

隧道与皮下延伸穿刺技术在PICC中应用效果的Meta分析

赵琳^{1*}, 袁坤山¹, 卢天恒¹, 张海军^{1,2#}

¹生物医用材料改性技术国家地方联合工程实验室, 山东 德州

²同济大学医学院介入血管研究所, 上海

收稿日期: 2024年11月20日; 录用日期: 2024年12月13日; 发布日期: 2024年12月20日

摘要

目的: 评价隧道与皮下延伸穿刺技术在经外周静脉置入中心静脉导管(PICC)中的临床应用效果, 旨在为患者选择合适的置管技术提供参考依据。方法: 检索中国(CNKI)学术文献总库、中文科技期刊数据库(VIP)、Pubmed、Web of Science数据库, 全面收集隧道技术、皮下延伸穿刺技术在PICC中应用的相关研究, 严格按照制定的文献纳入与排除标准进行文献筛选, 并对文献质量进行评估; 采用RevMan和R软件对提取的数据进行Meta分析, 分别以隧道PICC (tPICC)、皮下延伸穿刺PICC (esrPICC)与常规PICC (cPICC)并发症发生率的危险比OR值为效应指标, 评价两种穿刺技术与常规技术比较的临床应用效果。结果: 共纳入12篇文献共1106病例(tPICC VS cPICC 9篇, esrPICC VS cPICC 3篇)。Meta分析结果显示, 采用tPICC置管的患者并发症发生风险是常规置管者的0.08倍($OR_{(合并)} = 0.08$, 95% CI: 0.05~0.12, $P < 0.00001$); 采用esrPICC置管的患者并发症发生风险是常规置管者的0.14倍($OR_{(合并)} = 0.14$, 95% CI: 0.07~0.26, $P < 0.00001$)。通过对纳入文献进行合并分析, tPICC术后并发症发生率为7% (95% CI: 0.02~0.15, $P < 0.01$), esrPICC术后并发症发生率为21% (95% CI: 0.06~0.36, $P < 0.01$)。Begg漏斗图检验法显示纳入的文献不存在发表偏倚, 结果较为可靠。结论: tPICC、esrPICC分别与cPICC相比, 均可显著降低PICC导管相关并发症的发生率, 且tPICC的效果优于esrPICC。

关键词

PICC, 隧道, 延伸穿刺, 并发症

Meta Analysis of the Application Effect of Tunnel and Extended Subcutaneous Route Technique in PICC

Lin Zhao^{1*}, Kuanshan Yuan¹, Tianheng Lu¹, Haijun Zhang^{1,2#}

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 赵琳, 袁坤山, 卢天恒, 张海军. 隧道与皮下延伸穿刺技术在 PICC 中应用效果的 Meta 分析[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 873-884. DOI: 10.12677/acm.2024.14123162

Abstract

Objective: To evaluate the clinical application of tunnel and subcutaneous extension puncture technique in the central venous catheter (PICC) placement through peripheral vein, in order to provide a reference for patients to choose the appropriate catheterization technique. **Methods:** The Chinese (CNKI) Academic Literature Database, Chinese Science and Technology Journal Database (VIP), PubMed, and Web of Science databases were searched to comprehensively collect studies related to the application of tunneling and subcutaneous extension puncture techniques in PICC, and the literature was screened in strict accordance with the established literature inclusion and exclusion criteria, and the quality of the literature was evaluated; RevMan and R software was used to Meta-analyze the extracted data, and the OR values of hazard ratios of complication rates of tunneled PICC (tPICC) and extended subcutaneous route PICC (esrPICC) compared with conventional PICC (cPICC) were used as effect indicators to evaluate the clinical application of the two puncture techniques compared with conventional PICC puncture techniques, respectively. **Results:** A total of 12 papers with 1106 cases (tPICC vs. cPICC 9, esrPICC vs. cPICC 3) were included. Meta-analysis showed that the risk of complications was 0.08 times higher in patients with tPICC technique placement than in those with conventional placement ($OR_{(combined)} = 0.08$, 95% CI: 0.05~0.12, $P < 0.00001$); patients with the risk of complications was 0.14 times higher in patients with esrPICC technique placement than in those with conventional placement ($OR_{(combined)} = 0.14$, 95% CI: 0.07~0.26, $P < 0.00001$). By combined analysis of the included literature, the complication rate was 7% (95% CI: 0.02~0.15, $P < 0.01$) for tPICC and 21% (95% CI: 0.06~0.36, $P < 0.01$) for esrPICC. Begg's funnel plot test showed no publication bias in the included literature and the results were more reliable. **Conclusions:** tPICC and esrPICC significantly reduced the incidence of PICC catheter-related complications compared with cPICC, respectively, and tPICC was more effective than esrPICC.

Keywords

PICC, Tunnel, Extended Subcutaneous Route, Complications

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

经外周静脉置入中心静脉导管(peripherally inserted central catheters, PICC)可为化疗、长期静脉输液、反复输血或血制品的患者提供一条长期静脉血管通路。目前凭借其穿刺次数少、操作简便、创伤小、留置时间长等优势[1]-[3]已在临床得到广泛应用。尽管有诸多优势,但仍存在导管相关并发症发生率较高的问题[4]。有研究表明, PICC 相关血栓、感染、导管移位等并发症的发生率高达 32.8% [5] [6]。并发症的发生会导致治疗中断, 增加患者痛苦和经济负担, 因此如何有效降低并发症发生率是目前 PICC 临床应用较为重要的研究课题。

