

皮下隧道穿刺技术在经外周静脉置入中心血管通路中的研究进展

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: 2025年2月17日; 录用日期: 2025年3月9日; 发布日期: 2025年3月17日

摘要

皮下隧道穿刺技术可显著降低PICC相关并发症的发生率, 此项技术在国外已得到广泛应用。皮下延伸穿刺技术通过穿刺针在皮下延伸一段距离后进入血管, 然后按照常规置管法置入PICC导管, 是近几年新兴的一种穿刺技术。尽管上述两种技术均已有临床报道, 但对两种穿刺技术的优劣以及临床有效性和安全性比较的文章未见报道。因此, 有必要对两种置管术的操作和临床研究成果进行综述, 以促进国内术语、操作的规范性, 推动相关研究的实施, 为临床置管方式的合理选择提供参考。

关键词

PICC, 皮下隧道, 延伸穿刺

Research Progress of Subcutaneous Tunnel Puncture Technique in Central Vascular Access via Peripheral Vein

Lin Zhao¹, Kunshan Yuan¹, Tianheng Lu¹, Haijun Zhang^{1,2*}

¹National and Local Joint Engineering Laboratory of Biomedical Material Modification, Dezhou Shandong

²Interventional Vascular Research Institute, School of Medicine, Tongji University, Shanghai

Received: Feb. 17th, 2025; accepted: Mar. 9th, 2025; published: Mar. 17th, 2025

Abstract

Subcutaneous tunnel puncture can significantly reduce the incidence of complications related to PICC.

*通讯作者。

文章引用: 赵琳, 袁坤山, 卢天恒, 张海军. 皮下隧道穿刺技术在经外周静脉置入中心血管通路中的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 1415-1422. DOI: 10.12677/acm.2025.153757

This technique has been widely used abroad. Subcutaneous extension puncture technique is a new puncture technique in recent years, in which the puncture needle is extended subcutaneously for a certain distance to enter the blood vessel, and then the PICC catheter is inserted according to the conventional catheterization method. Although the above two techniques have been reported clinically, there are no reports on the advantages and disadvantages of the two puncture techniques and the comparison of their clinical efficacy and safety. Therefore, it is necessary to review the operation and clinical research results of the two kinds of catheterization, so as to promote the standardization of domestic terminology and operation, promote the implementation of relevant research, and provide a reference for the rational selection of clinical catheterization methods.

Keywords

PICC, Subcutaneous Tunnel, Extended Puncture

Copyright © 2025 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

目前, 经外周静脉置入中心静脉导管(peripherally inserted central catheters, PICC)在临床上广泛应用, 但与其相关的感染、血栓、静脉炎及导管移位等并发症的发生率高达 27.62% [1]-[4]。并发症的发生给患者带来额外的痛苦和经济负担, 同时增加医护人员的工作量, 甚至血栓等并发症可引起血管堵塞, 严重者导致死亡。

为降低导管相关并发症的发生率, 医护人员不断对导管穿刺技术进行改进。1953 年, Seldinger 创立了经皮血管穿刺技术, 结束了介入操作需进行血管切开的历史。1974 年, Driscoll 对 Seldinger 技术进行改良, 以不带针芯的穿刺针直接经皮穿刺血管, 且不再穿透血管后壁, 有效降低了血肿等并发症的发生率。随着超声技术的发展, 经皮血管穿刺技术由盲穿发展为超声引导下穿刺, 显著提高了穿刺成功率。多普勒心电图导联一体机将超声与心电图定位技术结合, 实现了精准的可视化操作和定位, 是目前较为先进的置管技术。尽管穿刺技术与器械得到较大发展, 但仍未解决导管相关并发症发生率较高的问题。

