

人工神经网络在皮肤美容缝合教学中的应用研究

王珏¹, 石浩楠², 杨锴¹, 梁黎明³, 刘岩¹, 杨巧¹, 李成程¹, 武江³

(1.首都医科大学附属北京积水潭医院医疗美容科 北京 102208; 2.河北北方学院 河北 石家庄 075132; 3.中国人民解放军总医院第四医学中心烧伤整形医学部 北京 100048)

[摘要]目的: 本研究旨在探讨人工神经网络在皮肤缝合教学中的应用效果。方法: 选取2020年3月-2023年3月中国人民解放军总医院第四医学中心和首都医科大学附属北京积水潭医院进行皮肤美容缝合操作训练的共60名整形外科零基础学员(外科硕士研究生和本科大五实习生), 采用分层区组随机化法将60名学员分为实验组和对照组。试验组学员进行人工神经网络辅助皮肤缝合教学的方法[理论授课、观看视频、操作示范、人工神经网络(Artificial Neural Networks, ANN)辅助督导练习、考核评价]; 对照组学员采用传统教学方法(理论授课、观看视频、操作示范、考核评价)进行授课指导作为对照组。比较传统教学方法与结合人工神经网络教学的差异, 分析其对学生培训后操作成绩及教学满意度的影响。结果: 两组学员培训后总成绩均较培训前提高, 且实验组学员总成绩高于对照组($P < 0.001$); 实验组教学满意度评价高于对照组($P < 0.05$)。结论: 人工神经网络的应用显著提高了皮肤美容缝合教学质量, 为医学教育提供了新的途径和方法。

[关键词]人工神经网络; 人工智能; 皮肤美容缝合; 外科学教学

[中图分类号]G642.0 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2026)03-0124-04

Study on the Application of Artificial Neural Networks in Skin Suture Teaching for Aesthetic Surgery

WANG Jue¹, SHI Haonan², YANG Kai¹, LIANG Liming³, LIU Yan¹, YANG Qiao¹, LI Chengcheng¹, WU Jiang³

(1.Department of Medical Cosmetology, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 102208, China; 2.Hebei North University, Shijiazhuang 075132, Hebei, China; 3. Senior Department of Burn and Plastic Surgery, Fourth Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100048, China)

Abstract: **Objective** This study aimed to investigate the application effect of artificial neural networks in skin suture teaching for aesthetic surgery. **Methods** From March 2020 to March 2023, 60 trainees in plastic surgery with zero foundation (postgraduate students in surgery and senior medical students in their fifth year) at the Fourth Medical Center of the PLA General Hospital and Beijing Jishuitan Hospital were trained in skin aesthetic suture operation. The trainees were divided into the experimental group and the control group by random number table method. The experimental group received artificial neural network (ANN)-assisted skin suture teaching, which included theoretical lectures, video viewing, hands-on demonstration, ANN-supported supervised practice, and assessment and evaluation. Meanwhile, the control group was instructed via traditional teaching methods consisting of theoretical lectures, video viewing, hands-on demonstration, and assessment and evaluation. This study aimed to compare the differences between traditional teaching methods and ANN-integrated teaching, and to analyze their impacts on students' post-training operational performance and teaching satisfaction. **Results** The total scores of both groups of trainees were significantly higher after training than before, and the total score of the experimental group was higher than that of the control group ($P < 0.001$); the teaching satisfaction rating of the experimental group was higher than that of the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** The application of artificial neural networks significantly improved the quality of skin aesthetic surgery teaching, providing a new approach and method for medical education.

Key words: artificial neural networks; artificial intelligence; cosmetic skin suture; surgery teaching

皮肤缝合是外科基本操作技能之一, 对于医学生和临床医生来说至关重要。随着技术进步, 除传统手术外也

出现了激光切割技术, 术后缝合依然必不可少^[1]。患者对术后皮肤缝合的美观程度要求日益提高, 对皮肤美容缝合

基金项目: 北京市卫生健康科技成果和适宜技术推广项目(编号: BHTPP2024073); 北京积水潭医院人才培养计划“学科新星”(编号: XKXX202217); 首都医科大学教育教学改革研究课题(编号: 2025JYY234)

