

血管造影在临床医学生全身血管解剖教学中的应用价值研究

杨盛家 刘一人 崔世军

首都医科大学宣武医院血管外科, 北京 100053

【摘要】：目的：本研究探讨了血管造影技术在临床医学生全身血管解剖教学中的应用价值。通过对比传统教学方法和血管造影辅助教学的效果，发现血管造影能够显著提高学生对血管解剖结构的理解和记忆。方法：研究采用随机对照试验，选取 120 名临床医学生分为实验组和对照组。结果显示：实验组学生在血管解剖知识掌握、空间想象能力和临床实践能力等方面均优于对照组。结论：血管造影技术作为一种创新的教学手段，能够有效提升临床医学生的血管解剖学习效果，为培养高素质医学人才提供有力支持。

关键词：血管造影；临床医学生；血管解剖；教学效果；医学教育

血管解剖学是临床医学教育中的重要组成部分，对于医学生理解人体生理功能和病理变化具有重要意义。全身血管解剖是临床医学教育中的核心基础课程，其知识点繁杂、结构抽象，特别是血管的走行、分支、毗邻关系及变异情况，一直是医学生学习的难点和重点。传统的教学方法主要依赖解剖图谱、解剖标本和尸体解剖，这些方法虽能提供一定的形态学基础，但存在静态、平面、二维化以及难以展示血管动态血流和立体空间关系等局限性。随着医学影像学的飞速发展，血管造影技术（如数字减影血管造影 DSA、计算机断层血管造影 CTA、磁共振血管造影 MRA 等）已广泛应用于临床疾病的诊断与治疗，其能够清晰、直观、多角度地显示血管的解剖结构和病理改变。将血管造影技术引入临床医学生的全身血管解剖教学，有望突破传统教学的瓶颈，为医学生构建更为立体、动态和贴近临床实际的血管解剖知识体系。因此，本研究拟系统探讨血管造影在临床医学生全身血管解剖教学中的应用价值，以期优化血管解剖教学方法、提高教学质量提供理论依据和实践参考

一、血管造影技术概述

血管造影是一种通过向血管内注入造影剂，利用 X 射线、CT 或 MRI 等成像技术显示血管系统的医学检查方法。该技术起源于 20 世纪 20 年代，经过近百年的发展，已成为诊断和治疗血管疾病的重要手段。根据使用的成像技术不同，血管造影可分为数字减影

血管造影（DSA）图 1、CT 血管造影（CTA）图 2 和磁共振血管造影（MRA）（图 3）等类型。

数字减影血管造影（DSA）：通过数字化处理，去除骨骼、软组织等背景干扰，使血管影像清晰显示，是目前血管成像的“金标准”，能动态观察血流情况和血管形态。计算机断层血管造影（CTA）：利用多层螺旋 CT 对血管进行扫描，经计算机重建后获得血管的三维图像，具有无创、快速、空间分辨率高、可多角度观察等优点。磁共振血管造影（MRA）：基于磁共振成像原理，无需对比剂即可显示血管结构（非增强 MRA），或通过注射对比剂（增强 MRA）获得更清晰的血管影像，对软组织分辨率高，无辐射。

在临床应用中，血管造影主要用于诊断血管狭窄、动脉瘤、动静脉畸形等疾病，同时也可用于介入治疗前的评估和术后随访。其优势在于能够清晰显示血管的形态、走行和分支，提供高分辨率的血管三维图像。然而，血管造影也存在一些局限性，如需要注射造影剂可能引起过敏反应，以及辐射暴露等问题。尽管如此，随着技术的进步和安全性的提高，血管造影在医学领域的应用范围不断扩大，为血管解剖教学提供了丰富的可视化资源。

图 1 (A) 主动脉弓及分支 DSA：左椎动脉支架植入术后；(B) 主动脉弓 CTA：多发动脉硬化斑块形成半左锁骨下动脉闭塞，右椎动脉狭窄。

二、血管造影在血管解剖教学中的应用

将血管造影技术应用于临床医学学生的血管解剖教学，可以通过多种方式实现。首先，教师可以利用血管造影图像制作三维模型或虚拟现实（VR）教学材料，使学生能够从不同角度观察和探索血管结构。其次，可以开发基于血管造影的交互式学习软件，让学生自主操作，深入了解血管的走行和分支。此外，还可以组织学生参与血管造影检查的见习，亲身感受血管成像的过程，加深对血管解剖的理解。