皮下隧道穿刺技术是一种将穿刺点与导管出口分离的技术。1973 年, Broviac 开创皮下隧道技术, 1979 年后, Pittiruti [5] [6]等开始逐渐改进并完善此项技术; 2001 年, Selby 等[7]首次在上臂经皮下隧道放置外周中心静脉导管, 证实其在经上臂皮下隧道置入 PICC 的可行性。此后在国外得到广泛应用。研究证明皮下隧道技术可有效降低血栓、感染、移位等并发症的发生率[8]-[10]。2017 年, Ostroff [11]报道了一种皮下延伸穿刺技术, 并证明其安全有效性。此后, 国外 Elli 等[12]及国内王艾君等[13]又对此项技术进行报道, 表明延伸穿刺术是一种低风险可行的 PICC 置管术, 特别是应用于出血、感染风险高的患者。但目前仍缺乏两种技术进行比较的临床证据, 因此本文对两种穿刺技术的操作及临床成果进行综述, 旨在为操作、术语规范性, 进一步开展临床研究, 指导临床合理选择穿刺技术提供参考依据。

2. 皮下隧道穿刺技术

PICC Zone Insertion Method (ZIM): 一种确定上臂 PICC 理想插入位置的系统方法, 如图 1 所示[14], 根据 ZIM 分区法分为红、绿和黄 3 个相等的区域, 靠近肘部为红色区域, 此区域静脉细且多变, 不利于导管的穿刺; 肘部关节、肌肉运动不利于导管固定, 此处是移位、脱管及感染等并发症风险发生最大的

部位。中间为绿色区域，此处皮肤表面毛发最少，静脉粗且规律，不易受肘部关节、肌肉收缩等影响，表皮和肌肉特征对导管起到了很好的固定作用，称为“理想区”；靠近腋窝段为黄色区域，此处静脉最粗、血流速度最快，但是毛发多、易出汗，如果直接在此处穿刺感染风险极大[15]。因此，穿刺点设在黄色区域，出口设在绿色区域为最理想的置管方式。皮下隧道和延伸穿刺技术均可通过一段皮下隧道实现上述操作。

2.1. 皮下隧道穿刺技术操作

目前临床上应用较为广泛的为皮下隧道穿刺技术(tPICC)。根据操作方式的不同又可分为顺行 tPICC 和逆行 tPICC。具体操作如下：

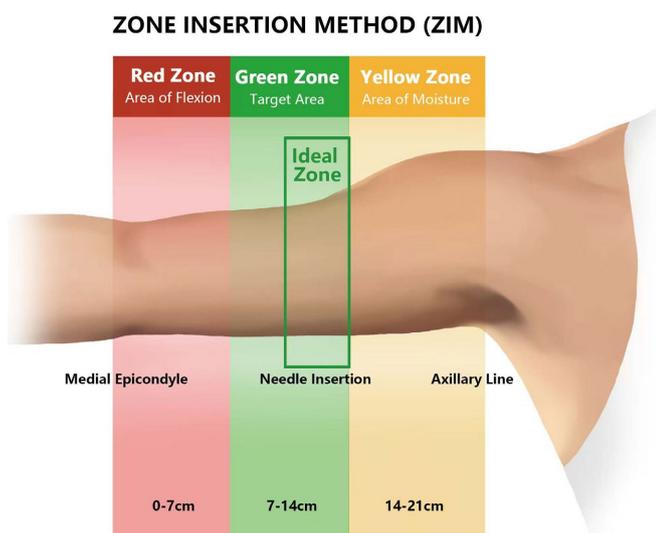


Figure 1. ZIM partition allocation method [14]

图 1. ZIM 分区法[14]

顺行 tPICC 是导管先从出口位置传入到穿刺点，然后通过导管鞘进入血管到达预期位置的一种隧道 PICC，示意图如图 2 所示，具体操作如下：① 根据 ZIM 区域在手臂上肘划分红、绿和黄色区域并选择合适的穿刺及出口部位，做好标记[8][16]；② 按照无菌原则 75%酒精棉球和碘伏各消毒三次以建立最大无菌屏障；③ 在超声引导下对隧道皮下组织检测并穿刺，见回血后插入导管，使用 2%利多卡因局部麻醉[17]；④ 持扩皮刀在穿刺口向外扩皮 3~4 mm，使用套管针将导管从出口位置拖至穿刺点；⑤ 在穿刺点放置导管鞘，让导管沿着导管鞘进入血管，待导管置入预期长度且心电图确定最佳位置后退出或撕裂导管鞘。⑥ 修剪导管至合适长度，在导管出口与穿刺口处局部消毒并覆盖纱布。