通信作者: 武江, 主治医师; 研究方向为瘢痕的综合治疗。E-mail: 2623123184@qq.com

第一作者: 王珏, 副主任医师; 研究方向为瘢痕的综合治疗、人工智能的整形外科应用。E-mail: 13520802256@163.com

的医疗需求愈发迫切。术后皮肤美容缝合教学主要依靠教师的示范和学生的反复练习,但这种方法存在一定的局限性,如教学效率低、学生个体差异难以兼顾等。随着科技的发展,人工神经网络作为一种强大的机器学习技术,为皮肤缝合教学带来了新的机遇。

人工神经网络是由大量处理单元相互连接而成的复杂网络系统,具有自学习、自适应和非线性映射等特点^[2-3]。在医学教育中,人工神经网络可以通过对大量皮肤美容缝合案例的学习,建立缝合模式与效果之间的关系模型,为学生提供个性化的学习指导。

1 资料和方法

1.1 一般资料:采用前瞻性队列研究方法,纳入2020年3月-2023年3月中国人民解放军总医院第四医学中心和首都医科大学附属北京积水潭医院整形外科零基础学员(外科硕士研究生和本科大四实习生)进行皮肤美容缝合操作训练,入组共60名,男36名,女24名;年龄22~28岁,平均年龄23.8岁。

1.2 纳入和排除标准

1.2.1 纳入标准:①未参加过整形外科手术培训;②对皮肤美容缝合技术感兴趣。

1.2.2 排除标准:①临床中有独立进行过整形外科手术或皮肤美容缝合;②因工作、学习或其他原因无法全程完整参加培训。

1.3 方法

1.3.1 人工神经网络ANN辅助教学系统的构建:主要设备包括、NDI Polaris相机、Windows电脑、显示器等硬件和人工神经网络等软件^[4-5]。选取8名有10年以上经验整形外科手术经验的专家作为经验丰富医师,8名皮肤缝合零操作经验的外科硕士研究生作为有经验医师,8名医学院学习外科学总论的医学生作为无经验者。24名参与者在5 d内,使用硅胶皮肤模型、外科缝针、缝合线、持针器等皮肤缝合训练工具,针对皮肤间断缝合、皮下缝合、皮内缝合、打结操作4个项目任务每天训练3 h,通过NDI Polaris Vicra光学位置跟踪系统,用于跟踪附在特定应用工具上的有源或无源标志的3D位点,确定在特定跟踪范围内的工具的位置和方向^[6],从而记录经验丰富医师、有经验医师和无经验者在4个项目中的操作手法和熟练程度,收集大量实际操作数据构建人工神经网络,并得出函数评估的参数和输出结论。在数据验证中,该教学工具通过记录操作者的操作手法,与数据库进行匹配,可得出操作者的操作水平更接近于经验丰富医师、有经验医师和无经验者哪个级别,并可对各个操作环节进行评价,从而指导操作者在哪个环节需要改进。人工神经网络辅助皮肤美容缝合教学系统示意图(见图1)。

1.3.2 学员分组方法:采用分层区组随机化法,将学员根据身份分层(外科研究生、实习生),使用SAS 9.4 (Statistical Analysis System)生成随机化分组序列,

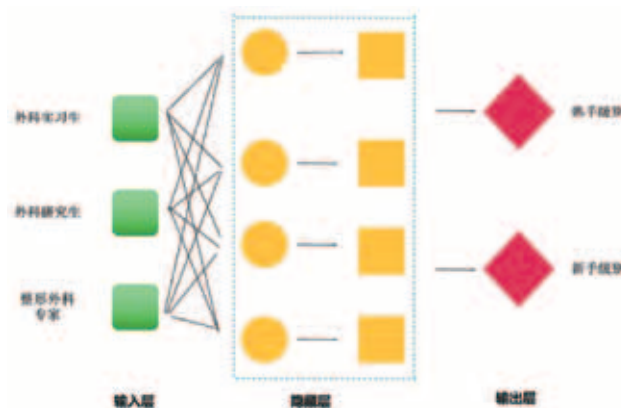


图1 人工神经网络辅助皮肤美容缝合教学系统示意图

将学员分入实验组和对照组。

1.3.3 教学方法:两组学员均采用理论授课、观看视频、操作示范、模型实操练习、考核评价的方案进行训练。理论授课由1名手术与教学经验丰富的整形外科医师对两组学员同时进行授课,时间为2学时。两组学员统一观看教学视频,熟悉皮肤缝合的操作技巧,时间为1学时。操作示范教师由具有10年以上皮肤缝合手术经验的整形外科医师担任,分别对皮肤间断缝合、皮下缝合、皮内缝合、打结操作进行操作示范和技巧讲解,时间为1学时。

