

超声引导下颈内静脉穿刺置管在小儿中的应用进展

王 顺^{1,2}, 刘立飞^{1,2*}

¹重庆医科大学附属儿童医院麻醉科, 儿童少年健康与疾病国家临床医学研究中心, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 重庆

²儿童代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年11月11日; 录用日期: 2025年12月5日; 发布日期: 2025年12月11日

摘 要

颈内静脉是小儿常用的中心静脉穿刺血管, 颈内静脉穿刺置管是临床生命支持和循环监测的重要措施, 但小儿由于血管的生理解剖特点, 静脉细小, 颈部短, 操作空间狭窄, 大大增加了穿刺的难度。随着超声可视化技术的发展, 超声引导下的中心静脉穿刺显著提高了穿刺成功率, 减少了并发症的发生率。本文就超声引导颈内静脉穿刺置管在小儿中的研究进展现状进行综述, 重点探讨与比较了改良动态针尖定位技术与实时双平面等新技术的原理与应用, 以期临床麻醉医生掌握相关技术提供参考。

关键词

颈内静脉穿刺置管, 小儿, 超声引导

Application Progress of Ultrasound-Guided Internal Jugular Vein Cannulation in Pediatric Patients

Shun Wang^{1,2}, Lifei Liu^{1,2*}

¹Department of Anesthesiology, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Children and Adolescents' Health and Diseases, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing

²Chongqing Key Laboratory of Pediatric Metabolism and Inflammatory Diseases, Chongqing

Received: November 11, 2025; accepted: December 5, 2025; published: December 11, 2025

*通讯作者。

文章引用: 王顺, 刘立飞. 超声引导下颈内静脉穿刺置管在小儿中的应用进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 1604-1610.

DOI: 10.12677/acm.2025.15123570

Abstract

The internal jugular vein (IJV) is a commonly used site for central venous cannulation in pediatric patients. IJV cannulation serves as a critical measure for clinical life support and hemodynamic monitoring. However, the procedure is technically challenging in children due to their unique physiological and anatomical characteristics, such as small vein diameter, short neck, and limited operating space. With the advancement of ultrasound visualization technology, ultrasound-guided central venous cannulation has significantly improved the success rate and reduced the incidence of complications. This article reviews the current research progress in ultrasound-guided IJV cannulation in pediatric patients, with a particular focus on comparing the principles and applications of novel techniques like the modified dynamic needle tip positioning (MDNTP) and real-time biplane ultrasound guidance, aiming to provide a reference for anesthesiologists to master these relevant techniques.

Keywords

Internal Jugular Vein Cannulation, Pediatric, Ultrasound Guidance

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. 引言

中心静脉导管置入术是围术期血流动力学监测与快速输液管理的黄金标准,其在危重患儿的抢救与重大手术中的重要性不言而喻。相较于成人患者,小儿群体,尤其是新生儿和婴幼儿,因其一系列独特的生理解剖结构特点——如颈部短小、皮下组织疏松、喉结等骨性标志不明显、操作空间极为有限,加之颈内静脉(IJV)管径本身纤细(新生儿常小于 5 mm)且位置易受头位、呼吸等因素影响而多变——使得传统盲穿穿刺法面临巨大挑战,并发症风险显著增高[1]-[3]。因此,在儿科领域,寻求与确立一种能够显著提升首次穿刺成功率、并最大限度降低相关并发症的血管通路建立技术,始终是临床麻醉与重症医学工作者关注的焦点。

超声可视化技术的引入与发展,无疑是这一领域的革命性进步。它通过高频声波将皮下血管及其周围组织的二维或三维结构实时、动态地呈现于屏幕,使穿刺操作从依赖体表标志和经验推断的“盲穿”,转变为在视觉引导下的精准干预。大量前瞻性研究与荟萃分析均已证实,超声引导可直观显示目标血管的形态、内径、走行、与毗邻组织(特别是颈总动脉)的空间关系,以及其对 Valsalva 动作等的反应性,从而实现穿刺路径的预先规划与穿刺过程的实时监控,极大地提升了操作的安全性与有效性[4]-[7]。本文旨在聚焦于小儿这一特殊群体,系统梳理并深入比较改良动态针尖定位(MDNTP)与实时双平面等前沿超声引导技术的原理、应用现状与进展,并详细探讨其在并发症防控中的价值,以期临床麻醉医生及重症医学医师提供更为全面、深入的技术选择理论依据与实践指导。