据文献报道, 置管时建立一条皮下隧道可有效降低 PICC 相关并发症的发生率[7] [8]。皮下隧道可使

导管得到更好的固定，增加微生物逆行感染的难度，因此可有效降低导管移位和感染的风险。同时，通过一段皮下隧道后导管进入血管位置较高，更能保证合适的导管静脉比，降低血栓发生率。根据隧道创建方式分为隧道 PICC (tunnel PICC, tPICC) 和皮下延伸穿刺 PICC (“extended subcutaneous route” technique PICC, esrPICC) [9]，在国内后者也被称为“一针式”皮下隧道 PICC。两者的区别是：tPICC 的皮下出口点与穿刺点不在同一位置，而 esrPICC 的穿刺点即是皮下出口，示意图分别如图 1 和图 2。

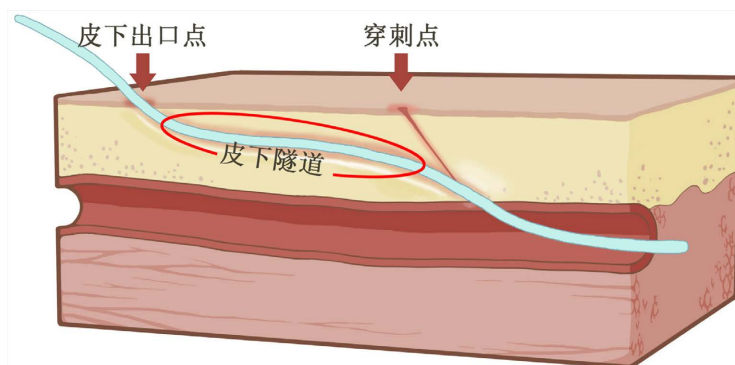


Figure 1. tPICC schematic diagram

图 1. tPICC 示意图

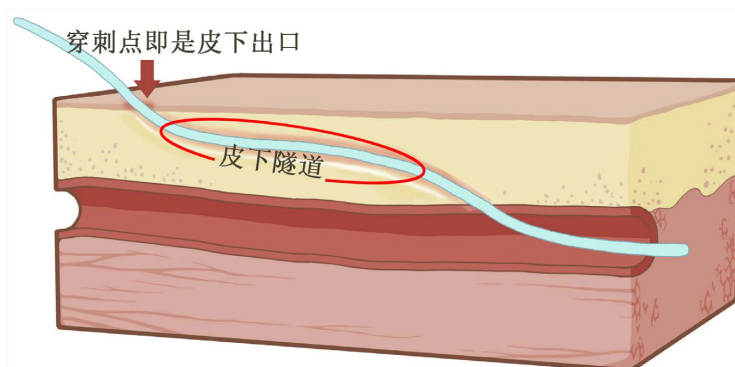


Figure 2. esrPICC schematic diagram

图 2. esrPICC 示意图

尽管以上两种创建隧道的方式均已被证明可降低 PICC 相关并发症的发生率，但由于缺乏对两种置管术进行比较的临床研究，置管方式的选择标准和依据仍不明确。本研究通过分别对 tPICC 和 esrPICC 与 cPICC 相比降低并发症的效果进行 Meta 分析，为临床置管方式的合理选择提供参考依据。

2. 资料与方法

2.1. 检索策略

在中国(CNKI)学术文献总库、中文科技期刊数据库(VIP)、Pubmed、Web of Science 数据库检索发表时间为 2012 年 1 月~2022 年 9 月的文献，末次检索日期为 2022 年 9 月 20 日。中文检索词为：隧道 PICC，英文检索词为 Tunnel PICC。

2.2. 纳入与排除标准

纳入标准：① 研究对象为 18 岁及以上、置入 PICC 导管的患者；② 试验组采用隧道或皮下延伸穿

刺技术置管；③ 对照组采用常规置管术；④ 可获得导管相关并发症的相关数据；⑤ 研究类型为随机对照研究。排除标准：① 研究对象年龄 <18 岁的研究；② 数据结果不完整的研究；③ 重复发表的研究、综述类研究；④ 非随机对照研究。

2.3. 文献筛选及资料提取

由两名研究员根据纳入及排除标准独立筛选相关文献，存在分歧时可由两人协商或通过与第三方协商达成一致意见。首先对检索结果文献的标题和摘要进行初筛，再通过阅读全文复筛，提取数据包括：① 作者；② 发表年份；③ 研究类型；④ 样本量；⑤ 性别；⑥ 年龄；⑦ 相关并发症发生数据。

2.4. 统计学处理

采用 Excel 对提取数据进行初步整理。RevMan 5.4/R 软件对纳入的文献进行异质性检验，若 $I^2 < 50\%$ ，说明研究结果间的异质性可接受，采用固定效应模型分析，反之采用随机效应模型进行分析， $P < 0.05$ 差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 文献筛选结果及纳入研究的基本信息

共检索到 179 篇文献，排除重复文献后，通过阅读标题和摘要及全文排除不符合纳入标准的文献，最终 12 篇文献纳入研究，其中纳入 tPICC 相关文献 9 篇，纳入 esrPICC 相关文献 3 篇，文献具体筛选流程及结果见图 3，纳入隧道与皮下延伸穿刺置管术相关研究的基本信息分别见表 1 和表 2。

