

## 三级防护下超声引导外周动脉置管在新型冠状病毒肺炎重症患者中的应用

赵明曦<sup>1</sup>, 李若祎<sup>2</sup>, 孙建华<sup>1</sup>, 苏龙翔<sup>1</sup>, 李 奇<sup>1</sup>, 李尊柱<sup>1</sup>,  
马鸿鸣<sup>1</sup>, 崔文博<sup>1</sup>, 罗红波<sup>1</sup>, 周 翔<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院重症医学科, 北京 100730

<sup>2</sup> 中国医学科学院 北京协和医学院护理学院, 北京 100041

通信作者: 周 翔 电话: 010-69152303, E-mail: zx\_pumc@163.com

**【摘要】目的** 探讨超声引导技术在重症新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 患者外周动脉导管留置中的应用效果。**方法** 回顾性收集并分析 2020 年 2 月至 4 月北京协和医院援鄂医疗队诊治的留置外周动脉导管的重症 COVID-19 患者临床资料。采用超声引导外周动脉置管的患者为研究组, 采用传统触诊法置管的患者为对照组。比较两组患者动脉导管留置情况和并发症发生率。**结果** 共 60 例符合纳入和排除标准的重症 COVID-19 患者入选本研究。其中研究组 30 例、对照组 30 例。研究组外周动脉首次置管成功率 (63.3% 比 26.7%)、总穿刺成功率 [ (79.43±25.79)% 比 (53.07±30.21)% ] 均高于对照组 ( $P$  均 $<0.05$ ), 穿刺次数 [ (1.43±0.56) 次 比 (2.50±1.28) 次 ] 少于对照组 ( $P<0.05$ )。研究组外周动脉导管留置的 24 h 失用率 (6.7% 比 30.0%)、局部血肿发生率 (10.0% 比 36.7%)、阻塞曲折发生率 (3.3% 比 40.0%) 均低于对照组 ( $P$  均 $<0.05$ )。**结论** 三级防护下, 应用超声引导技术对重症 COVID-19 患者进行外周动脉置管, 可提高首次置管成功率, 减少穿刺次数, 降低并发症发生率。

**【关键词】** 新型冠状病毒肺炎; 外周动脉; 重症; 超声; 三级防护

**【中图分类号】** R563.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-9081(2021)01-0044-05

**DOI:** 10.12290/xhyxzz.20200209

### Application of Ultrasound-guided Peripheral Arterial Puncture in Severe Patients with Coronavirus Disease 2019 Under Three-level Protection

ZHAO Ming-xi<sup>1</sup>, LI Ruo-yi<sup>2</sup>, SUN Jian-hua<sup>1</sup>, SU Long-xiang<sup>1</sup>, LI Qi<sup>1</sup>, LI Zun-zhu<sup>1</sup>, MA Hong-ming<sup>1</sup>,  
CUI Wen-bo<sup>1</sup>, LUO Hong-bo<sup>1</sup>, ZHOU Xiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

<sup>2</sup>School of Nursing, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100041, China

Corresponding author: ZHOU Xiang Tel: 86-10-69152303, E-mail: zx\_pumc@163.com

**【Abstract】Objective** To explore the application of ultrasound-guided arterial line placement in severe patients with COVID-19. **Methods** From February to April 2020, we retrospectively collected and analyzed the clinical data of critical patients with COVID-19 with an indwelling peripheral arterial catheter treated by the medical team of Peking Union Medical College Hospital. Patients with ultrasound-guided peripheral arterial

基金项目: 国家重点研发计划“公共安全风险防控与应急技术装备”重点专项 (2020YFC0861000); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程 (2020-I2M-CoV19-001)

引用本文: 赵明曦, 李若祎, 孙建华, 等. 三级防护下超声引导外周动脉置管在新型冠状病毒肺炎重症患者中的应用 [J]. 协和医学杂志, 2021, 12 (1): 44-48. doi: 10.12290/xhyxzz.20200209.