2. 超声引导下小儿颈内静脉穿刺置管现状

传统依赖颈动脉三角体表标志的定位穿刺法,因其高度依赖于标准的患者体位和相对恒定的解剖关系,在小儿,尤其是解剖结构变异较大的婴幼儿中,表现出极大的不确定性与局限性。这种不确定性直

接导致了穿刺过程中的多次尝试、误伤动脉、血肿形成、血胸、气胸乃至神经损伤等严重医源性并发症的发生率居高不下[2]。究其根源,小儿患者,特别是低体重早产儿,其IJV直径可能不足4 mm,且从皮肤至血管前壁的距离极短(常小于10 mm),穿刺针所需的进针角度极其微小,任何毫米级的偏差都可能导致穿刺失败或穿透血管后壁,甚至伤及深部的胸膜顶。此外,小儿在镇静或麻醉状态下体位不易固定,哭闹、呼吸运动等均会增加血管的移动性,进一步增加了盲穿的难度与风险。

超声实时动态引导技术的出现与普及,为有效克服上述难点提供了理想方案。它通过实时二维图像直接指导穿刺针的进针路径与深度,使得操作者能够“看见”针尖与血管的相对位置,从而实现了从“盲探”到“可视化”的质的飞跃。多项随机对照试验(RCT)证实,超声引导能将小儿IJV穿刺的总体成功率提升至95%以上,首次穿刺成功率提高约50%,并将动脉误穿等主要并发症的发生率降低至2%以下[5]-[7]。自2012年前后美国超声心动图学会与心血管麻醉医师协会(ASE/SCA)等权威机构发布相应指南以来,超声引导已被推荐为成人及儿童中心静脉穿刺的首选方案[8]。该指南强烈建议受过专门培训的临床医生应尽可能在颈内静脉穿刺置管期间使用实时超声引导。尽管该技术在国内外因高端超声设备普及度、购置与维护成本、以及系统化培训资源相对匮乏等因素所限,其临床应用目前仍多集中于大型三级甲等医院及儿童医疗中心,但近年来,随着国产超声设备的性能提升与价格下探,以及各级医疗机构对超声技术在围术期应用重视程度的不断提高,超声引导血管穿刺在儿科麻醉与危重症领域的应用正呈现迅速普及与深化之势,展现出巨大的临床价值与广阔的发展前景。

3. 超声引导下小儿颈内静脉置管的穿刺方法与并发症防控

超声引导下的IJV穿刺技术主要基于探头的摆放方位与成像平面,可分为短轴(平面外)与长轴(平面内)两种基本路径。不同引导技术因其原理差异,在并发症的防控方面各有侧重,其演进本身即是不断追求更高安全性的过程。在此基础上,衍生出结合二者优势的复合技术与代表未来方向的三维实时双平面技术。

3.1. 短轴平面外法及其改良技术

短轴平面外法是最经典和普及的超声引导技术。操作时,将超声探头横置于患者颈部,获得IJV的横截面图像。该视图能同时清晰显示IJV与颈动脉的空间关系,便于初学者快速识别目标血管并进行穿刺,从而从源头上规避了误穿动脉这一严重并发症[8]。对于颈部相对较长、解剖结构更清晰的年长儿童,短轴法能快速提供可靠的穿刺定位。然而,在新生儿和婴儿中,其固有的“切片厚度伪影”问题会被放大。该技术存在固有的“切片厚度伪影”,即超声图像上所见的“针尖”回声可能实为针体,若判断失误易导致血管后壁穿透或误伤动脉,尤其在动静脉重叠率较高的小儿中风险更大[9]。为克服这一局限,谭、刘等医生[10]提出了改良动态针尖定位(MDNTP)技术。此技术在短轴法基础上,强调通过细微调整探头位置始终将针尖锁定于超声图像中央的标记线处,从而实现了对针尖轨迹的实时、精确追踪。该技术能有效规避因针尖显示不清导致的静脉后壁穿透和邻位动脉损伤。研究表明,MDNTP技术特别适用于颈内静脉直径小、传统短轴法风险高的新生儿群体,能显著提升其IJV穿刺的首针成功率,并有效降低后壁穿透与动脉误伤的发生率[10]。