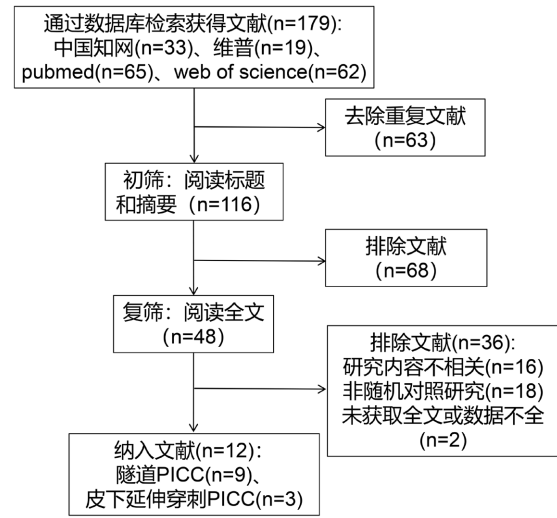


Figure 3. Literature screening process diagram
图 3. 文献筛选流程图

Table 1. Basic information of tPICC research
表 1. tPICC 研究基本信息

作者	发表年份	总样本量	年龄(岁)		样本量		总并发症人数	
			试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
韦洁静[10]	2022	46	45.98 ± 2.07	47.33 ± 2.11	46	46	4	38
陈连带[11]	2021	106	58.07 ± 10.54	60.94 ± 8.25	52	54	3	22

续表

程文凤[12]	2021	104	53.42 ± 16.85	51.32 ± 17.46	52	52	1	19
范彬[13]	2020	76	51.42 ± 2.66	51.34 ± 2.71	38	38	8	28
胡婷婷[14]	2020	168	不详	不详	84	84	4	34
田素红[15]	2020	110	不详	不详	55	55	2	11
万敏敏[16]	2022	60	9.51 ± 2.66	7.21 ± 3.54	1	30	9	30
Xiao Mao Fang [17]	2021	130	45.64 ± 11.59	47.95 ± 11.96	65	65	23	54
Maria K [18]	2018	60	54.57 ± 9.18	55.17 ± 9.36	30	30	0	6

Table 2. Basic information on clinical research of esrPICC
表 2. esrPICC 临床研究基本信息

作者	发表年份	总样本量	年龄(岁)		样本量		总并发症人数	
			试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
刘金闯[19]	2022	120	43.89 ± 6.11	44.19 ± 5.27	60	60	5	23
袁德超[20]	2021	80	50~78	49~79	40	40	12	30
莫英蕾[21]	2021	46	60.05 ± 16.70	64.72 ± 16.91	25	21	7	16

3.2. 纳入文献质量评价

所有研究均为 RCT [10]-[21]。7 项研究采用随机数字表法[11] [14] [16] [18]-[21]，1 项研究采用奇偶数法[15]，4 项研究只提及随机分组，具体方法未作描述[10] [16] [18] [20]；1 项研究说明采用随机信封的方式进行分配隐藏[17]，其他 11 项研究均未提及分配隐藏方式、均没有说明参与者和人员及结局指标设盲[10]-[16] [18]-[21]；12 项研究结果数据与报告均完整[10]-[21]；3 项研究均存在样本较小的高风险偏倚[17] [18] [21]，3 项研究未发现其他偏倚[10] [15] [20]，6 项研究没有提及其他偏倚[11]-[14] [17] [19]，tPICC 纳入文献质量评价见图 4、图 5，esrPICC 纳入文献质量评价见图 6、图 7。