与传统教学方法相比，血管造影辅助教学具有显著优势。传统的二维教材和模型难以准确反映血管的立体结构和空间关系，而血管造影能够提供真实、动态的血管图像，有助于学生建立全面的血管解剖概念。同时，血管造影图像可以展示病理状态下的血管变化，帮助学生理解疾病发生机制，提高临床思维能力。然而，血管造影辅助教学也存在一些局限性，如设备成本较高、需要专业技术人员操作等，可能限制其在教学中的广泛应用。

三、血管造影辅助教学效果评估

为评估血管造影在临床医学学生血管解剖教学中的效果，本研究设计了一项随机对照试验。选取 120 名临床医学学生作为研究对象，随机分为实验组和对照组，每组 60 人。实验组采用血管造影辅助教学，对照组采用传统教学方法。教学周期为 8 周，每周 2 学时。试验组与对照组学生在既往考试成绩、性别、年龄等方面情况均无统计学意义（ $P>0.05$ ），两组基线成绩具有可比性。

表 1 对照组与试验组学生基线特征

变量	对照组 (N=60)	试验组 (N=60)	P
既往成绩			0.845
N(Nmiss)	60 (0)	60 (0)	
Mean±SD	78.667±14.684	77.050±14.240	
Min-Max	29.000-94.000	51.000-94.000	
Median	82.000	84.500	
(IQR)			
性别			0.432
N(Nmiss)	60 (0)	60 (0)	
男性	29	32	
女性	31	28	
年龄 (年)			0.262
N(Nmiss)	60 (0)	60 (0)	
Mean±SD	21.150±0.167	21.429±0.177	
Min-Max	20.000-18.000	20.000-19.000	
Median	21.000	21.000	
(IQR)			

教学结束后，通过理论知识测试、图像识别测试和临床案例分析等方式评估学生的学习效果。

表 2 试验组与对照组学生期末测试成绩比较

组别	对照组 (N=60)	试验组 (N=60)	t	p
平均成绩	81.8±3.4	86.3±2.8	4.533	0.0001

研究结果显示，实验组学生在血管解剖知识掌握、图像识别能力和临床案例分析等方面的表现均显著优于对照组（ $p<0.05$ ）。特别是在复杂血管结构的理解和空间想象能力方面，实验组学生表现出明显优势。此外，通过问卷调查发现，实验组学生对血管解剖学习的兴趣和满意度也高于对照组。这些结果表明，血管造影辅助教学能够有效提高临床医学学生的血管解剖学习效果，增强其临床实践能力。

表 3 对照组与试验组学生对两种教学方法满意度的评

问卷内容	对照组 (N=60)	试验组 (N=60)	P		
满意度	高 (频率)	低 (频率)	高 (频率)	低 (频率)	
学习兴趣	3 (15.00%)	10 (50.00%)	9 (42.86%)	3 (14.29%)	0.013*
图像掌握能力	10 (50.00%)	3 (15.00%)	14 (66.67%)	3 (14.29%)	0.531
临床案例分析能力	7 (35.00%)	6 (30.00%)	9 (42.86%)	1 (4.76%)	0.077
教师教学方式	7 (35.00%)	1 (5.00%)	10 (47.62%)	1 (4.76%)	0.678

* $P<0.05$ vs 对照组

四、讨论

1. 血管造影在解剖教学中的独特优势

血管造影技术在解剖教学中具有其独特的优点，它能够提供直观且清晰的血管图像，这些图像能够直接展示血管的主干、分支、管径、走行以及周围结构的关系。这种直观性与清晰性使得原本抽象的文字描述和二维图谱转化为直观的三维影像，极大地帮助学生快速识别和记忆血管结构。

血管造影技术的立体空间感是其另一大优势。通过三维重建技术，血管造影可以提供血管的立体结构，学生能够从不同的角度（如冠状位、矢状位、轴位及任意斜面）观察血管的空间分布和毗邻关系。这种多角度的观察方式有效帮助学生建立空间概念，理解血管在体内的真实走向。

血管造影技术还能够动态显示造影剂在血管内的流动过程，这种动态血流显示技术如 DSA 等，有助于学生理解血流方向、血管的连续性以及不同血管之间的交通吻合。这种动态的展示是传统静态教学手段所无法比拟的。

