

· 论 著 ·

环氧树脂生物塑化技术在神经外科研究生解剖教学中的应用

吴 虢 逢 灿 幸世宙 彭浩扬 张泽钰 陈尚斯 郑苏月 赵业禹 梁 亮 万希晨

【摘要】目的 探讨环氧树脂生物塑化切片结合 3D Slice 结构重建的解剖教学方法在神经外科研究生培训中的应用效果。方法 选取南昌大学第一附属医院神经外科 2021~2023 级硕士研究生 48 位作为研究对象,随机分为观察组和对照组,各 24 人。观察组采用环氧树脂塑化切片辅以 3D Slice 重建教学方式,对照组采用传统尸头标本解剖教学。结果 观察组理论成绩、实践成绩和教学满意度分别为(78.29±10.91)分、(77.79±12.45)分、(88.67±8.10)分,对照组分别为(70.42±8.89)分、(67.38±9.70)分、(74.21±7.43)分。观察组理论成绩、实践成绩和教学满意度均明显优于对照组($P<0.05$)。结论 环氧树脂生物塑化切片结合 3D Slice 结构重建的解剖教学方法对神经外科研究生学习效果和满意度具有显著提升作用,可为研究生培训过程中的解剖教学模式改进提供新的思路。

【关键词】神经解剖学;神经外科;研究生教学;环氧树脂生物塑化切片;3D Slice 结构重建

【文章编号】1009-153X(2024)12-0734-04 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 651

Application of epoxy sheet plastination technology in anatomy teaching for neurosurgical postgraduates

WU Xiao¹, FENG Can², XING Shi-zhou², PENG Hao-yang², ZHANG Ze-yu², CHEN Shang-si¹, ZHEN Su-yue¹, ZHAO Ye-yu¹, LIANG Liang³, WAN Xi-chen¹. 1. Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital, Jiangxi Medical College, Nanchang University, Nanchang 330006, China; 2. The First Clinical Medical College of Nanchang University, Nanchang 330006, China; 3. Department of Anatomy, Anhui Medical University, Hefei 230032, China

【Abstract】Objective To investigate the application efficacy of the anatomical teaching approach integrating epoxy resin bio-plasticized sections and 3D Slice structural reconstruction in the training of neurosurgery postgraduate students. Methods Forty-eight postgraduate students of neurosurgery from the First Affiliated Hospital of Nanchang University, ranging from the 2021 to 2023 academic years, were selected as research subjects and randomly divided into an observation group and a control group, with 24 students in each. The observation group adopted the teaching method of epoxy resin plasticized sections supplemented by 3D Slice reconstruction, while the control group received traditional cadaveric head specimen anatomy teaching. Results The theoretical scores, practical scores, and teaching satisfaction in the observation group were (78.29±10.91) points, (77.79±12.45) points, and (88.67±8.10) points, respectively; those in the control group were (70.42±8.89) points, (67.38±9.70) points, and (74.21±7.43) points, respectively. Statistical analysis indicated that the observation group significantly outperformed the control group in terms of theoretical scores, practical scores, and teaching satisfaction ($P<0.05$). Conclusion The anatomical teaching method combining epoxy resin bio-plasticized sections and 3D Slice structural reconstruction can significantly enhance the learning effects and teaching satisfaction of neurosurgery postgraduate students, offering a novel idea for the improvement of the anatomical teaching model during the postgraduate training process.

【Key words】Neuroanatomy; Neurosurgery; Graduate teaching; Epoxy resin bio-plasticized section; 3D Slice structural Reconstruction

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.12.007

基金项目:国家自然科学基金(82201271);江西省自然科学基金资助项目(20232BAB216057);南昌大学教学改革研究课题(NCUGJLX-2022-160-95, NCUGJ LX-2023-149-137);安徽医科大学基础医学院质量工程项目(2020jxxcpj002);安徽高等学校省级教学质量工程项目(2021jyxxm0684)

作者单位:330006 南昌,南昌大学第一附属医院神经外科(吴 虢、陈尚斯、郑苏月、赵业禹、万希晨);330006 南昌,南昌大学第一临床医学院(逢 灿、幸世宙、彭浩扬、张泽钰);230032,合肥,安徽医科大学(梁 亮)

通信作者:万希晨,Email:wanxichen@ncu.edu.cn

梁 亮,Email:liangliang@ahmu.edu.cn

神经外科手术通常需要在狭窄的脑组织间隙内操作,而在手术器械周围的几毫米范围内却走行着错综复杂的神经、血管,这要求术者在掌握复杂神经系统知识的同时还需要具备精准手术操作能力。这对于初学者来说并非易事。近年来,一种新的解剖学技术——环氧树脂塑化切片,得到了越来越多的关注。作为一种有效的神经外科研究生教学工具,其主要优点在于维护成本低并可长期循环利用。塑化切片联合医学影像学图片的对照观察可提高研究生的阅片能力,而不再是单纯地面对密度值这种陌