3.2. 长轴平面内法

长轴平面内法提供了另一种引导视角。操作时,将探头沿血管纵轴方向放置,声束平面与血管走向平行,从而获得IJV的管状长轴图像。此视图最突出的优势在于能完整显示穿刺针从皮肤刺入到进入血管腔的整条路径和针尖移动的全过程,理论上能够确保针尖始终在超声视野内,被认为是避免穿透血

管后壁最为可靠的技术之一,有效降低了因穿透后壁引发的血肿等并发症[11]。对于有出血倾向或需要绝对避免后壁损伤的婴幼儿,长轴法的这一优势使其成为理想选择。但其主要的技术难点在于获取并维持一个理想且标准的长轴视图本身在操作上就比短轴视图更为困难。它要求声束平面、血管长轴和穿刺针路径三者严格共面,任何探头的轻微晃动或穿刺针的角度偏离都会导致针尖“消失”在图像中。此时若盲目进针,极易损伤血管侧壁或周围组织,增加了非目标区域损伤的风险。更为关键的是,此单一纵切面视图无法同时显示血管侧方的颈动脉,丢失了关键的邻位解剖关系信息,对于经验不足的操作者,可能存在因盲目追寻已“消失”的针尖而反复扫描,或穿刺针偏离超声平面后误伤侧方动脉及周围组织的风险[12][13]。Vogel JA 等[13]的研究甚至指出,在成人人群中,长轴法并未显示出相对于短轴法的显著优势,其学习曲线可能更为陡峭。

3.3. 长轴联合短轴法

长轴联合短轴法:长短轴联合法旨在融合短轴法的解剖定位优势与长轴法的针尖可视化优势,以期在提升成功率的同时,系统性降低各类并发症。操作时,在短轴切面上沿颈内静脉滑动探头,扫描血管和周围组织。然后将颈内静脉置于超声图像中央箭头的下方,在超声探头中点插入针头,针头与皮肤成 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角。接触血管前壁时可看到针尖,将探头旋转 90° 后,出现长轴视图,通过长轴视图实时观察针尖。此联合策略理论上兼得了两种基本方法的优点:利用短轴视图避免动脉误穿,利用长轴视图防止后壁穿透。因此,其穿透静脉后壁的概率要低于短轴平面外,在未穿透后壁的情况下成功率显著高于短轴平面外法,从而减少了因反复穿刺或后壁损伤导致的血肿和血栓形成风险。这种“双重保险”机制使其在血管条件差、并发症风险高的危重婴儿中具有重要价值。然而,在穿刺时间上联合法明显慢于长轴平面内,且对操作者的超声使用技术要求较高,因此对于新手来说不是最佳选择[14][15]。Liu 等人的一项研究得出结论认为对于低体重早产儿短轴和长轴联合颈内静脉置管术可能优于短轴[15]。这提示在低体重早产儿这一极限人群中,即便操作稍显复杂,联合法所带来的安全性提升也可能是值得的。

3.4. 三维超声引导穿刺法(实时双平面技术)

三维超声引导穿刺,或称实时双平面技术,是技术平台上的重要革新,它从硬件层面解决了视角融合的难题。该技术旨在通过提供更全面的视觉信息,从根本上规避前述各种技术可能带来的并发症。该技术通过特制的矩阵阵列三维探头,可在同一屏幕上同步、实时地显示血管的短轴和长轴两个正交视图。这相当于将传统的两种独立视角合二为一,操作者无须旋转探头即可同时获得:① 短轴视图提供的解剖“地图”(清晰显示 IJV 与 CCA 的关系);② 长轴视图提供的穿刺“路径监控”(清晰显示针尖与针体的行进轨迹)。这种同步显示能力,使得操作者能实时确认针尖与颈动脉的位置关系(降低误穿风险)并控制进针深度(降低后壁穿透及气胸风险),实现了对穿刺并发症的“立体防控”。这种模式理论上能极大简化操作流程、减少探头移动、缩短穿刺时间,并从根本上提升了对针尖空间位置判断的准确性,从而潜在地增加了患者的安全性[16][17]。对于所有年龄段的儿童,尤其是解剖变异大、容错率极低的新生儿和婴儿,实时双平面技术理论上能提供最优的安全保障。李莹莹等人[18]近期已将此项技术成功应用于心脏手术等重症成年患者的中心静脉置管,其随机对照试验结果表明,与传统的单平面(短轴)引导相比,实时双平面技术在首次穿刺成功率和降低动脉误穿率方面均表现出显著优势。该结果初步印证了其在并发症控制上的巨大潜力。尽管该技术在小儿领域,特别是新生儿群体的前瞻性研究尚在起步阶段,且其昂贵的专用探头与超声设备也暂时限制了其在基层医院的广泛普及,但其无疑代表了超声引导血管穿刺的未来发展方向。尤其在解剖结构复杂、容错率极低的小儿患者中,实时双平面技术所提供的全方位视觉反馈,对于实现“一针见血”的精准穿刺和最大化手术安全具有巨大的临床应用潜力与推广价值。