1.3.4 实操前测试:授课结束后,两组学员开始进行训练前测试,依次完成间断缝合、皮下缝合、皮内缝合、打结操作任务获得训练前操作成绩。

1.3.5 模型实操训练:训练前考核完成后,两组学员分别进行模型实操练习,内容均为皮肤间断缝合、皮下缝合、皮内缝合、打结操作4项,每天训练2 h,共训练5 d,总计10 h。实验组学员在模型实操环节使用人工神经网络ANN辅助教学系统进行督导训练,对照组学员则自行练习。

1.3.6 考核内容:培训完毕后次日进行最终考核,记录培训后操作成绩。为减少主观因素带来的误差,培训前的考核和培训后的考核由同一组2名医师进行监考打分,共同商定考生各项目成绩,且在培训后考核采取单盲方式,即参与打分的医师不知道学员属于何组别。

1.4 评价指标

1.4.1 皮肤缝合操作成绩:根据4项皮肤缝合训练任务(间断缝合、皮下缝合、皮内缝合、打结)考核操作。每项任务的成绩均为100分,总成绩为400分。在实操训练开始前进行全体学员的培训前考核,比较两组学员间总成绩。

1.4.1.1 间断缝合、皮下缝合:器材选择(5分)、持针器的使用姿势(5分)、镊子的使用姿势(5分)、进出针方向(25分)、缝合技能(35分)、对合情况(20分)、操作时间(5分)。

1.4.1.2 皮内缝合:器材选择(5分)、持针器的使用姿势(5分)、镊子的使用姿势(5分)、进出针方向(40分)、对合情况(40分)、操作时间(5分)。

1.4.1.3 打结：组织贴合度（40分）、线结牢靠度（40分）、操作时间（20分）^[7]。

1.4.2 教学满意度评价：对所有学员进行自拟问卷调查，对教学方式能否提高美容缝合技能，培训方法接受度，教学效率和最佳教学效果环节进行教学满意度评价。

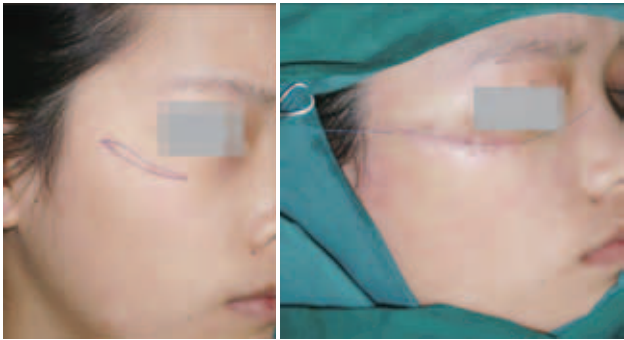
1.5 统计学分析：采用SPSS 26.0统计软件，正态分布的计量资料以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组内培训前后比较采用配对 t 检验，组间比较采用独立样本 t 检验。分类变量检验采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 培训成绩：实验组学员培训前总成绩（294.57±18.65）分，培训后总成绩为（333.57±14.30）分。培训后总成绩比培训前总成绩提高（39.00±12.43）分（ $t=17.179, P<0.001$ ）。对照组学员培训前总成绩为（289.40±17.19）分，培训后总成绩为（318.33±9.17）分。培训后总成绩比培训前总成绩提高（28.93±15.25）分（ $t=5.830, P<0.001$ ）。实验组学员相比对照组学员培训后总成绩平均提高（10.07±3.73）分（ $t=10.391, P<0.001$ ）。

2.2 技能掌握程度：两组学员在接受培训任务后，其操作技能掌握评分较培训前均有提高（ $P<0.05$ ），且实验组培训后分值提高较对照组高（ $P<0.05$ ）。见表1。

2.3 教学满意度：对所有学员在接受培训任务后进行满意度测评。实验组学员认为教学方式能明显提高美容缝合技能的占比为96.67%，认为能有效提高美容缝合技能的占比为3.33%，对照组相应比例为86.67%和13.33%，其差异有统计学意义（ $\chi^2=6.793, P<0.05$ ）；实验组学员认为此次培训程度非常容易接受且高效的占比为93.33%，认为容易接受且有效的为6.67%，对照组相应比例为83.33%和16.67%，差异有统计学意义（ $\chi^2=4.735, P<0.05$ ）；实验组学员认为培训各环节中，实物操作教学效果最好的占比为100%，对照组学员该比例为90%。实验组学员皮肤美容缝合操作案例，见图2。