catheterization were taken as the study group, while patients whose arterial catheter was placed by traditional palpation were taken as the control group. The puncture condition and complication rate were compared between the two groups. **Results** A total of 60 severe patients with COVID-19 who met the inclusion and exclusion criteria were enrolled in this study. There were 30 cases in the study group and 30 cases in the control group. In the study group, the success rate of the first catheterization of the peripheral artery (63.3% vs. 26.7%) and the total puncture success rate [ (79.43±25.79)% vs. (53.07±30.21)% ] were higher than those in the control group (all  $P<0.05$ ), the puncture times (1.43±0.56 vs. 2.50±1.28) were less than those of the control group ( $P<0.05$ ). The rates of 24-hour disuse (6.7% vs. 30.0%), local hematoma (10.0% vs. 36.7%), occlusion, and tortuous (3.3% vs. 40.0%) in the study group were lower than those in the control group (all  $P<0.05$ ). **Conclusion** Under the three-level protection, ultrasound-guided arterial catheter placement for severe patients with COVID-19 can improve the success rate of catheter placement, reduce puncture times, and reduce the incidence of complications.

**【Key words】** coronavirus disease 2019; artery; critical disease; ultrasound; three-level protection

**Funding:** Public Safety Risk Prevention and Control and Emergency Technical Equipment National Key Research and Development Program (2020YFC0861000); Medical and Health Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Medical Sciences (2020-I2M-CoV19-001)

*Med J PUMCH, 2021,12(1):44-48*

新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 是由新型冠状病毒 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2) 感染引起的呼吸系统传染病。重症 COVID-19 患者多在发病一周后出现呼吸困难或低氧血症, 并可快速进展为急性呼吸窘迫综合征、感染性休克及多器官功能衰竭, 病死率高<sup>[1]</sup>。在重症 COVID-19 患者治疗过程中, 常需建立外周动脉导管进行连续血流动力学监测和血气分析采样<sup>[2]</sup>。传统触诊法留置外周动脉导管通常需多次尝试, 在低血压、水肿或血流动力学不稳定的重症患者中更是如此<sup>[3]</sup>。多次尝试易致患者不适和应激, 其引起的动脉痉挛进一步增加了置管难度。在三级防护下, 由于防护服较厚重、穿戴多层手套导致触感下降, 采用传统触诊法留置外周动脉导管更加困难。随着超声技术的发展, 重症超声逐渐应用于血管穿刺中<sup>[4]</sup>。既往研究显示, 由于超声具有可视化的优点, 超声引导下外周动脉置管可提高首次穿刺成功率, 减少不良反应<sup>[3,5]</sup>。本研究探讨超声引导技术在重症 COVID-19 患者外周动脉导管留置中的价值, 旨在为重症 COVID-19 患者的救治提供借鉴。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象及分组

#### 1.1.1 研究对象

本研究为回顾性病例对照研究。2020 年 2 月至 4

月北京协和医院援鄂医疗队整建制接管了武汉同济医院中法新城院区 ICU 病房, 收集并分析病房收治的确诊为重症 COVID-19<sup>[6]</sup> 且留置动脉导管的所有患者临床资料。排除标准: (1) 转入时已留置动脉导管; (2) 在桡动脉以外部位留置外周动脉导管的患者。

#### 1.1.2 分组

前期因病房条件所限采用传统触诊法进行外周动脉置管的患者为对照组, 后期条件改善后采用超声引导下外周动脉置管的患者为研究组。

由于 COVID-19 疫情属于突发公共卫生事件, 本研究免除伦理审查。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 建立动脉穿刺小组