3.5. 超低/极低出生体重儿穿刺的技术考量

超低出生体重儿(ELBWI, <1000 g)和极低出生体重儿(VLBWI, <1500 g)代表了小儿中心静脉穿刺的极限挑战。此类患儿的颈内静脉直径可能仅为 2~3 毫米, 皮肤至血管距离不足 5 毫米, 且常伴有循环不稳定、凝血功能障碍等合并症, 对穿刺技术的精准度和安全性提出了极致要求。在此群体中, 任何技术的微小失误都可能导致灾难性后果。针对 ELBWI/VLBWI 患儿, 现有证据和实践更倾向于选择那些能最大限度降低反复穿刺和血管损伤风险的技术。改良动态针尖定位技术因其对针尖的精确追踪能力, 在该群体中显示出良好应用前景。Tan 等人[10]的研究对象即包含了此类高危新生儿, 结果证实 MDNTP 能显著提升成功率并降低并发症。长短轴联合法尽管操作复杂, 但 Liu 等人[15]的研究表明其在早产儿中优于单纯短轴法, 为 ELBW/VLBW 患儿提供了另一种可行的安全选项。实时双平面技术理论上是最佳解决方案, 但其在 ELBW/VLBW 患儿中的实际应用效果亟需前瞻性研究验证。此外, 在此类患儿中, 使用更高频的线性探头(如 15~20 MHz)以获得更精细的图像分辨率, 以及由经验最丰富的医师进行操作, 是普遍共识和必要前提。

3.6. 感染与血栓的共性风险与防控

除了与穿刺操作直接相关的急性并发症外, 导管相关性血流感染(CLABSI)和导管相关性血栓(CRT)是中心静脉置管后的远期主要并发症。不同年龄段患儿对感染和血栓的易感性亦不相同。新生儿, 尤其是早产儿, 皮肤屏障功能不完善、免疫系统未成熟, 是 CLABSI 的极高危人群。同时, 其血管内皮更娇嫩、血流速度相对较慢, 反复穿刺更易诱发 CRT。超声引导本身通过提高首次穿刺成功率, 显著减少了反复穿刺次数, 直接减轻了血管内皮的机械性损伤。这不仅从物理上降低了局部血栓形成的风险, 也避免了由此引发的皮下血肿、导管不畅、液体外渗及后续处理, 减少了细菌沿穿刺隧道定植与侵入的机会, 从而间接降低了 CLABSI 的发生率[19]。Balls A 等[19]的研究支持了这一观点。值得注意的是, 无论采用上述何种超声引导技术, 严格且规范的无菌操作原则(包括最大化无菌屏障、皮肤消毒、无菌耦合剂使用、探头无菌套覆盖等)都是预防导管相关感染不可或缺、最为重要的共性基石。技术的进步为减少感染和血栓提供了有利条件, 但绝不能替代基础感控措施。

4. 小结

综上所述, 超声引导技术已毋庸置疑地确立为小儿颈内静脉穿刺置管安全与有效的金标准。面对小儿群体独特的解剖挑战, 传统的短轴与长轴技术作为基础, 各有明确的适用场景与局限性; 而改良动态针尖定位(MDNTP)技术和实时双平面技术等新兴方案, 则分别从操作技法与成像平台层面, 展现出解决特定临床难题的巨大潜力与比较优势。技术的演进史, 也是一部并发症防控能力的提升史。当前学界对于“唯一最佳技术”尚无统一论, 关于不同技术在特定亚群(如超低出生体重儿)中的优劣争议犹存[11][12][18][20][21]。