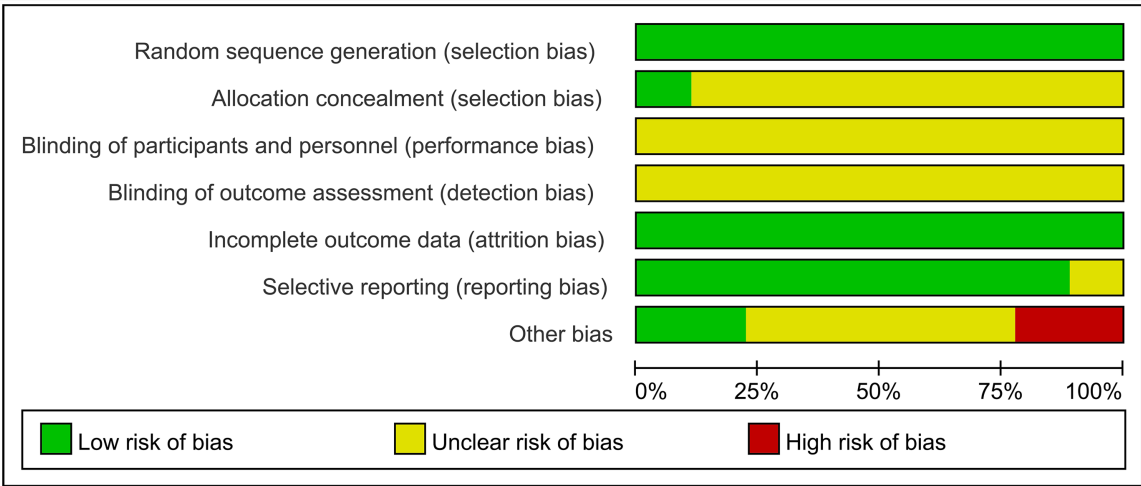


Figure 4. tPICC literature bias risk percentage chart
图 4. tPICC 文献偏倚风险百分比图

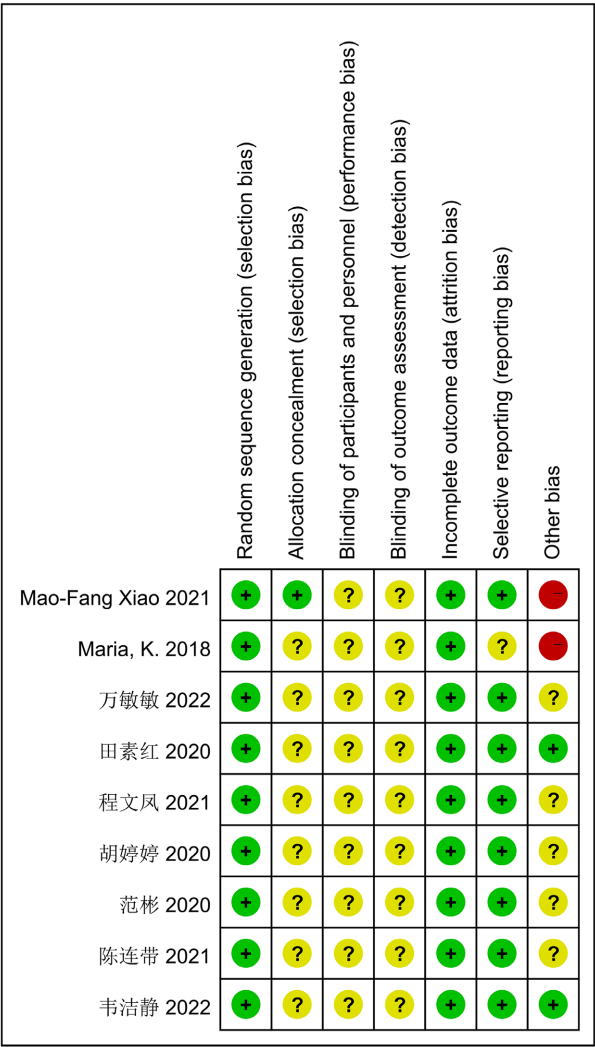


Figure 5. Summary of risk of literature bias in tPICC
图 5. tPICC 文献偏倚风险总结图

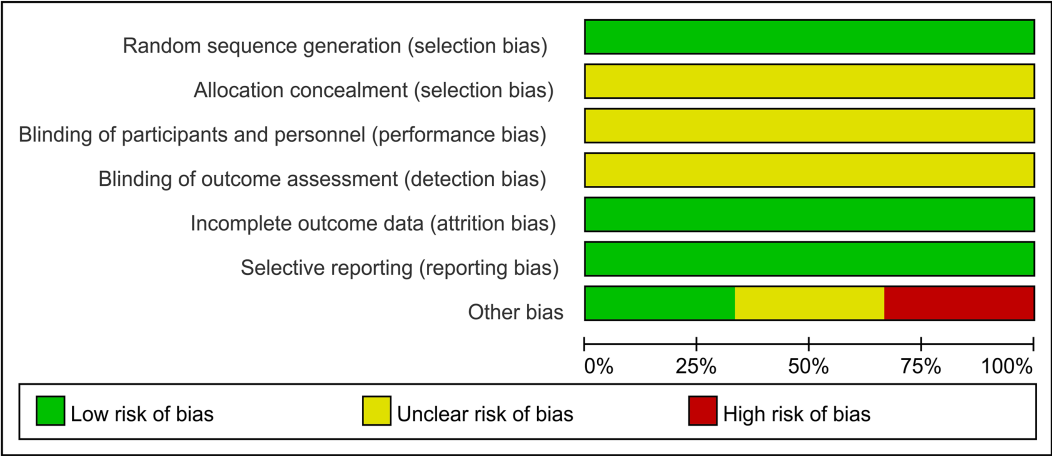


Figure 6. esrPICC literature bias risk percentage chart
图 6. esrPICC 文献偏倚风险百分比图

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
刘金闯 2022	+	?	?	?	+	+	?
莫英蕾 2021	+	?	?	?	+	+	+
袁德超 2021	+	?	?	?	+	+	+

Figure 7. Summary of risk of bias in esrPICC literature
图 7. esrPICC 文献偏倚风险总结图

3.3. Meta 分析结果

3.3.1. tPICC 的 Meta 分析

将纳入的 9 篇文献进行分析置管后并发症的发生情况，试验组并发症发生率为 10.18% (46/452)，对照组为 48.68% (221/454)，采用 tPICC 的导管相关并发症发生率明显低于常规 PICC 置管术，Meta 分析结果见图 8。异质性检验结果显示， $I^2 = 0\%$ ， $P = 0.58$ ；异质性小于 50%，所以采用固定效应模型进行 Meta 分析，结果 $OR = 0.08$ ，95% CI: 0.05~0.12，差异具有统计学意义($P < 0.00001$)。由此可以认为 tPICC 可以显著降低导管相关并发症的发生率，置管效果优于 cPICC。

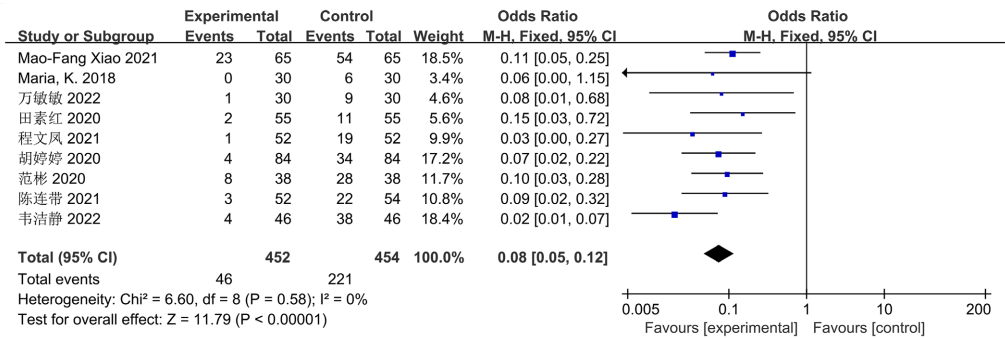


Figure 8. Meta analysis of postoperative complications in tPICC
图 8. tPICC 术后并发症的 Meta 分析