(1) 成员: 动脉穿刺小组由医疗队中重症护理工作经验≥3 年的 12 名护士组成。小组成员均完成超声引导下动脉穿刺技术的规范化培训, 且具有≥1 年的临床相关经验。穿刺过程由具有重症工作经验的医师进行质量控制。(2) 培训: 动脉穿刺小组在武汉均通过集体授课与视频学习等形式再次接受常规动脉穿刺与超声引导下动脉穿刺培训, 保证操作的一致性。(3) 排班: 由于 COVID-19 疫情的特殊性, 临床工作中共设 7 个护理组, 采取轮班制按组别顺序循环值班开展工作, 每组在污染区工作 4 h。每个护理组配备 1~2 名具有超声工作经验的护士。

#### 1.2.2 动脉穿刺方法

(1) 传统触诊法: 患者手心朝上、手腕下部垫

高，使手掌与手臂至少成45°角，碘伏消毒。穿刺者左手寻找患者桡动脉搏动最强位置，右手持针，30°角进针，见回血后将动脉针放平，退针芯并将动脉留置针管送入血管，连接密闭式采血套装，回抽见回血且通畅为置管成功。若穿刺不成功，拔除动脉针，按压至穿刺点不再渗血，更换动脉针重新穿刺，穿刺大于3次仍不成功者考虑更换其他部位进行置管。

(2) 超声引导下外周动脉置管：患者姿势同对照组。应用 Venue ultrasound system 超声仪（美国 GE 公司），血管探头（探头频率 5~10 MHz）用无菌手套包裹，探头标志点朝向患者右侧。操作者左手用超声探头平面外（短轴）定位桡动脉（图 1A），右手 30°角进针，随着进针深入，逐渐向后移动探头，使针尖持续显示在超声声像中。当超声声像示针尖进入动脉（图 1B）或见回血时，超声探头逆时针旋转 90°（图 1C），探头标志点朝向远心端，左右滑动探头，见平面内（长轴）图像（图 1D）。放平动脉针，观察超声声像，继续送针，超声声像可见动脉针持续向动脉内前行，将针体的 2/3 完全送入血管内，退针芯并连接密闭式采血套装，回抽见回血且通畅为置管成功。若穿刺不成功，拔除动脉针，按压至穿刺点不再渗血，更换动脉针重新穿刺，穿刺大于3次仍不成功者，考虑更换其他部位进行置管。

1.3 评价指标

1.3.1 首次置管成功率：首次置管成功为第一针穿刺即见回血，送入导管过程顺利，无受阻感，连接密闭式采血装置后回抽见回血且通畅。首次置管成功率=首次置管成功例数/置管总例数×100%。

1.3.2 穿刺次数：穿刺针未触及桡动脉，或退至皮下重新进针即计一次，直至置管成功。记录每例患者穿刺次数。

1.3.3 总穿刺成功率：总穿刺成功率=穿刺成功次数/穿刺总次数×100%。

数/穿刺总次数×100%。

1.3.4 并发症：（1）导管留置 24 h 内是否失用，回抽导管无回血且监护仪无动脉波形即为失用。（2）有无局部血肿、导管阻塞曲折等情况。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 24.0 软件进行统计分析。穿刺次数、总穿刺成功率符合正态分布，以均数±标准差表示，组间比较采用两独立样本 *t* 检验；首次置管成功率、并发症发生率的比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法。双侧检验，以  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料

共 60 例符合纳入和排除标准的重症 COVID-19 患者入选本研究（图 2）。其中研究组 30 例、对照组 30 例。两组患者年龄，性别，穿刺前无创血压、心率、水肿情况及基础疾病等情况见表 1。

2.2 两组患者外周动脉置管情况比较

研究组外周动脉首次置管成功率、总穿刺成功率高于对照组（ $P$  均 $<0.05$ ），穿刺次数少于对照组（ $P<0.05$ ）（表 2）。

2.3 两组患者外周动脉穿刺并发症比较

研究组外周动脉导管留置的 24 h 失用率及局部血肿、导管阻塞曲折发生率均低于对照组（ $P$  均 $<0.05$ ）（表 3）。

3 讨论

本研究结果显示，研究组外周动脉首次置管成功率（63.3%比 26.7%）、总穿刺成功率〔（79.43±25.79）%比（53.07±30.21）%〕均高于对照组（ $P$