未来的临床决策应更加注重个体化与精准化。操作者需基于患者的具体情况(如年龄、体重、营养状况、凝血功能、颈部解剖特点)、可供使用的设备资源以及自身的技能储备, 进行审慎权衡与选择。对于新生儿尤其是 ELBW/VLBW 患儿, 应优先考虑 MDNTP 或联合法等安全性更高的技术; 对于配合度较好的年长儿童, 则可依据操作者习惯和设备条件灵活选择。对于初学者, 从标准的短轴平面外法入门, 逐步过渡到 MDNTP 技术以提升精准度, 是稳妥的路径; 而对于经验丰富者或具备条件的医疗中心, 积极探索和应用长短轴联合法或实时双平面技术, 有望为高危患儿提供更高级别的安全保障。

展望未来, 小儿超声引导血管穿刺技术将继续朝着更智能、更集成的方向发展。人工智能(AI)辅助的血管自动识别与追踪、针尖自动增强显示、穿刺路径智能规划等功能, 已初现端倪, 未来有望进一步降

低操作门槛与主观误差。针对不同年龄段,特别是新生儿群体的 AI 训练模型和个性化参数设置,将是提升技术普适性和安全性的关键。同时,便携式、手持式超声设备的普及将使这项技术突破手术室与 ICU 的界限,更广泛应用于急诊、病房甚至院前急救场景。随着这些技术的不断进步与循证医学证据的持续积累,小儿血管通路建立技术必将迈向一个更安全、更精准、更高效的新纪元,最终让广大儿科患者受益。

参考文献

- [1] de Jonge, R.C.J., Polderman, K.H. and Gemke, R.J.B.J. (2005) Central Venous Catheter Use in the Pediatric Patient: Mechanical and Infectious Complications. *Pediatric Critical Care Medicine*, **6**, 329-339. <https://doi.org/10.1097/01.pcc.0000161074.94315.0a>
- [2] Tripathi, M. and Pandey, M. (2008) Modified Anchoring Maneuver Using Pilot Puncture Needle to Facilitate Internal Jugular Vein Puncture for Small Children. *Pediatric Anesthesia*, **18**, 1050-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2008.02776.x>
- [3] Lim, T., Ryu, H., Jung, C., Jeon, Y. and Bahk, J. (2012) Effect of the Bevel Direction of Puncture Needle on Success Rate and Complications during Internal Jugular Vein Catheterization. *Critical Care Medicine*, **40**, 491-494. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e318232da48>
- [4] Zanolli, G.R., Baldisserotto, M. and Piva, J. (2018) How Useful Is Ultrasound Guidance for Internal Jugular Venous Access in Children? *Journal of Pediatric Surgery*, **53**, 789-793. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.08.010>
- [5] Godínez-García, F., López-Briones, J.S., Hernández-González, M.A. and González-Carrillo, P.L. (2023) Inserción con técnica ecogui-ada y la proporción de trombosis asociada a catéter [Ultrasound-Guided Insertion and the Proportion of catheter-Associated Thrombosis]. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, **61**, S90-S95.
- [6] Vafek, V., Skříšová, T., Kosinová, M., Klabusayová, E., Musilová, T., Kramplová, T., *et al.* (2022) Central Venous Catheter Cannulation in Pediatric Anesthesia and Intensive Care: A Prospective Observational Trial. *Children*, **9**, Article 1611. <https://doi.org/10.3390/children9111611>
- [7] Cui, Y., Wang, Y., Gong, T., Huang, Q. and Zhang, Q. (2024) Systematic Review of Ultrasound-Guided Central Venous Catheter Placement-Related Complications in Neonates and Infants Aged < 12 Months. *Journal of International Medical Research*, **52**. <https://doi.org/10.1177/03000605241287168>
- [8] Troianos, C.A., Hartman, G.S., Glas, K.E., Skubas, N.J., Eberhardt, R.T., Walker, J.D., *et al.* (2012) Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation. *Anesthesia & Analgesia*, **114**, 46-72. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3182407cd8>
- [9] Chittoodan, S., Breen, D., O'Donnell, B.D. and Iohom, G. (2011) Long versus Short Axis Ultrasound Guided Approach for Internal Jugular Vein Cannulation: A Prospective Randomised Controlled Trial. *Medical Ultrasonography*, **13**, 21-25.
- [10] Tan, Y., Tu, Z., Ye, P., Xu, Y., Ye, M., Bai, L., *et al.* (2021) Ultrasound Guidance for Internal Jugular Vein Cannulation in Neonates: Modified Dynamic Needle Tip Positioning Short-Axis Out-of-Plane Technique versus Long-Axis In-Plane Technique, a Randomized Controlled Trial. *The Journal of Vascular Access*, **23**, 922-929. <https://doi.org/10.1177/11297298211015043>
- [11] Shrestha, G., Gurung, A. and Koirala, S. (2016) Comparison between Long- and Short-Axis Techniques for Ultrasound-Guided Cannulation of Internal Jugular Vein. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, **19**, 288-292. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.179629>
- [12] Takeshita, J., Tachibana, K., Nakajima, Y., Nagai, G., Fujiwara, A., Hamaba, H., *et al.* (2020) Long-Axis In-Plane Approach versus Short-Axis Out-of-Plane Approach for Ultrasound-Guided Central Venous Catheterization in Pediatric Patients: A Randomized Controlled Trial. *Pediatric Critical Care Medicine*, **21**, e996-e1001. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000002476>
- [13] Vogel, J.A., Haukoos, J.S., Erickson, C.L., Liao, M.M., Theoret, J., Sanz, G.E., *et al.* (2015) Is Long-Axis View Superior to Short-Axis View in Ultrasound-Guided Central Venous Catheterization? *Critical Care Medicine*, **43**, 832-839. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000000823>
- [14] Takeshita, J., Nishiyama, K., Fukumoto, A. and Shime, N. (2019) Combined Approach versus 2 Conventional Approaches in Ultrasound-Guided Central Venous Catheterization: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **33**, 2979-2984. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.03.051>
- [15] Liu, W., Tu, Z., Liu, L. and Tan, Y. (2020) Combined Short- and Long-Axis Method for Internal Jugular Vein Catheterization in Premature Newborns: A Randomized Controlled Trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **65**, 420-427.