3.3.2. esrPICC 的 Meta 分析

将纳入的 3 篇文献进行分析置管后并发症的发生情况，实验组并发症发生率为 19.2% (24/125)，对照

组为 57.2% (69/121)，采用 esrPICC 后的 PICC 导管相关并发症发生率明显低于常规 PICC 置管术，Meta 分析结果见图 9。异质性检验结果显示， $I^2 = 0\%$ ， $P = 0.97$ ；异质性小于 50%，所以采用固定效应模型进行 Meta 分析，结果 $OR = 0.14$ ，95% CI: 0.07~0.26，差异具有统计学意义($P < 0.00001$)。由此可以认为 esrPICC 可以显著降低导管相关并发症的发生率，置管安全性优于 cPICC。

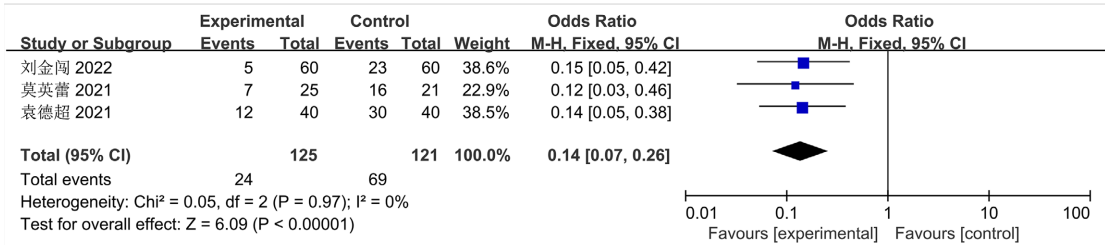


Figure 9. Meta analysis of postoperative complications in esrPICC
图 9. esrPICC 术后并发症的 Meta 分析

3.3.3. 单组率的 Meta 分析

对纳入 tPICC 的研究进行异质性评估， $I^2 = 86\%$ ，异质性大于 50%，所以采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果 Proportion = 0.07 (95% CI: 0.02~0.15)，如图 10；另外，针对其异质性较高的结果($I^2 > 50\%$)，进行逐一剔除的敏感性分析，结果显示，两篇文献是异质性的来源[13][17]，予以排除，其余文献 $I^2 = 0$ ，Proportion = 0.05 (95% CI: 0.03~0.09)，结果依旧稳定。对 esrPICC 的研究进行异质性评估 $I^2 = 80\%$ ，异质性大于 50%，所以采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果 Proportion = 0.21 (95% CI: 0.06~0.36)，如图 11。综合以上分析结果表明 tPICC 降低导管相关并发症的效果优于 esrPICC。

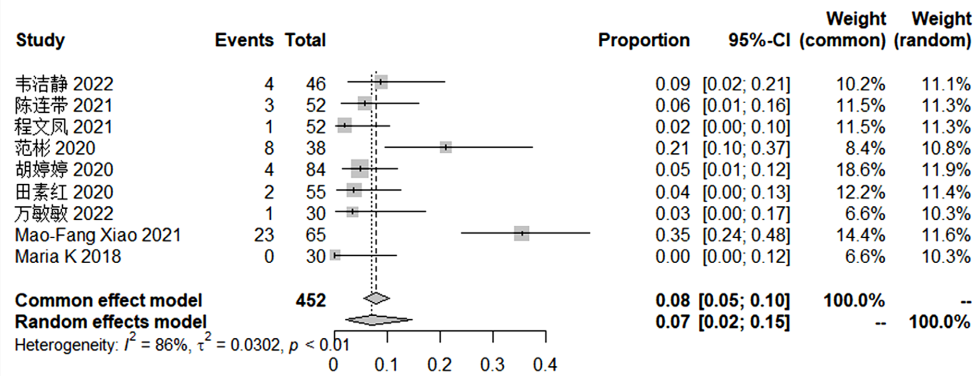


Figure 10. Meta analysis of single group rates of postoperative complications in tPICC
图 10. tPICC 术后并发症的单组率 Meta 分析

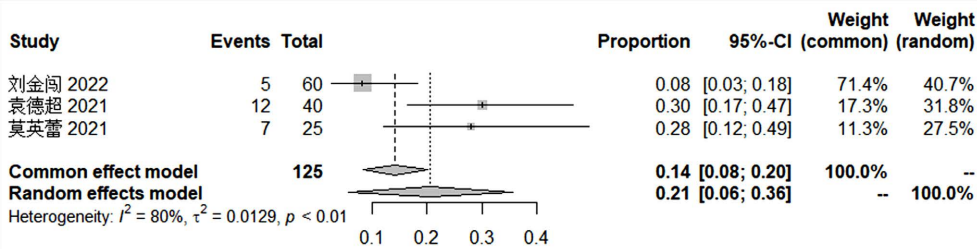


Figure 11. Meta analysis of single group rates of postoperative complications in esrPICC
图 11. esrPICC 术后并发症的单组率 Meta 分析

3.4. 发表偏倚检测

对纳入 9 篇 tPICC 文献和 3 篇 esrPICC 文献进行发表偏倚检验，分别见图 12 和图 13。当各研究不存在明显的发表偏倚或者存在较小的发表偏倚时，呈现漏斗状且左右近似对称分布。为了进一步明确文献是否存在发表偏倚，使用 R 软件进行漏斗图不对称性的线性回归检验，经检验 tPICC 研究 $P = 0.4841$ ，大于 0.05，不存在发表偏倚；esrPICC 研究 $P = 0.1791$ ，大于 0.05，不存在发表偏倚。