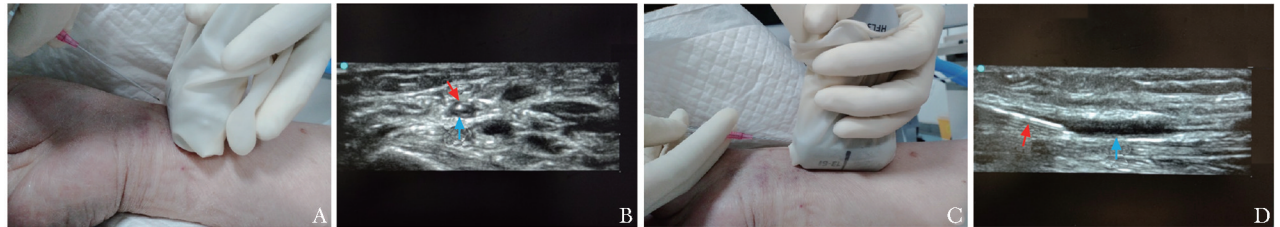


图 1 超声引导下外周动脉置管  
A. 超声探头平面外（短轴）定位桡动脉；B. 短轴下超声声像图，蓝色箭头所示为桡动脉，红色箭头所示为动脉针；C. 超声探头逆时针旋转 90°后平面内（长轴）定位桡动脉；D. 长轴下超声声像图，蓝色箭头所示为动脉长轴，红色箭头所示为动脉针

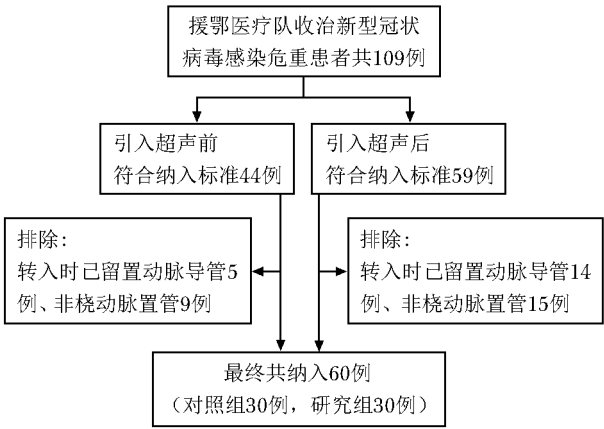


图 2 研究对象入组流程图

表 1 两组患者一般资料

项目	研究组 (n=30)	对照组 (n=30)
男性 [n (%)]	17 (56.7)	19 (63.3)
年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	66.47±10.70	66.50±8.66
收缩压 ( $\bar{x}\pm s$ , mm Hg)	110.63±22.35	115.83±22.38
舒张压 ( $\bar{x}\pm s$ , mm Hg)	73.13±11.85	74.27±11.32
心率 ( $\bar{x}\pm s$ , 次/min)	78.83±18.48	79.30±18.63
水肿 [n (%)]	7 (23.3)	5 (16.7)
基础疾病 [n (%)]		
高血压	6 (20.0)	12 (40.0)
糖尿病	4 (13.3)	5 (16.7)
冠心病	1 (3.3)	1 (3.3)

表 2 两组患者外周动脉置管情况比较

组别	首次成功例数 [n (%)]	穿刺次数 ( $\bar{x}\pm s$ , 次)	总穿刺成功率 ( $\bar{x}\pm s$ , %)
研究组 (n=30)	19 (63.3)	1.43±0.56	79.43±25.79
对照组 (n=30)	8 (26.7)	2.50±1.28	53.07±30.21
P 值	0.004	<0.001	<0.001

表 3 两组患者外周动脉置管并发症比较 [n (%)]