- <https://doi.org/10.1111/aas.13728>
- [16] Kaplowitz, J. and Bigeleisen, P. (2014) A New Biplane Ultrasound Probe for Real-Time Visualization and Cannulation of the Internal Jugular Vein. *Case Reports in Anesthesiology*, **2014**, Article ID: 349797. <https://doi.org/10.1155/2014/349797>
- [17] Panidapu, N., Babu, S., Koshy, T., Sukesan, S., Dash, P.K. and Panicker, V.T. (2021) Internal Jugular Vein Cannulation Using a 3-Dimensional Ultrasound Probe in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Comparison between Biplane View and Short-Axis View. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **35**, 91-97. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.08.021>
- [18] Li, Y., Liu, Y., Yan, L., Xiao, J., Li, X., Ma, J., *et al.* (2023) Single-Plane versus Real-Time Biplane Approaches for Ultrasound-Guided Central Venous Catheterization in Critical Care Patients: A Randomized Controlled Trial. *Critical Care*, **27**, Article No. 366. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04635-y>
- [19] Balls, A., LoVecchio, F., Kroeger, A., *et al.* (2006) Ultrasound Guidance for Central Venous Catheter Placement: Results from Massive Transfusion Protocol. *Journal of Trauma*, **60**, 91-96.
- [20] Maitra, S., Bhattacharjee, S. and Baidya, D.K. (2019) Comparison of Long-, Short-, and Oblique-Axis Approaches for Ultrasound-Guided Internal Jugular Vein Cannulation: A Network Meta-Analysis. *The Journal of Vascular Access*, **21**, 204-209. <https://doi.org/10.1177/1129729819868927>
- [21] Mahan, A.F., McEvoy, M.D. and Gravenstein, N. (2016) Long-Axis View for Ultrasound-Guided Central Venous Catheter Placement via the Internal Jugular Vein. *Romanian Journal of Anaesthesia and Intensive Care*, **23**, 27-31.