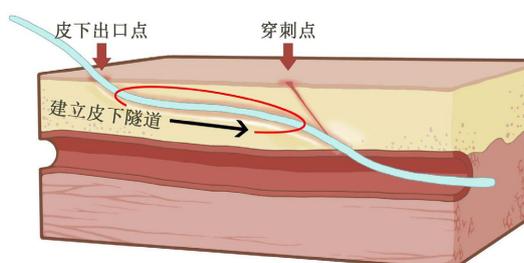


Figure 2. Antegrade tPICC

图 2. 顺行 tPICC

逆行 tPICC 是导管首先从穿刺点沿着导管鞘进入血管到达预期位置，再从穿刺点逆行隧道到达出口位置的一种隧道 PICC，示意图如图 3 所示，具体操作步骤如下：①②③ 操作与顺行隧道步骤一致；④ 持扩皮刀在穿刺点及导管出口两处分别向外扩皮 3~4 mm [16]；⑤ 在穿刺点放置导管鞘，让导管沿着导管鞘进入血管，待导管置入预期长度且心电图确定最佳位置后退出或撕裂导管鞘；使用隧道针在穿刺口穿入沿隧道从导管出口穿出，同时针尖处连接导管将其牵引至出口[18]-[21]；⑥ 此时修剪导管长度与覆盖纱布处理均与顺行 tPICC 操作一致。

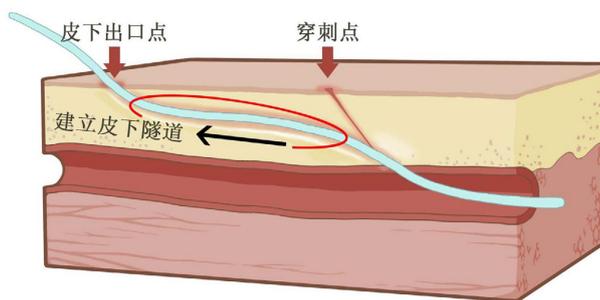


Figure 3. Retrograde PICC
图 3. 逆行 tPICC

2.2. 皮下延伸穿刺技术操作

皮下延伸穿刺技术(ePICC)因其穿刺难度大、穿刺技术要求高在临床并未得到广泛应用。皮下延伸穿刺技术在穿刺时，将穿刺角度缩小，使穿刺针在皮下延伸一段距离后刺入目标静脉，但因受穿刺针长度与角度等影响，皮下路径长度多在 5 cm 以内，示意图如图 4 所示。皮下延伸穿刺技术具体操作如下：

首先确定皮肤穿刺点和静脉穿刺点的位置，并做好标记，允许两者之间的最大距离为 5 cm (切记隧道长度至少要比穿刺针短 2.5 cm)，此段距离即皮下爬行距离[13]；常规消毒处理建立最大无菌屏障，使用 1%利多卡因对穿刺针皮下走行路径进行局部麻醉；在超声引导下，穿刺针先以 5° ~ 10° 的角度从皮肤穿刺口穿入，到达静脉穿刺点后稍抬高穿刺针角度穿刺入血管[22]，之后按照常规 PICC 步骤操作。

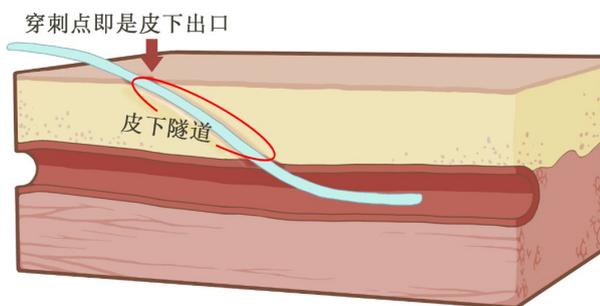


Figure 4. ePICC
图 4. ePICC

ePICC 操作时需综合考虑置管深度、患者皮下组织厚度及穿刺针长度等因素，目前尚无统一的操作标准。受限于穿刺针长度，其皮肤穿刺点只能移动到目标静脉穿刺点较近位置(<5 cm)，因此此技术适应症有限，如操作人员技术掌握不熟练、所需隧道长度大于 5 cm 以及剥离鞘太短等均无法应用此项技术，但可在新生儿、儿童或需要短隧道 PICC 的患者中得到有效应用[12]。