组别	24 h 失用	局部血肿	导管阻塞曲折
研究组 (n=30)	2 (6.7)	3 (10.0)	1 (3.3)
对照组 (n=30)	9 (30.0)	11 (36.7)	12 (40.0)
P 值	0.020	0.015	0.001

均<0.05), 穿刺次数 [(1.43±0.56) 次 比 (2.50±1.28) 次]、外周动脉导管留置的 24 h 失用率 (6.7% 比 30.0%) 及局部血肿 (10.0% 比 36.7%)、导管阻塞曲折发生率 (3.3% 比 40.0%) 均低于对照组 (P 均<0.05)。

重症 COVID-19 患者需进行血常规、血生化、动脉血气、血流动力学等指标的监测<sup>[2]</sup>。留置外周动脉导管是最常见的操作。在隔离病房中, 操作者由于穿戴多层防护, 导致动脉穿刺触感下降, 加之重症患者循环较差, 常规定位和穿刺成功率均受到较大影响。床旁超声使得整个置管过程可视化, 不仅可清晰显示血管位置与走形, 能更加精准地对动脉血管进行定位<sup>[7]</sup>, 且可动态引导穿刺针进入血管, 进而提高首次置管成功率。本研究结果显示, 超声动态引导下进行外周动脉置管相比传统的触摸定位法, 重症 COVID-19 患者的首次置管成功率及总穿刺成功率均显著提高, 提示三级防护下应用超声动态引导进行动脉穿刺置管具有绝对优势。

本研究显示, 应用超声平面外 (短轴) 联合平面内 (长轴) 技术进行外周动脉置管可减少总穿刺次数, 进而减少对患者的刺激。平面外 (短轴) 技术可以观察到进针方向与血管之间的位置关系, 有助于找到最佳穿刺点, 提高进针的准确性<sup>[8]</sup>; 同时平面内 (长轴) 技术可在超声图像上观察穿刺针与动脉的走向<sup>[3]</sup>。三级防护下, 即使动脉针针尖进入血管, 在送入针体时由于佩戴多层手套降低操作者手感仍然可能会导致置管失败。因此两种技术结合可动态观察整个穿刺过程, 提高穿刺成功率。

本研究中, 研究组外周动脉导管留置的 24 h 失用率及局部血肿、导管阻塞曲折发生率均降低, 与 Tang 等<sup>[5]</sup>的 Meta 分析结果一致, 提示超声引导外周动脉置管可降低重症 COVID-19 患者穿刺并发症。传统触诊法置管可出现仅导管尖端在动脉中, 当患者体位变化时易发生导管异位、移出动脉而失用的情况, 而超声可视化技术可确认导管完全进入动脉。据报道, 桡动脉起始位置或走形存在变异的比率为 9.6%~15.4%<sup>[9]</sup>。虽然传统触诊法留置外周动脉导管通常是安全的, 但血肿等并发症仍然不可避免 (发生率约 5%)<sup>[10]</sup>。对于重症 COVID-19 患者, 多层防护影响穿刺者操作, 可导致穿刺并发症发生率显著增加 (本研究约为 40%)。超声的可视化优点能充分展示动脉与其他组织的位置关系<sup>[5]</sup>, 有助于减少穿刺过程中不必要的置管并发症<sup>[5]</sup>, 对有解剖变异的患者尤其重要。国际超声引导血管通路操作指南<sup>[11]</sup>建议将超声引导重症患者进行动静脉置管技术列为常规操作, 且初学者练习超声引导桡动脉穿刺置管约 14 次即可掌握该项操作技能<sup>[12]</sup>。本研究亦证实了重症医疗工作者掌握该项操作技能的必要性。

本研究存在以下局限性: 第一, 由于疫情的特殊



性,本研究很难进行平行对照设计,对照组为历史对照,可能存在未能平衡的混杂因素。第二,受限于样本量,未对潜在混杂因素进行校正,报告的效应为未校正的粗效应,结果可能存在一定偏倚。