注：实验组学员可正确进行美容器材选择，皮下缝合和皮内缝合的进出针方向、缝合技能掌握较为熟练，切口对合佳

图2 实验组经过培训后的入组学员进行皮肤美容操作案例

3 讨论

皮肤缝合是一项非常重要的外科基本功，是每位外科医生必须掌握的一项基本临床技能。随着皮肤缝合技术的发展和人们对美需求的提高，皮肤美容缝合受到越来越多手术相关学科的重视。医学生学习皮肤缝合主要包括2个阶段：外科总论的缝合技能培训和外科实习手术中的皮肤缝合。然而在外科医学技能教学中，我国依然沿用了传统的理论授课、视频学习、现场操作示范和模拟缝皮训练，由于教学老师担任的临床工作较为繁忙，学生缺乏老师指导的有效练习；在外科实习手术中，外科医师操作时往往重视脏器操作，忽视皮肤缝合，在临床工作中使用缝合皮钉以缩短手术时间，实习的医学生和住培医生得不到正确的培养且缺乏缝合动手机会，导致缺乏外科缝合的基本理念且缝合基础较差，未来的临床工作进行皮肤缝合操作时易出现缝合不规范、缝线选择错误、组织层次不清等问题，易致使切口皮下各层组织错位对合或遗留死腔，引起患者术后切口疼痛不适，甚至切口裂开等严重并发症^[8]。因此，在医学教学中，如何有效地帮助医学生扎实缝合操作基础并提高外科缝合技能，是外科教学遇到的一个重大难题。

表1 两组治疗前后技能掌握评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	时间	间断缝合			皮下缝合			皮内缝合	
		进出针	缝合技能	对合情况	进出针	缝合技能	对合情况	进出针	对合情况
实验组	培训前	17.33±3.14	25.67±3.41	12.17±2.45	17.17±3.12	24.83±3.07	11.50±2.33	28.67±3.19	28.5±2.98
	培训后	20.50±2.73*	29.17±2.31*	15.33±1.83*	20.17±2.45*	25.67±2.86*	14.50±3.31*	31.17±3.87*	30.67±3.65*
	提高	3.17±2.45	3.50±3.51	3.17±2.78	3.00±2.49	0.83±1.90	3.00±2.48	2.50±2.54	3.16±3.39
	t 值	7.077	5.460	6.238	6.595	2.408	6.596	5.385	3.496
对照组	培训前	16.83±2.78	24.00±3.57	11.50±2.33	16.67±2.73	22.50±3.15	10.83±1.90	28.17±2.78	28.67±3.70
	培训后	19.00±2.42	25.67±3.54	14.10±2.31	19.17±2.96	25.50±2.74	14.33±1.73	30.00±2.94	30.00±3.71
	提高	2.17±2.52	1.67±2.73	2.67±2.86	2.50±3.15	3.00±3.37	3.50±2.33	1.83±2.78	1.33±3.46
	t 值	4.709	3.340	5.113	4.349	4.871	8.226	3.612	2.112
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.023	<0.001	<0.001	0.002

注：*表示与同期对照组比较， $P < 0.05$ 。

人工智能在医学领域中的相关应用逐渐增多^[9],其中人工神经网络是机器深度学习的一种类型^[10]。近年来,人工神经网络的研究工作不断深入,已经取得了很大的进展,其在模式识别、智能机器人、自动控制、预测估计、生物、医学、经济等领域已成功地解决了许多现代计算机难以解决的实际问题,表现出了良好的智能特性。其中,人工神经网络在临床医学的研究成果亮眼。在疾病诊断与治疗等过程中,信息检测和分析等诸多方面都存在着复杂的非线性联系,而人工神经网络能有效地处理非线性问题,因此应用人工神经网络解决这些非线性问题具有特殊意义。人工神经网络在疾病诊断中多用于对疾病的早期判断,在医学影像中多用于影像资料的辨识及病症初步诊断,在疾病预后中多用于生存期的预估与疾病发展的判断,在临床决策分析中常用于个体化诊疗^[11-12]。此外,有研究已经将人工智能网络用于医学教学。郭壹泰等^[13]选取158名腹腔镜零基础学员进行前瞻性研究,用两组学员培训后腹腔镜模拟器成绩提高程度比较,探讨人工神经网络在腹腔镜操作培训中的应用价值。结果显示腹腔镜操作培训中引入人工神经网络可以增强培训效果。