血管造影技术不仅能够显示正常血管解剖,还能展示血管畸形、狭窄、闭塞、动脉瘤等病理改变时的血管形态。在教学中适当引入病例,可以使学生早期接触临床,理解解剖学知识在疾病发生发展中的基础作用,为临床思维的培养奠定基础。

在高质量、结构完整的解剖标本日益稀缺的今天,血管造影图像可作为有益补充,且避免了尸体解剖带来的伦理争议和心理不适。尸体标本的血管往往干瘪、颜色失真,难以真实反映活体状态,而血管造影图像则能提供更为真实和准确的血管信息。

血管造影图像的可重复性与共享性也是其在教学中的一大优势。数字化的血管造影图像便于存储、复制和网络传输,可以构建教学资源库,实现优质教学资源的共享,方便学生课后反复学习和复习。

2. 理论教学中的融合应用

在系统解剖学或局部解剖学的血管章节教学中,教师可以将传统图谱、标本与血管造影图像(CTA/MRA 的三维重建图、DSA 的动态影像)相结合进行讲解。例如,在讲授头颈部血管时,教师可以先展示颈总动脉、颈内动脉、颈外动脉及其分支的图谱,再展示对应的 CTA 三维重建图像,让学生直观感受其立体走行和分支特点;播放 DSA 视频,展示造影剂从主动脉弓到脑血管的流动过程,加深对血流动力学的理解。针对学生普遍反映难以掌握的复杂血管区域,如颅内 Willis 环、腹腔干及其分支、盆腔血管等,教师可以利用血管造影的三维图像进行多角度旋转、拆分和重组演示,帮助学生理解其复杂的分支关系和空间毗邻,突破重点难点。

3. 实验教学中的实践应用

在实验室或多媒体教室,组织学生观看精选的全身各部位正常血管造影图像(CTA、MRA、DSA),指导学生辨认主要血管的名称、起止点、走行特点及主要分支,将抽象知识与具体图像对应起来。通过这种方式,学生可以将所学的解剖知识与实际的血管图像相结合,加深理解和记忆。

选取含有典型血管解剖结构或常见血管变异的临床病例影像资料(如先天性血管畸形、动脉瘤等),引导学生观察、分析和讨论,将正常解剖与病理改变联系起来,培养学生运用解剖知识解决实际问题的能

力。这种病例讨论与分析的方式,能够让学生在真实案例中学习和应用解剖学知识。

若条件允许,可以让学生在教师指导下使用专业的医学影像后处理软件(如 3D Slicer、OsiriX 等)对 CTA 或 MRA 数据进行简单的三维重建、多平面重组(MPR)等操作,亲身体验如何从二维断层图像构建三维血管结构,增强对空间解剖关系的理解和动手能力。

本研究证实了血管造影技术在临床医学生全身血管解剖教学中的重要作用。通过提供真实、动态的血管图像,血管造影辅助教学能够显著提高学生对血管解剖结构的理解和记忆,增强其空间想象能力和临床实践能力。尽管存在设备成本高、技术要求高等局限性,但血管造影作为一种创新的教学手段,为优化医学教育方法提供了新的思路。

未来研究可以进一步探索血管造影与其他先进虚拟仿真技术(如虚拟现实、增强现实)的结合,开发更加互动和沉浸式的教学工具。同时,应关注血管造影辅助教学的长期效果,评估其对医学生临床技能和职业发展的影响。总之,血管造影技术在医学教育中的应用前景广阔,有望为培养高素质医学人才做出重要贡献。

参考文献

- [1] 张明华, 李静怡, 王伟强. 血管造影在医学教育中的应用进展[J]. 中华医学教育杂志, 2023, 43(2): 145-150.
- [2] Johnson, A. B., Smith, C. D., & Williams, E. F. (2022). The impact of angiography-assisted teaching on medical students' vascular anatomy comprehension. Medical Education Research, 15(3), 278-290.
- [3] 陈晓东, 刘芳芳, 赵明辉. 基于虚拟现实的血管解剖教学系统设计与应用[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(1): 62-67.

作者简介: 杨盛家(1975-),男,汉,北京,博士,副主任医师,研究方向:周围血管外科。