3. 两种穿刺技术国内外临床研究成果

Table 1. Clinical results of subcutaneous tunnel catheterization
表 1. 皮下隧道置管术临床成果

作者	发表年份	研究方法	病例数(例)	PICC 相关并发症发生率	
				tPICC	cPICC
Noailly Charny 等	2018	观察研究	395	血栓发生率: 1.5%	血栓发生率: 10.2%
Maria 等	2018	随机对照	60	因感染移除装置率: 0; 术后 24 h 出血率: 0	因感染移除装置率 3.3%; 术后 24 h 出口处出血率: 16.7%
Kim 等	2019	观察研究	611	血流感染发生率: 2.6%	血流感染发生率: 9.1%
Nourzaie 等	2020	观察研究	161	早期并发症发生率: 8.8%; 意外拔管率: 5.5%; 导管相关血流感染: 1.1%; 导管堵塞: 2.2%	/
Oulego-Erroz 等	2021	观察研究	1	并发症发生率: 0	/
Xiao 等	2021	随机对照	130	导管移位: 3.1%; 血栓: 3.2%; 渗血: 14.1%; 非计划性拔管: 3.1%	导管移位: 15.4%; 血栓: 15.4%; 渗血: 27.7%; 非计划性拔管: 13.8%
Giustivi 等	2021	观察研究	165	血流感染率: 1.2%; 脱位发生率: 5.45%	/
刘敬芹等	2022	观察研究	60	并发症发生率: 3.33% (血栓: 3.33%)	并发症发生率: 20% (感染: 10%, 移位或脱管: 6.67%, 血栓: 3.33%)
杨婉仪等	2022	观察研究	162	渗血率: 33.75% (少量渗血: 31.25%, 中量渗血: 2.5%, 大量渗血: 0%)	渗血率: 71.95% (少量渗血: 56.1%, 中量渗血: 14.63%, 大量渗血: 1.22%)
谢荣萍等	2022	观察研究	90	总并发症发生率: 2.22% (导管堵塞率: 0, 导管移位率: 2.22%, 导管相关性感染: 0, 血栓: 0)	总并发症发生率: 17.78% (导管堵塞率: 2.22%, 导管移位率: 2.22%, 导管相关性感染: 2.22%, 血栓: 11.11%)

皮下隧道和延伸穿刺技术均可通过一段皮下隧道将导管出口位置和穿刺点分离, 增加了导管出口与穿刺点的选择范围, 为患者提供更加安全的静脉通路。因此, 有必要对临床研究成果进行综述, 用以判断和比较两种技术的优劣。

3.1. 皮下隧道置管术临床研究成果

表 1 的临床研究结果表明, tPICC 可显著降低 PICC 相关并发症的发生率。其中, Maria 等[23]、Xiao 等[24]及杨婉仪等[16]报道了置管后出血率分别降低了 16.7%、13.6%和 38.2%, 主要原因是皮下隧道将导管出口引至上臂中段的绿色区域, 不仅避免了在穿刺口反复穿刺的风险, 而且使出口处不易受手臂牵拉

影响, 肘部及肌肉收缩给予针眼处压力, 从而减少出口处渗血情况[25]。

Maria 等、Kim 等、Nourzaie 等、Giustivi 等、刘敬芹等及谢荣萍等都表明皮下隧道的建立可以降低血流感染的发生率, 其中 Maria 等[23]、Kim 等[26]、刘敬芹等[18]及谢荣萍等[27]报道了血流感染率分别降低了 3.3%、6.5%、10%和 2.22%; Nourzaie 等[28]和 Oulego-Eroz 等[29]还报道了隧道 PICC 即使应用于无法接受经外周静脉导管的新生儿和小婴儿身上, 也可以降低感染等并发症的发生率。对于传统置管方式, 细菌可在穿刺口沿着导管直接进入患者体内引起导管相关性感染, 皮下隧道建立后, 增加了细菌等微生物逆行的难度甚至阻滞其从皮肤进入深层静脉[17], 感染相关并发症的发生率由此降低。