本研究针对缺乏充足有效训练方式的医学生,基于人工神经网络,建立高效、准确的人工智能教学系统,解决没有老师的指导,学生训练效果低下、容易养成不正确的操作习惯等问题。人工神经网络辅助教学系统,录入优秀外科医师的大量操作运动轨迹,以此作为医学生学习和效仿的目标,并且能客观评估和分类医学生的操作水平,给予实时反馈,由此可促进学生不断练习,缩短掌握皮肤缝合基本操作的所需时间。人工神经网络在皮肤美容缝合教学中的优势:①虚拟仿真练习:提供模拟环境,让学生在安全的条件下进行反复练习,提高缝合的技能水平;②实时反馈:对学生的缝合操作进行实时评估和反馈,帮助学生及时发现问题并进行改进;③个性化教学:能够根据学生的学习情况提供个性化的学习建议,满足不同学生的需求。

在研究过程中,本研究发现人工神经网络的医学教学应用也存在一些问题。①数据质量问题:人工神经网络的性能依赖于大量高质量的训练数据。在收集和整理皮肤美容缝合案例时,要确保数据的准确性和完整性。②技术门槛问题:人工神经网络的应用需要一定的技术支持和专业知识。医学院校应加强教师培训,提高教师的信息技术水平。

本研究表明,人工神经网络在皮肤缝合教学中具有显著的应用效果。利用该系统客观评估和分类学习者的操作水平和教学满意度,给予实时反馈,由此可以促进学员不断练习,提高皮肤缝合操作水平并缩短掌握缝合技术所需时间。人工神经网络为医学教育改革提供了新的思路和方法,在未来的教学中,应进一步探索和完善人工神经网络在皮肤缝合教学中的应用,以提高医学教育质量,培养更多优秀的医学人才。

声明:本文中所有病例图片的使用均已获得患者知情同意。

[参考文献]

- [1]王珏,武江,宋慧峰,等.超脉冲CO₂点阵激光治疗轻中度眶周老化的效果[J].中华医学美容杂志,2021,27(4):305-309.
- [2]Mantelakis A, Khajuria A. Developing machine learning algorithms to support patient-centered, value-based carpal tunnel decompression surgery[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2022, 10(8):e4494.
- [3]Nogueira R, Eguchi M, Kasmirski J, et al. Machine learning, deep learning, artificial intelligence and aesthetic plastic surgery: a qualitative systematic review[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2025, 49(1):389-399.
- [4]Li Y. Artificial neural network model for indoor decoration intelligence calculation and automation design[J]. *Comput Intell Neurosci*, 2022, 2022:2246211.
- [5]Kowalewski K F, Garrow C R, Schmidt M W, et al. Sensor-based machine learning for workflow detection and as key to detect expert level in laparoscopic suturing and knot-tying[J]. *Surg Endosc*, 2019,33(11):3732-3740.
- [6]Chae Y S, Lee S H, Lee H K, et al. Optical coordinate tracking system using afocal optics for image-guided surgery[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2015,10(2):231-241.
- [7]何林,舒茂国,王瑞,等.皮肤美容缝合在外科住培中的教学实践[J].中国继续医学教育,2022,14(13):117-121.
- [8]Palmer J, Nguyen G, Levin M R, et al. A novel method for strabismus surgery education using an asynchronous video module[J]. *J AAPOS*, 2022,26(4):218-220.
- [9]Combi C, Amico B, Bellazzi R, et al. A manifesto on explainability for artificial intelligence in medicine[J]. *Artif Intell Med*, 2022, 133:102423.
- [10]LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning[J]. *Nature*, 2015, 521(7553):436-444.
- [11]Ren M H, Yang H Z, Lai Q Y, et al. MRI-based radiomics analysis for predicting the EGFR mutation based on thoracic spinal metastases in lung adenocarcinoma patients[J]. *Med Phys*, 2021, 48(9):5142-5151.
- [12]Hopkins B S, Mazmudar A, Driscoll C, et al. Using artificial intelligence (AI) to predict postoperative surgical site infection: A retrospective cohort of 4046 posterior spinal fusions[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2020, 192:105718.
- [13]郭壹泰,刘泽宇,欧晏娇,等.人工神经网络在腹腔镜操作培训中的应用价值[J].中华消化外科杂志,2020,19(6):660-665.

[收稿日期]2025-08-01

本文引用格式:王珏,石浩楠,杨锴,等.人工神经网络在皮肤美容缝合教学中的应用研究[J].中国美容医学,2026,35(3):124-127.