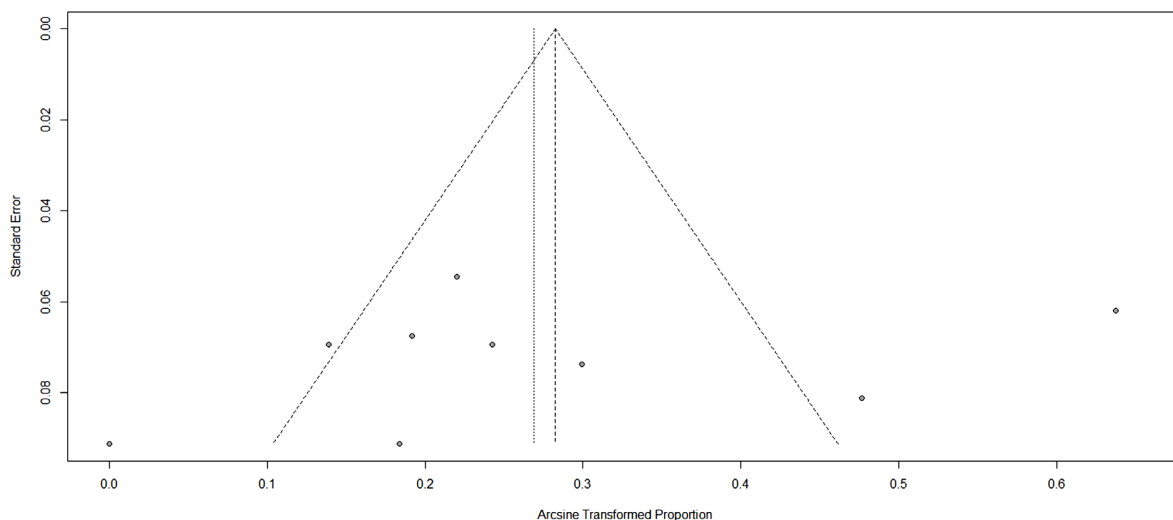


Figure 12. tPICC funnel plot

图 12. tPICC 漏斗图

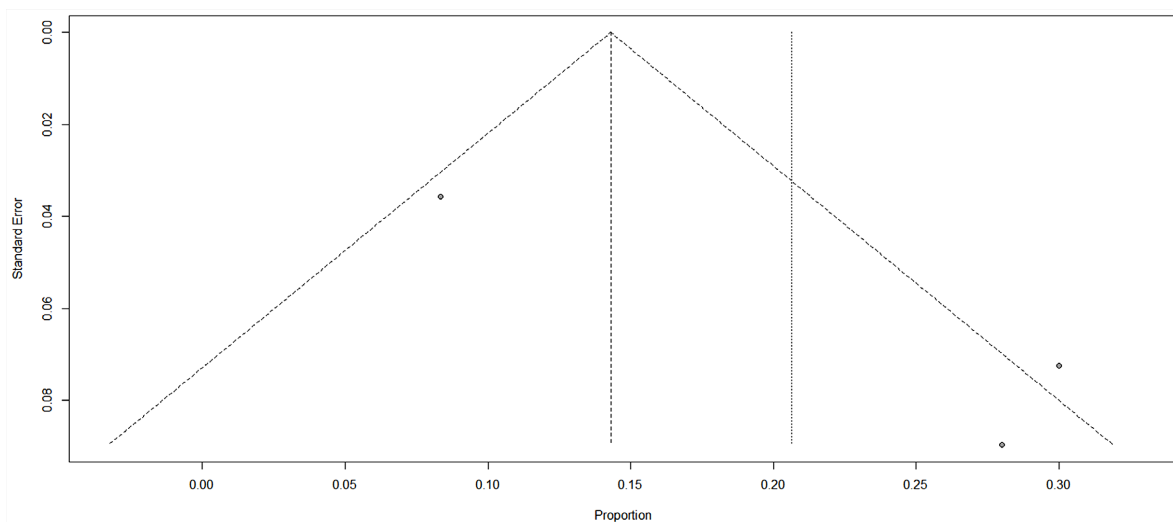


Figure 13. esrPICC funnel plot

图 13. esrPICC 漏斗图

4. 讨论

PICC 为临床上长期静脉注射或化疗常用的辅助手段，不仅减轻刺激性或毒副反应大的药物对静脉血管的损伤刺激，而且留置时间长、舒适度高、适用范围广，不受限于患者年龄、性别、疾病类型等因素。随着 PICC 使用数量的增加，导管相关并发症的认知度和患病率逐渐上升，如何减少并合理预防并发症

的发生成为临床研究的中心问题。为了解决这一难题,国内外医护工作者不断改良医疗设备、改变穿刺部位及改善预后护理等,发现隧道技术在 PICC 中应用的效果较为理想。

隧道 PICC 是外周置入中心静脉导管的一种新技术,是在 cPICC 基础上创建一个皮下隧道将血管穿刺口与导管出口错开形成一道安全屏障,从而降低并发症的高发生率。隧道 PICC 分为 tPICC 和 esrPICC,区别是 tPICC 操作时先在血管穿刺点穿刺送入导管,再选择血管穿刺点远心端 2~5 cm 处作为皮肤穿刺点,用隧道针在两者之间皮下组织潜行创建隧道,此创建过程需要进行两次皮肤穿刺,而 esrPICC 操作时在皮下组织潜行 2~2.5 cm 后穿刺静脉送入导管,此创建过程只需进行一次皮肤穿刺。在皮下组织建立隧道放置导管的可行性已经充分证实后[22]-[24],医学界相继出现大量临床研究,以确定隧道 PICC 在降低并发症发生率的有效性。Dai C 和 Parás-Bravo 等[8] [25]表明隧道技术可提供正确的导管与静脉比例预防血栓形成; [7] [8] [26] [27]证实通过隧道可以实现导管出口远离静脉穿刺口加大微生物沿导管皮肤交界处逆行难度降低感染风险;陈连带和 Maria K 等[11] [18]指出皮下组织对导管的夹裹增加两者之间的摩擦力及在出口处缝扎都对导管起到固定作用,使导管不易滑动,导管移位得到有效控制。