生概念。本文探索环氧树脂生物塑化技术在神经外科研究生教学中的应用价值,为神经外科研究生解剖培训提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取 48 位南昌大学第一附属医院神经外科 2021~2023 级硕士研究生作为研究对象,其中男 47 名,女 1 名;年龄 23~37 岁。所有学生均被告知研究目的,以鞍区解剖和影像作为学习主题,被随机分为观察组和对照组,各 24 人。两组学生一般资料无统计学差异($P>0.05$,表 1)。

1.2 环氧树脂生物塑化切片的制作 在标本制作过程中,通常以感兴趣区为中心制作标本组织块,依次经过脱水脱脂、真空负压浸渍、固化、切片后分别制成 3.0 mm 厚的大体透明切片和 150~200 μm 厚的超薄塑化切片。其中超薄切片在抛光后,通过 Stevenel's 蓝和茜素红染色可对不同组织结构进行区分,而将切片通过使用高分辨率扫描仪或体视显微镜观察和拍照后可长期储存,以保障未来教学工作。

大体透明塑化切片中胶原蛋白、弹性蛋白、肌丝和神经丝在 488 nm 的激发下可内源性自发荧光,能够在共聚焦激光扫描显微镜下进行观察。两种切片在扫描后,利用 3D Slicer 软件自动生成感兴趣部位的三维立体图像,可提高研究生的学习兴趣并同时培养空间立体感。

1.3 教学方法 两组均进行 4 个学时理论教学,采取每周 1 次、每次 60 min 的授课方式,课后均安排 1 个学时解剖实践和影像阅片培训。课程开始前 1 周向学生发放电子版教学资料并安排授课 1 次,教材取自《Rhoton 解剖学》,鼓励学生积极利用空余时间预习教学内容。观察组采用环氧树脂塑化切片辅以 3D Slice 重建教学方式(图 1),对照组采用传统尸头标本解剖教学。

1.4 观察指标 课时结束后,进行统一考试,共分为 3 个部分:第一部分,理论考试,两位非带教主治医师统一命题,闭卷考试,由 20 个鞍区解剖学选择题和 4 个简答组成,选择题每题 3 分,简答题每题 10 分共 100 分;第二部分,临床实践考试,由 10 个影像解剖结构识别题和 2 个病例分析题,共 100 分;第三部分,问卷调查,主要了解学生对教学方式的满意度,满分 100 分。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 20.0 软件分析;正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验; $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

观察组理论成绩、实践成绩和教学满意度均明显优于对照组($P<0.05$;表 2)。

3 讨论

从目前神经外科医生的培养模式来看,手术室仍然是获取解剖学知识的主要课堂,从二维图谱中获取的知识结构需要反复的三维实物对照才能提高学习效率,但这可能让病人面临更高的手术风险。尽管传统解剖学研究方法能给医生带来三维实物感观,但是甲醛固定法保存的尸头存在潜在的致癌和呼吸道疾病可能性,加上标本获取日益困难的现状导致其无法广泛使用,这对神经外科研究生的常规教学来说难度较大^[1]。因此,必须不断探索新的培养模式,在提高学习效率的同时激发研究生学习神经系统解剖学的积极性,从而取得更好的教学效果。目前,环氧树脂生物塑化技术不仅解决了标本贮存的问题,也在解剖教学中发挥着至关重要的作用。现就该方法在神经外科研究生教学中的应用展开讨论。

3.1 生物塑化技术简介 神经系统解剖学是神经外科医生培养过程中最重要的基础学科,在培养专业人才、保障医疗安全的过程中起着至关重要的作用。随着医学课程的现代化和科技的进步,塑化技术、三维建模和 3D 打印技术在教学领域已经逐渐得到重视^[2]。研究报道,3D 打印模型仅适合学习基础解剖学,而塑化标本更适合学习复杂解剖学,这恰恰是高难度神经外科解剖教学中适用的技术^[3]。

生物塑化作为一种相对较新的尸体保存技术,最早由 von Hagens^[4]在 1979 年提出,在不断的进步与发展中衍生出了环氧树脂生物塑化技术,并进一步细分出薄层生物塑化技术及超薄生物塑化技术。在生物塑化过程中,组织中水和脂肪被特殊的塑化材料取代,从而可以用无毒、干燥、持久、无味的方式长期保存^[5]。其主要优势为可以让学生在接触福尔马林等致癌化学物质的前提下接触到真实的组织器官,标本维护成本低且便于保存,解决了解剖学实验教学中学生数量多与教学尸体短缺的问题,在科研和教学领域有较高的应用价值。