综上,三级防护下,利用超声的可视化特性,采用平面外(短轴)技术联合平面内(长轴)技术对重症 COVID-19 患者进行外周动脉置管,可提高首次置管成功率,减少穿刺次数,降低穿刺并发症的发生率。

**作者贡献:** 赵明曦、李若祎负责研究设计、数据分析、论文撰写;孙建华、苏龙翔、李奇、李尊柱、马鸿鸣、崔文博和罗红波参与研究设计和结果分析;周翔指导研究设计、数据分析,并修改论文。

**利益冲突:** 无

## 参 考 文 献

- [1] 国家中医药管理局办公室中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版)[J]. 中国医药, 2020, 15: 1494-1499.
- [1] General Office of National Health Commission of the People's Republic of China. Office of National Administration of Traditional Chinese Medicine, Diagnosis and treatment of corona virus disease-19 (8th trial edition) [J], Zhongguo Yi Yao, 2020, 15: 1494-1499.
- [2] 尹万红, 康焰. 新型冠状病毒肺炎急性呼吸窘迫综合征的血流动力学治疗 [J]. 协和医学杂志, 2020, 11: 518-521.
- [2] Yin WH, Kang Y. Hemodynamic therapy for COVID-19 patients with acute respiratory distress syndrome [J]. Xie He Yi Xue Za Zhi, 2020, 11: 518-521.
- [3] Shiloh AL, Savel RH, Paulin LM, et al. Ultrasound-guided catheterization of the radial artery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Chest, 2011, 139: 524-529.
- [4] 孙建华, 刘大为, 王小亭, 等. 超声引导下桡动脉置管的应用进展 [J]. 中国实用护理杂志, 2016, 32: 1997-2000.
- [4] Sun JH, Liu DW, Wang XT, et al. Development of application research of ultrasound guided radial artery cannulation [J]. Zhongguo Shi Yong Hu Li Za Zhi, 2016, 32: 1997-2000.
- [5] Tang L, Wang F, Li Y, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: an updated meta-analysis of randomized controlled trials [J]. PLoS One, 2014, 9: e111527.
- [6] 姜利, 潘纯, 桑岭, 等. 重症新型冠状病毒肺炎管理专家推荐意见 [J]. 中华重症医学电子杂志, 2020, 6: 1-11.
- [6] Jiang L, Pan C, Sang L, et al. Expert recommendations for management of severe COVID-19 [J]. Zhonghua Zhong Zheng Yi Xue Dian Zi Za Zhi, 2020, 6: 1-11.
- [7] Bhattacharjee S, Maitra S, Baidya DK. Comparison between ultrasound guided technique and digital palpation technique for radial artery cannulation in adult patients: an updated meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Clin Anesth, 2018, 47: 54-59.
- [8] Rath A, Mishra SB, Pati B, et al. Short versus long axis ultrasound guided approach for internal jugular vein cannulations: a prospective randomized controlled trial [J]. Am J Emerg Med, 2020, 4: 731-734.
- [9] Rodriguez-Niedenfuhr M, Vazquez T, Nearn L, et al. Variations of the arterial pattern in the upper limb revisited: a morphological and statistical study, with a review of the literature [J]. J Anat, 2001, 199: 547-566.
- [10] Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine [J]. Crit Care, 2002, 6: 199-204.
- [11] Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access [J]. Intensive Care Med, 2012, 38: 1105-1117.
- [12] 王宁, 李民, 郭向阳, 等. 超声引导桡动脉穿刺置管学习曲线的建立 [J]. 中华医学教育杂志, 2016, 36: 295-299.
- [12] Wang N, Li M, Guo XY, et al. The construction of learning curves for ultrasound-guide indwelling of radial artery catheters [J]. Zhonghua Yi Xue Jiao Yu Za Zhi, 2016, 36: 295-299.

(收稿: 2020-08-03 录用: 2020-09-27)

(本文编辑: 董 哲)