·临床教学·

基于数字化骨科技术的 CBL 教学在脊柱后凸畸形临床教学中的应用

荣志刚　张承旻　陈灿　许建中　罗飞
陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院骨科,重庆　400038
通信作者:罗飞,Email:luofei1350@163.com

【摘要】　**目的**　探讨虚拟人体重建和 3D 打印的数字化骨科技术融入到临床研究生脊柱后凸畸形 CBL 教学中的可行性和优越性。**方法**　选取在我科参加住院医师规范化培训的专业学位硕士,随机分为实验组和对照组(各 15 人),授课内容为典型脊柱后凸畸形病例。实验组采用基于数字化骨科技术的 CBL 教学,先后进行小班理论讲授、模型讲解、分组讨论、术前手术设计、手术观摩及具体问题提问抽答等;对照组采用传统教学进行大班理论授课。课后分别对两组学员进行教学效果的评估。运用 SPSS 25.0 进行 t 检验。**结果**　针对强直性脊柱炎伴脊柱后凸畸形和脊柱半椎体伴脊柱后凸畸形教学而言,实验组学生的课堂兴趣满意度、理论知识掌握度、手术方案理解度得分分别为(9.4 ± 0.2)、(91.1 ± 3.8)、(91.5 ± 3.5);对照组学生的课堂兴趣满意度、理论知识掌握度、手术方案理解度得分分别为(8.2 ± 0.4)、(82.1 ± 3.5)、(83.1 ± 4.7)。组间差异有统计学意义(P<0.05)。**结论**　在脊柱后凸畸形的教学中,基于数字化骨科技术的 CBL 教学优于传统教学,有利于提升学生临床技能。

【关键词】　数字化骨科技术;　CBL 教学;　脊柱后凸畸形
【中图分类号】　R-05
基金项目:中国学位与研究生教育学会医学专业工作委员会教改课题(B2-YX20190302-10);陆军军医大学研究生教育教改研究重点项目(2018yjgA005)
DOI:10.3760/cma.j.cn116021-20190827-00193

Application of CBL teaching based on digital orthopedic technology in clinical teaching of kyphosis

Rong Zhigang, Zhang Chengmin, Chen Can, Xu Jianzhong, Luo Fei
Department of Orthopaedics, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing 400038, China
Corresponding author: Luo Fei, Email: luofei1350@163.com

【**Abstract**】　**Objective**　To explore the feasibility and superiority of applying digital orthopedic technology of virtual human reconstruction and 3D printing to CBL teaching of kyphosis for clinical postgraduates. **Methods**　Thirty postgraduates of professional degree participated in the standardized training of resident doctors in our department were randomized into the experimental group (New CBL teaching mode group) and the control group (traditional teaching mode group) with 15 students in each group, and the two groups were taught differently (the teaching content was two typical cases of kyphosis). Among them, the experimental group adopted the new CBL teaching mode, and successively conducted small class theory teaching, model explanation, group discussion, preoperative design, surgery observation and specific questions and answers, etc. The control group only used the traditional method to teach theory in a large class. The teaching effect of the two groups was evaluated in t test by SPSS 25.0. **Results**　For the teaching of patients with ankylosing spondylitis and kyphosis, scores of the satisfaction with class interest, mastery of theoretical knowledge and understanding of operation plan in the experimental group were (9.4 ± 0.2), (91.1 ± 3.8), and (91.5 ± 3.5) respectively, and those in the control group were (8.2 ± 0.4), (82.1 ± 3.5) and (83.1 ± 4.7) respectively, with statistical significance (P<0.05). **Conclusion**　In the teaching of kyphosis, the

CBL teaching mode based on digital orthopedic technology is superior to the traditional teaching mode, which is conducive to improving clinical skills for students.