Noailly Charny 等、Xiao 等、刘敬芹等及谢荣萍等表明, 皮下隧道 PICC 可以降低血栓发生率, 刘敬芹等还表明, 其在降低导管移位和导管堵塞率方面具有显著成效。Noailly Charny 等[30]报道了血栓发生率降低了 8.7%, Xiao 等[25]报道了导管移位率与血栓发生率分别降低了 12.3%和 12.2%, 刘敬芹等[18]报道了导管移位或脱管率降低了 6.67%, 谢荣萍等[27]报道了导管堵塞率和血栓形成率分别降低了 2.22%和 11.11%。将导管引至上臂中段的绿色区域允许插入尺寸更大的导管以保证合适的导管静脉比, 避免了血栓形成; 由于导管出口与穿刺口分开, 中间形成一段皮下隧道对导管具有夹裹作用, 增加了导管与皮下组织的摩擦力, 从而固定导管使其不易移位[31], 导管堵塞率也会因导管位置的稳固而降低。

3.2. 延伸穿刺置管术临床研究成果

表 2 的临床结果表明, 皮下延伸穿刺置管术也可以减少 PICC 导管相关并发症的发生。Elli 等[12]在观察的 18 例患者中只出现一例老年患者在谵妄发作期间意外拔管的情况, 并没有发现其他并发症。山东大学齐鲁医院化疗科王艾君等[13]及中山大学附属第一医院静脉治疗专科莫英蕾等[22]报道了延伸穿刺置管术将导管移位率分别降低了 3.91%和 10%, 将导管堵塞率分别降低了 1.72%和 1%, 其原因也是由于延伸穿刺的 2~4 cm 的皮下组织对导管的夹裹稳固作用, 减少了导管移动, 降低了导管移位率, 导管堵塞率也因此降低。

Table 2. Clinical results of extended puncture catheterization

表 2. 延伸穿刺置管术临床成果

作者	发表年份	研究方法	病例数(例)	PICC 相关并发症	
				ePICC	cPICC
Elli 等	2017	观察研究	18	意外移管率: 5.5% (1 名老年患者); 并发症发生率: 0	/
朱姮	2017	观察研究	50	出血量: (1.48 ± 1.04) g	出血量: (2.89 ± 1.24) g
王艾君等	2019	观察研究	963	导管移位率: 1.62%; 导管堵塞率: 0.81%	导管移位率: 5.53%; 导管堵塞率: 2.53%
莫英蕾等	2021	随机对照	46	导管移位率: 4%; 堵塞率: 0, 渗血率: 12%; 瘀斑: 12%	导管移位率: 14%; 堵塞率: 1%; 渗血率: 23.8%; 瘀斑: 23.8%

另外, 莫英蕾和朱姮表明, 延伸穿刺在降低出血和瘀斑方面具有显著的效果, 莫英蕾等[22]报道了使用延伸穿刺技术后渗血率和瘀斑率都降低了 11.8%。朱姮[32]明确表述穿刺针在皮下组织潜行 2~4 cm 后再进入血管, 使血管穿刺口和针眼相隔一段距离, 这样皮下组织就会对针眼起到压缩作用, 不仅减少出血及渗血量促进伤口愈合[21], 而且还加大细菌等微生物逆行的难度, 降低感染风险。

4. 建议与展望

隧道技术在国内外广泛应用于中心静脉置管。通过分析近年来的临床研究,表明 PICC 导管采用隧道技术置入可减少导管相关并发症。与常规 PICC 置管术相比,它增加了隧道建立的过程,但可以提高置管成功率,有效解决 PICC 静脉置管困难患者的问题,延长导管留置时间,值得在临床推广使用。延伸穿刺技术作为一种在 PICC 置管中的创新方法之一,具有其独特的优点,可以降低置管后相关并发症的发生率,如渗血、机械性静脉炎、导管脱出、导管移位及导管堵塞等,减少穿刺次数和损伤,操作流程相对较少,降低了患者的疼痛感,此外,该技术不需要额外的金属隧道针等套件,节省了患者的经济负担。但是此技术对患者的血管条件具有一定的要求,如走行清晰、无严重解剖变异等,且穿刺针在皮下延伸时会增加对神经血管的损伤,需要在皮下潜行一段小于 5 cm 的距离后再进入血管,增加了操作的难度和复杂性,增加了穿刺时间,需要医护人员具备较高的操作技能和经验。因此,其可能在留置时间较短、尖端位置要求不高的中线导管中具有应用前景。