3.2 生物塑化技术在神经外科研究生教学实践中的作用 当前,国内神经外科研究生教育和住院医师规范化培训相结合的培养模式,旨在让学生获得高水平的临床技能以更好地适应临床工作,其中神经系

表 1 南昌大学第一附属医院神经外科 2021~2023 级 48 位硕士研究生的基本情况

Table 1 Basic information of 48 master’s degree students in the department of neurosurgery of the first affiliated hospital of nanchang university from 2021 to 2023

基线特征	对照组(n=24)	观察组(n=24)	统计值	P 值
年龄(岁)	26.33±2.94	25.75±1.85	<i>t</i> =0.822	0.415
性别(位)			χ^2 =1.021	0.312
男	23	24		
女	1	0		
年级(位)			χ^2 =0.125	0.939
研究生一年级	8	8		
研究生二年级	8	7		
研究生三年级	8	9		

表 2 南昌大学第一附属医院神经外科 2021~2023 级 48 位硕士研究生的考试成绩

Table 2 Examination results of 48 master’s degree students in the department of neurosurgery of the first affiliated hospital of nanchang university from 2021 to 2023

评估指标	对照组(n=24)	观察组(n=24)	统计值	P 值
理论考试成绩	70.42±8.89	78.29±10.91	<i>t</i> =2.767	0.008
实践考试成绩	67.38±9.70	77.79±12.45	<i>t</i> =3.233	0.002
满意问卷调查	74.21±7.43	88.67±8.10	<i>t</i> =6.446	<0.001

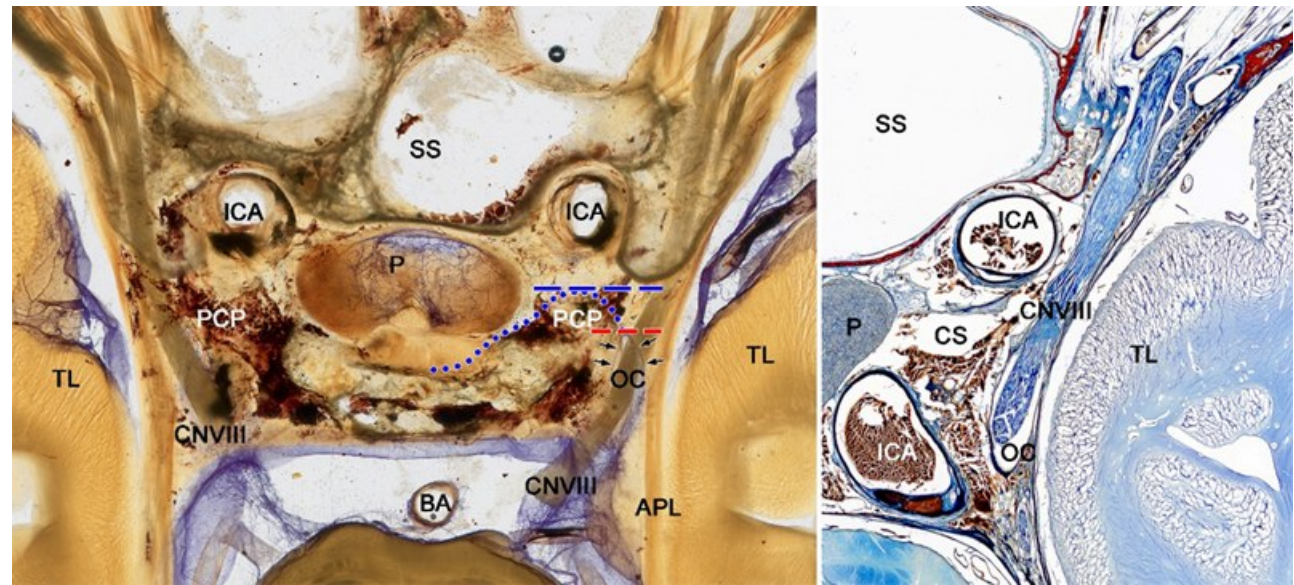


图 1 环氧树脂生物塑化技术显示鞍区断层解剖图

A. 鞍区轴位大体透明塑化切片;B. 鞍区轴位环氧树脂超薄塑化切片;APL. 前岩床韧带;BA. 基底动脉;CS. 海绵窦;CN. 颅神经;ICA. 颈内动脉;TL. 颞叶;OC. 动眼神经池;P. 垂体;PCP. 后床突;SS. 蝶窦

Figure 1 Sectional anatomy of the sellar region displayed by epoxy resin bio-plasticization technology

A: Axial gross transparent plasticized section of the sellar region. B: Axial ultrathin plasticized section of the sellar region with epoxy resin. APL: Anterior petroclinoid ligament. BA: Basilar artery. CS: Cavernous sinus. CN: Cranial nerve. ICA: Internal carotid artery. TL: Temporal lobe. OC: Oculomotor nerve cistern. P: Pituitary gland. PCP: Posterior clinoid process. SS: Sphenoid sinus.