本 meta 分析结果显示 tPICC 组发生并发症的风险为 cPICC 的 0.08 倍, esrPICC 组发生并发症的风险为 cPICC 的 0.14 倍。两种穿刺技术与常规穿刺技术相比,均可显著降低并发症的发生风险。然而,对于置管患者选择哪种隧道技术还存在争议,因此,我们还对 tPICC 和 esrPICC 这两种置管术进行了单组率的 Meta 分析为临床研究置管方式的选择提供参考依据。本 Meta 分析结果显示 tPICC 术后并发症发生率为 7%, esrPICC 术后并发症发生率为 21%,表明 tPICC 较 esrPICC 在降低导管相关并发症发生率方面更为突出。分析原因可能如下: esrPICC 在是由 Matthew 等[28]在 2017 年首次提出,发展历程较短,置管深度、患者皮下组织厚度、麻醉部位及面积等方面还存在疑虑和争议,暂无统一的操作标准加大穿刺难度; esrPICC 使用的穿刺针并不是专门的穿刺工具,只能创建 5 cm 以内的皮下隧道,在皮下延伸时可能会对血管壁造成额外损伤,增加置管患者的疼痛,甚至导致意外出血,对置管操作人员的要求更为严格;而 tPICC 的潜行距离有特制隧道创建设备[29] [30],操作人员可以根据皮下隧道的长度选择合适的工具,比如特制导管鞘外层可撕裂剥离、近端易使导管进入管道腔体,操作人员还可以通过调整穿刺角度避免损伤穿刺血管[9]。所以 tPICC 相较于 esrPICC 在降低并发症发生率方面具有显著效果。然而, tPICC 在创建隧道时需要进行两次穿刺,加大出血量,增加患者痛苦,而 esrPICC 只需进行一次穿刺,一定程度上减轻患者的疼痛感。因此,需要根据患者实际情况综合考虑这两种隧道技术的优势与不足,为临床置管决策提供可借鉴的理论依据。

目前有关隧道技术的随机对照研究的数量较少,还缺少 tPICC 与 esrPICC 随机对照试验研究,所以本 Meta 分析的研究结果仍存在一定的局限性,若想得到较好的临床证据,还需要设计良好的随机对照临床研究。

综上所述,隧道和皮下延伸穿刺技术在经外周静脉置入中心血管通路中均可显著降低 PICC 导管相关并发症的发生率,且 tPICC 的效果优于 esrPICC。基于本 Meta 分析存在的局限性,本研究结果仍需高质量、大样本的随机对照研究来证实,为临床置管术的选择工作提供一定的指导。

参考文献

- [1] Kwon, Y., Kim, E.T., Cho, S.B., Lee, J.H. and Shim, D.J. (2022) Subcutaneous Tunnelling versus Conventional Insertion of Peripherally Inserted Central Catheters in Hospitalized Patients (TUNNEL-PICC): A Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Trials*, 23, Article No. 781. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06682-2>
- [2] Chopra, V., Anand, S., Hickner, A., Buist, M., Rogers, M.A., Saint, S., et al. (2013) Risk of Venous Thromboembolism Associated with Peripherally Inserted Central Catheters: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Lancet*, 382, 311-325. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60592-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60592-9)
- [3] 李乾, 赵欣, 张晓维, 等. 国内成人肿瘤患者 PICC 相关性血栓发生率的 Meta 分析[J]. 中华护理杂志, 2022, 57(3):