综上所述,皮下隧道置管术适用于长期静脉治疗、血管条件差、外周静脉狭窄或硬化、需要高稳定性导管的患者,可以根据患者的血管条件和身体因素、操作因素选择顺行或逆行 tPICC,隧道长度可根据需要任意调节,穿刺难度低、成功率高;而在成本方面,前期需要准备隧道创建工具等特殊器械,可能增加一定的材料成本,但此置管方法能有效降低导管相关渗血、感染、血栓、降低导管移位和导管堵塞率等并发症的发生,减少非计划维护次数,降低导管维护成本和患者的医疗支出,导管保留时间长,降低反复置管的总成本,总体效益较高。皮下延伸穿刺技术适用于治疗周期较短、血管条件较好的患者,对操作者有较高的技术和经验要求,操作的难度大且复杂,在成本方面由于渗血、导管移位等并发症的发生率高,需频繁更换敷料或重新置管,增加整体费用。

经综述发现目前临床上尚无两种穿刺技术进行比较的随机对照研究,因此尚无法明确哪种穿刺技术在 PICC 置管中的效果更为理想。因此,为进一步的探索和研究,积累更多的临床经验,迫切需要此类研究评估和比较这两种置管术的临床效果,总结临床操作指南以解决术语、操作不规范问题,促进经外周置入中心静脉血管通路的发展。随着医疗技术的不断进步,隧道式 PICC 技术也将不断创新与发展。未来可能会出现更多的新型隧道技术,进一步提高置管的准确性和安全性。

参考文献

- [1] 张燕超. 康复科 PICC 留置患者常见并发症的原因分析及对策[J]. 中国老年保健医学, 2022, 20(3): 7-8.
- [2] Yin, Y., Wang, L., Cao, M. and Zhang, H. (2019) Clinical Application Analysis of Tunneled-PICC. *Advances in Surgical Sciences*, 7, Article No. 5.
- [3] 唐锦梅. 恶性肿瘤患者 PICC 置管的并发症原因及护理分析[J]. 中国现代医生, 2019, 57(4): 135-137.
- [4] 杨萌, 杨方英. 脑肿瘤患者 PICC 置管后发生静脉炎的影响因素分析及处理对策[J]. 中国现代医生, 2018, 56(19): 89-92.
- [5] Pittiruti, M. (2015) A GAVeCeLT Project: The Development of a Consensus on Indications, Insertion and Management of PICCs in Home Care. *Journal of the Association for Vascular Access*, 20, 240. <https://doi.org/10.1016/j.java.2015.10.014>
- [6] Saijo, F., Odaka, Y., Mutoh, M., Katayose, Y. and Tokumura, H. (2018) A Novel Technique of Axillary Vein Puncture Involving Peripherally Inserted Central Venous Catheters for a Small Basilic Vein. *The Journal of Vascular Access*, 19, 311-315. <https://doi.org/10.1177/1129729818757974>
- [7] Selby, J., Cohn, G. and Koenig, J.B. (2001) Peripherally Inserted Tunnelled Catheters: A New Option for Venous Access. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 10, 231-234. <https://doi.org/10.1080/136457001753334521>
- [8] Giustivi, D., Gidaro, A., Baroni, M. and Paglia, S. (2021) Tunneling Technique of PICCs and Midline Catheters. *The Journal of Vascular Access*, 23, 610-614. <https://doi.org/10.1177/11297298211002579>
- [9] Yamamoto, K., Tanikake, M., Arimoto, H., Utsunomiya, K., Narabayashi, I. and Narumi, Y. (2008) Scheme for Creating a Subcutaneous Tunnel to Place an Indwelling Implantable Central Venous Access System in the Forearm. *CardioVascular*