统解剖学的熟练掌握是研究生成为一名合格神经外科医生的重要环节。在目前的培养模式下,神经系统解剖学知识的获取更多依赖于图谱的自主学习、导师的指导和临床手术观摩。图谱学习主要优点是实物教学,但缺点为缺乏三维感观,常导致与真实的人体组织在概念上脱节。手术观摩虽然让学习能建立在充分的三维视角下,但显微视野下可观察到的结构有限,如为了研究生培养而去探查病灶未涉及的区域,势必会增加手术时间和风险。解决这些问题最有效的办法就是传统标本解剖,通过对照图谱后自主操作学习,但标本获取困难且实验条件极为严苛,很难匹配日益增多的研究生数量。尽管我们单位的实验条件能充分满足尸头解剖教学工作,但在学生反馈中经常提到因怕臭怕脏而不愿意主动动手的情况,同样也影响学习效果。

因此,有必要去探索新的教学模式,提高学习的整体效率,改变神经外科研究生的解剖培训现状。根据我们单位近年来在神经外科研究生中的初步教学应用,我们发现环氧树脂生物塑化技术可作为一种非常有价值的教学工具,相较于传统尸头解剖教学,学生反馈学习效率提高,满意度大幅提升。此外,研究生还可将自己感兴趣的解剖结构通过使用 3D Slice 软件重建,在实物观察的基础上增加三维空间立体感,而这正是刚接触神经外科的研究生所缺乏的感官本领^[6]。

研究生教学反馈中另一个较为突出的问题是影像阅片困难,其主要原因在于无论是 CT 还是 MRI,均是二维断层图像,与临床实践中观察到的三维解剖结构难以对应。而我们在研究生教学中通过将生物塑化切片和医学影像学图像对比观察,既可提高学生的学习参与度,又同时在解剖结构实物观察的基础上增强了三维空间感。这种模式结合多种方法使神经系统解剖的教学比传统教学更有效^[1]。

综上所述,在神经外科研究生的解剖教学中,环氧树脂生物塑化技术可显著提高学习效率,同时又能节约教学和培训成本。尽管从目前的普及程度来看,生物塑化技术在神经外科研究生教学中仍然处于成长期,存在着实验室要求高和制作耗时长等不足之处。但随着科学技术的不断进步和发展,有望

克服不足之处从而更好的指导研究生解剖教学工作,帮助学生减少主观想象,还原解剖结构的实物本身,最终在培养神经外科研究生三维解剖立体感的同时提高教学培训质量。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2023 年 1 月 1 日经南昌大学第一附属医院伦理委员会审批,批号为:(2023)CDYFYYLK(01-076)。

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:吴斌、逢灿负责撰写文章;幸世宙、彭浩扬、张泽钰收集数据;陈尚斯分析数据;郑苏月、赵业禹修改文章;万希晨、梁亮负责研究设计。

【参考文献】

[1] BIN AK, JUMAA MI, HANAFY SM, *et al.* Students' perceptions and attitudes after exposure to three different instructional strategies in applied anatomy [J]. *Adv Med Educ Pract*, 2021, 12: 607-612.

[2] CHANDRASEKARAN R, RADZI S, KAI PZ, *et al.* A validated instrument measuring students' perceptions on plastinated and three-dimensional printed anatomy tools [J]. *Anat Sci Educ*, 2022, 15(5): 850-862.

[3] RADZI S, CHANDRASEKARAN R, PEH ZK, *et al.* Students' learning experiences of three-dimensional printed models and plastinated specimens: a qualitative analysis [J]. *BMC Med Educ*, 2022, 22 (1): 695.

[4] VON HAGENS G. Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers [J]. *Anat Rec*, 1979, 194(2): 247-255.

[5] ATWA H, DAFALLA S, KAMAL D. Wet specimens, plastinated specimens, or plastic models in learning anatomy: perception of undergraduate medical students [J]. *Med Sci Educ*, 2021, 31(4): 1479-1486.

[6] NI J, PEI Y, XU Z, *et al.* Three-dimensional anatomy of the hypoglossal canal: a plastinated histologic study [J]. *World Neurosurg*, 2023, 178: e362~e370.

(2023-11-07 收稿, 2024-07-07 修回)