F, Aurigemma C, et al. Percutaneous transcatheter aortic valve replacement induces femoral artery shrinkage: angiographic evidence and predictors for a new side effect[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 91(5): 938-944. DOI: 10.1002/ccd.27248.
- [15] Honda Y, Araki M, Yamawaki M, et al. The ARAHKEY technique: a novel method for the management of access site bleeding during percutaneous transfemoral transcatheter aortic valve replacement[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020, 96(3): E355-E359. DOI: 10.1002/ccd.28610.
- [16] Xu C, Li J, Zhao JT, et al. Safety and effectiveness of a sequential suture and plug vascular closure devices technique for large-bore access closure after percutaneous endovascular aneurysm repair[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2023, 34(7): 1143-1148. DOI: 10.1016/j.jvir.2023.03.019.
- [17] 王博, 刘丽媛, 梁立雯, 等. ProGlide 血管缝合器在经皮穿刺静-动脉模式体外膜肺氧合血管通路中的应用 [J]. *心脏杂志*, 2023, 35(1): 62-66. DOI : 10.12125/j.chj.202201096.
- [18] Krajcer Z, Wood DA, Strickman N, et al. Pivotal clinical study to evaluate the safety and effectiveness of the MANTA vascular closure device during percutaneous EVAR and TEVAR procedures[J]. *J Endovasc Ther*, 2020, 27(3): 414-420. DOI: 10.1177/1526602820912224.
- [19] Moriyama N, Lindström L, Laine M. Propensity-matched comparison of vascular closure devices after transcatheter aortic valve replacement using MANTA versus ProGlide[J]. *EuroIntervention*, 2019, 14(15): e1558-e1565. DOI: 10.4244/eij-d-18-00769.

(收稿日期: 2023-06-09)

(本文编辑: 何小军)