【**Key words**】 Digital orthopedic technology;　CBL teaching;　Kyphosis

Fund program: National Education Steering Committee for Medical Professional Degree Graduate Student (Medical Professional Working Committee of Chinese Academic Degree and Graduate Education Society)(B2-YX20190302-10); Key Project of Postgraduate Education and Teaching Reform in Army Military Medical University(2018yjgA005)

DOI:10.3760/cma.j.cn116021-20190827-00193

脊柱后凸畸形是常见的脊柱畸形之一,对人类身心健康及生活造成了严重影响[1]。随着脊柱外科手术技术的不断进步,用于矫正脊柱后凸畸形的各种术式应运而生,这也是脊柱外科教学的重中之重。脊柱后凸畸形理论知识复杂、难懂,加之因其分型的繁多且与解剖学密切相关,对年轻医师的解剖基础及空间思维能力要求极高。传统教学借助教材备课、幻灯片投影以及图片进行大班教学,然后组织学员分小组讨论、在病房或手术室进行见习实习,教学效果和学习效率均不理想[2]。

随着电子信息技术的迅猛发展,计算机技术、数字骨科技术和医学影像学也随之飞速进步,将各医学数据数字化并应用于临床,是临床教学改革研究与应用的热点[3]。本研究将数字化人体模拟重建可视技术、3D 打印技术及 CBL 教学结合应用于骨科研究生临床教学中,取得了很好的效果。

1　对象与方法

1.1　研究对象

选取从 2019 年 1 月至 2019 年 10 月在陆军军医大学第一附属医院骨科参加住院医师规范化培训的专业学位硕士研究生(专业不限)30 名,将其随机分为实验组(基于数字化骨科技术的 CBL 教学)和对照组(传统教学)各 15 人,两组研究生在性别、年龄等方面控制一致。由同一有带教资质的教师对两组学员分别授课,授课内容为 2 例典型脊柱后凸畸形病例(1 例强直性脊柱炎伴脊柱后凸畸形,1 例脊柱半椎体伴脊柱后凸畸形),病例均提前选定,病历资料、影像学检查及实验室检验完整(图 1、图 2)。

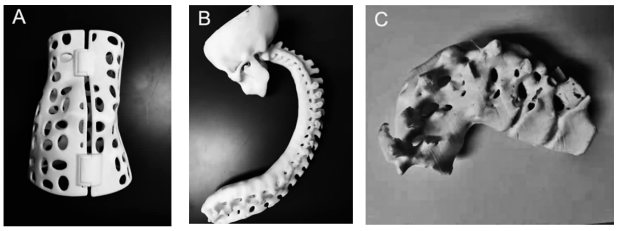


图 1　3D 打印技术应用于支具定制及畸形模型

1.2　教学方法

实验组学员采用基于 INFINITT PACS 阅片系统、多媒体电脑、3D 打印模型、Surgimap 等数字化骨科技术的新型 CBL 教学模式,先后进行小班理论讲授(内容包括疾病病因、发生发展、临床表现、诊断、鉴别诊断、治疗方案等基本理论知识)、借助模型讲解、分小组讨论、术前手术设计(主要包括手术目的、手术原则、截骨矫形角度及融合节段、置钉注意事项、预期治疗效果等)、手术过程观摩、具体问题提问抽答及答疑等。

对照组仅采用教材、板书、PPT 等传统方法进行大班理论授课。

1.3　评价方法

在教学活动结束后,分别对两组学员进行教学效果的评估:借助问卷调查的方式评价课堂兴趣满

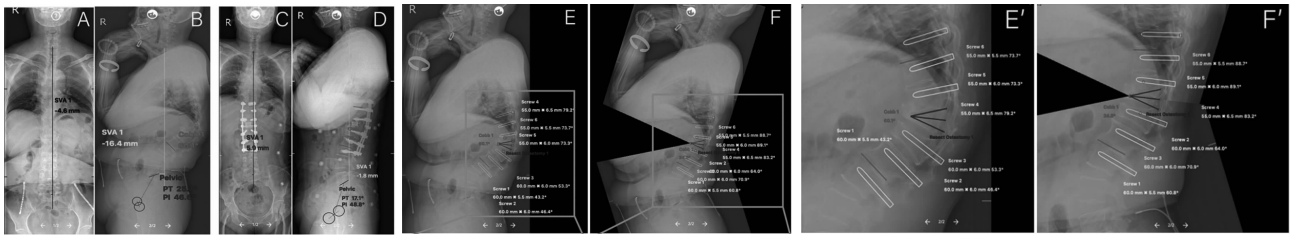


图 2　Surgimap 软件测量影像学参数及手术计划

意度(内容包括学习兴趣、学习积极性、课堂活跃度及师生互动等,满分 10)、采取试卷考试考核的方式评估理论知识掌握度(满分 100)、采用带教教师提问打分的方式衡量手术方案理解度(满分 100)。