- and Interventional Radiology*, **31**, 1215-1218. <https://doi.org/10.1007/s00270-008-9370-0>
- [10] Timsit, J. (1996) Effect of Subcutaneous Tunneling on Internal Jugular Catheter-Related Sepsis in Critically Ill Patients. *Journal of the American Medical Association*, **276**, Article 1416. <https://doi.org/10.1001/jama.1996.03540170060033>
- [11] 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.0000000000000228>
- [12] Elli, S., Abbruzzese, C., Cannizzo, L., Vimercati, S., Vanini, S. and Lucchini, A. (2017) "Extended Subcutaneous Route" Technique: A Quick Subcutaneous Tunneling Technique for PICC Insertion. *The Journal of Vascular Access*, **18**, 269-272. <https://doi.org/10.5301/jva.5000647>
- [13] 王艾君, 郑杏, 许小芬, 等. 一针式皮下隧道法在经外周穿刺中心静脉置管中的应用[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(11): 1707-1711.
- [14] Dawson, R.B. (2011) PICC Zone Insertion Method (ZIM): A Systematic Approach to Determine the Ideal Insertion Site for PICCs in the Upper Arm. *Journal of the Association for Vascular Access*, **16**, 156-165. <https://doi.org/10.2309/java.16-3-5>
- [15] 尹玉霞, 王鲁宁, 姚秀军, 等. 经外周置入中心静脉导管并发症干预策略研究[J]. 中国医疗器械信息, 2021, 27(19): 36-38+41.
- [16] 杨婉仪, 陈少敏, 黄艳芬, 等. 上臂隧道式经外周静脉置入中心静脉导管的临床应用[J]. 全科护理, 2022, 20(8): 1054-1057.
- [17] 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.
- [18] 刘敬芹, 王洛珍, 马志宁, 等. 隧道技术 PICC 置入在外周血管通路困难患者中的应用与探讨[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2022, 44(3): 229-231.
- [19] 顾锦花, 陈云霞. 隧道式 PICC 的临床应用[J]. 实用临床护理学电子杂志, 2019, 4(46): 11+24.
- [20] 杨晓梅, 夏薇, 赵宁, 等. 隧道式 PICC 在妇科恶性肿瘤患者中的应用[J]. 西北国防医学杂志, 2021, 42(5): 381-383.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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>
- [24] 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**, 1-13. <https://doi.org/10.1177/03000605211004517>
- [25] 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.
- [26] 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>
- [27] 谢荣萍, 周纯, 邹雄鹰. PICC 隧道置管术与改良送鞘置管术在血液科患者中的应用效果比较[J]. 护理实践与研究, 2022, 19(15): 2328-2332.
- [28] Nourzaie, R., Abbas, H., Parthipun, A., Bookkah, S., Ahmed, I., Gkoutzios, P., et al. (2021) Atypical Use of PICC as Centrally Inserted Central Catheter in Infants and Neonates: Report of a 10-Year Experience. *The Journal of Vascular Access*, **24**, 409-415. <https://doi.org/10.1177/11297298211034308>
- [29] Oulego-Erroz, I., López-Blanco, G., Benavent-Torres, R. and Terroba-Seara, S. (2021) Insertion of a Tunnelled Picc through the Brachiocephalic Vein as a Long-Term Venous Access in a Small Infant: Thinking Outside the Box. *Pediatrics & Neonatology*, **62**, 335-336. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.12.005>
- [30] Noailly Charny, P., Bleyzac, N., Ohannessian, R., Aubert, E., Bertrand, Y. and Renard, C. (2018) Increased Risk of Thrombosis Associated with Peripherally Inserted Central Catheters Compared with Conventional Central Venous Catheters in Children with Leukemia. *The Journal of Pediatrics*, **198**, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.03.026>
- [31] 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.
- [32] 朱姮. 皮下隧道法减少赛丁格 PICC 置管术中出血量的研究[J]. 上海医药, 2017, 38(20): 23-25.