- 348-355.
- [4] Zarkesh, M.R. and Haghighi, M. (2022) Neonatal Cardiac Tamponade, a Life-Threatening Complication Secondary to Peripherally Inserted Central Catheter: A Case Report. *Journal of Medical Case Reports*, **16**, Article No. 305. <https://doi.org/10.1186/s13256-022-03506-4>
 - [5] Curto-García, N., García-Suárez, J., Callejas Chavarria, M., Gil Fernández, J.J., Martín Guerrero, Y., Magro Mazo, E., et al. (2015) A Team-Based Multidisciplinary Approach to Managing Peripherally Inserted Central Catheter Complications in High-Risk Haematological Patients: A Prospective Study. *Supportive Care in Cancer*, **24**, 93-101. <https://doi.org/10.1007/s00520-015-2754-1>
 - [6] Yin, Y., Wang, L., Cao, M. and Zhang, H. (2019) Clinical Application Analysis of Tunneled-PICC. *Advances in Surgical Sciences*, **7**, 5-8. <https://doi.org/10.11648/j.ass.20190701.12>
 - [7] Kim, I.J., Shim, D.J., Lee, J.H., Kim, E.T., Byeon, J.H., Lee, H.J., et al. (2018) Impact of Subcutaneous Tunnels on Peripherally Inserted Catheter Placement: A Multicenter Retrospective Study. *European Radiology*, **29**, 2716-2723. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5917-x>
 - [8] Dai, C., Li, J., Li, Q., Guo, X., Fan, Y. and Qin, H. (2019) Effect of Tunneled and Nontunneled Peripherally Inserted Central Catheter Placement: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Vascular Access*, **21**, 511-519. <https://doi.org/10.1177/1129729819888120>
 - [9] Elli, S., Abbruzzese, C., Cannizzo, L., Vimercati, S., Vanini, S. and Lucchini, A. (2017) "Extended Subcutaneous Route" Technique: A Quick Subcutaneous Tunnelling Technique for PICC Insertion. *The Journal of Vascular Access*, **18**, 269-272. <https://doi.org/10.5301/jva.5000647>
 - [10] 韦洁静, 李周伟, 卢婷, 等. 两针式皮下隧道法在 PICC 置管病人中的临床应用效果[J]. 全科护理, 2022, 20(12): 1599-1602.
 - [11] 陈连带, 李燕娥, 黄红友. 隧道式 PICC 在肿瘤晚期患者置管中的应用效果观察[J]. 当代护士(下旬刊), 2021, 28(10): 104-107.
 - [12] 程文凤, 谷小燕, 易然. 双隧道技术经颈内静脉留置 PICC 导管在外周血管通路困难患者中的应用[J]. 护士进修杂志, 2021, 36(8): 758-761.
 - [13] 范彬, 黄芬, 梅孟雪. 隧道式 PICC 置管与传统 PICC 置管的对照研究[J]. 中国现代医生, 2020, 58(27): 166-169.
 - [14] 胡婷婷, 谷小燕, 杨金芳, 等. 隧道式经股静脉留置 PICC 在上腔静脉综合征病人中的应用[J]. 护理研究, 2020, 34(17): 3148-3152.
 - [15] 田素红. 经颈内静脉隧道式 PICC 置管在临床护理中的应用效果分析[J]. 系统医学, 2020, 5(15): 159-161.
 - [16] 万敏敏, 刘红梅, 张和梅, 等. 经腋静脉置入隧道式 PICC 的临床实践[J]. 重庆医学, 2022, 51(S1): 428-429.
 - [17] Xiao, M., Xiao, C., Li, J., Dai, C., Fan, Y., Cao, H., et al. (2021) Subcutaneous Tunneling Technique to Improve Outcomes for Patients Undergoing Chemotherapy with Peripherally Inserted Central Catheters: A Randomized Controlled Trial. *Journal of International Medical Research*, **49**, 3000605211004517. <https://doi.org/10.1177/03000605211004517>
 - [18] Maria, K., Theodoros, K., Maria, B., Panagiotis, K., Emmanouil, S. and Evangelos, K.A. (2019) Implementation of Tunneled versus Not Tunneled Peripherally Inserted Central Catheters. *Journal of Vascular Nursing*, **37**, 132-134. <https://doi.org/10.1016/j.jvn.2018.11.007>
 - [19] 刘金闯. Seldinger 穿刺技术与一针式皮下隧道法在经外周静脉置入中心静脉导管置管患者中的应用效果比较[J]. 微创医学, 2022, 17(3): 369-371.
 - [20] 袁德超, 钟锋, 王婷婷. 隧道式 PICC 置管临床护理效果观察[J]. 齐鲁护理杂志, 2021, 27(24): 89-91.
 - [21] 莫英蕾, 陈芸梅, 叶扬, 等. 一针式皮下隧道法结合 Sherlock 3CG 在 PICC 置管中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(30): 187-191.
 - [22] Randolph, A.G., Cook, D.J., Gonzales, C.A. and Brun-Buisson, C. (1998) Tunneling Short-Term Central Venous Catheters to Prevent Catheter-Related Infection: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Critical Care Medicine*, **26**, 1452-1457. <https://doi.org/10.1097/00003246-199808000-00038>
 - [23] Timsit, J. (1996) Effect of Subcutaneous Tunneling on Internal Jugular Catheter-Related Sepsis in Critically Ill Patients. *JAMA*, **276**, 1416-1420. <https://doi.org/10.1001/jama.1996.03540170060033>
 - [24] Timsit, J. (1999) Use of Tunneled Femoral Catheters to Prevent Catheter-Related Infection: A Randomized, Controlled Trial. *Annals of Internal Medicine*, **130**, 729-735. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-130-9-199905040-00004>
 - [25] Parás-Bravo, P., Paz-Zulueta, M., Santibañez, M., Fernández-de-las-Peñas, C., Herrero-Montes, M., Caso-Álvarez, V., et al. (2017) Living with a Peripherally Inserted Central Catheter: The Perspective of Cancer Outpatients—A Qualitative Study. *Supportive Care in Cancer*, **26**, 441-449. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3815-4>
 - [26] Abdullah, B.J.J., et al. (2017) Tunnelled Peripherally Inserted Central Catheter—How We Do Them. *Journal of Health*

-
- and Translational Medicine*, **20**, 8-12. <https://doi.org/10.22452/jummec.vol20no2.2>
- [27] Nahum, E., Levy, I., Katz, J., Samra, Z., Ashkenazi, S., Ben-Ari, J., *et al.* (2002) Efficacy of Subcutaneous Tunneling for Prevention of Bacterial Colonization of Femoral Central Venous Catheters in Critically Ill Children. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, **21**, 1000-1004. <https://doi.org/10.1097/00006454-200211000-00005>
- [28] Ostroff, M.D. and Moureau, N.L. (2017) Report of Modification for Peripherally Inserted Central Catheter Placement. *Journal of Infusion Nursing*, **40**, 232-237. <https://doi.org/10.1097/nan.000000000000228>
- [29] 支树迪, 刘光, 韩真真, 等. 隧道式经外周静脉置入中心静脉导管的临床应用及现状[J]. 医疗装备, 2020, 33(5): 202-204.
- [30] Pittiruiti, M. and Scopettuoio, G. (2017) The GAVeCeLT Manual of PICC and Midline: Indication, Impianto, Gestione. 2nd Edition, Edra, 159-194.