1.4 统计学方法

运用 SPSS 25.0 软件进行数据处理，计量数据以(均数 ± 标准差)表示,组间差异性比较采用独立样本双侧 t 检验。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 课堂兴趣满意度结果

在 2 例典型脊柱后凸畸形病例教学过程中,实验组学员课堂兴趣满意度均高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)(表 1)。

表 1 两组学员的课堂兴趣满意度比较[($\bar{x} \pm s$),分]

组别	强直性脊柱炎伴脊柱后凸畸形	脊柱半椎体伴脊柱后凸畸形
实验组	9.4 ± 0.2	9.3 ± 0.4
对照组	8.2 ± 0.4	8.1 ± 0.3
t 值	−10.792	9.258
P 值	< 0.001	< 0.001

2.2 理论知识掌握度结果

在 2 例脊柱后凸畸形病例教学活动后,采用闭卷方式进行理论考核,结果显示实验组学员理论知识成绩高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)(表 2)。

表 2 两组学员的理论知识掌握度比较[($\bar{x} \pm s$),分]

组别	强直性脊柱炎伴脊柱后凸畸形	脊柱半椎体伴脊柱后凸畸形
实验组	91.1 ± 3.8	92.1 ± 4.5
对照组	82.1 ± 3.5	80.7 ± 4.0
t 值	−6.724	−4.565
P 值	< 0.001	< 0.001

2.3 手术方案理解度结果

采用模型演示、软件模拟及提问回答等方式对 2 例脊柱后凸畸形病例进行手术方案设计掌握的评估,结果显示实验组成绩均高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)(表 3)。

表 3 两组学员的手术方案理解度比较[($\bar{x} \pm s$),分]

组别	强直性脊柱炎伴脊柱后凸畸形	脊柱半椎体伴脊柱后凸畸形
实验组	91.5 ± 3.5	92.6 ± 4.0
对照组	83.1 ± 4.7	81.9 ± 4.4
t 值	5.583	6.993
P 值	< 0.001	< 0.001

3 讨论

3.1 基于数字化骨科技术的 CBL 教学有助于提升学生学习兴趣、加深对基本知识的理解

脊柱后凸畸形是由各种原因引起的脊柱向后异常凸出,使脊柱本身及其附属组织解剖形态改变的一种疾病。它是涵盖矢状位、冠状位及轴状位三维平面的脊柱畸形,其病因复杂、分类烦琐。由于部分脊柱后凸畸形不仅体现在单纯的矢状面后凸上,而且伴有旋转畸形甚至涉及小关节、椎板等结构的紊乱。对于部分空间想象能力较差的研究生来说,难以在大脑中构想出畸形的具体外观,理解吃力,造成对基本知识的理解掌握不牢、有偏差,而且会觉得枯燥乏味、兴趣不浓,学习效率低下。研究表明,CBL 教学结合 3D-Body 解剖等软件应用于骨科临床教学中能有效激发学生的学习兴趣,调动学生学习的主观能动性,提高学生的自学能力和独立分析解决问题的能力,教学效果良好[4]。故研究者认为基于数字化骨科技术的 CBL 教学应用于脊柱后凸畸形的教学中也能获得同样的效果。实践证明,该教学不仅能在电脑上重建出后凸畸形的三维图像,而后导出数据进行 3D 模型打印,供学生直观地观看;而且能针对临床工作中遇到的脊柱后凸畸形具体类型(case)或问题(problem),结合数字化重建技术及 3D 打印技术,加深学生对每种类型的理解。例如,对强直性脊柱炎导致脊柱后凸畸形而言,通过数字化骨科及 3D 打印技术,能将其早期椎体呈“方形椎”及中后期相邻椎体连合、形成椎体间骨桥、呈最有特征的“竹节样脊柱”形象生动地展现在学生面前。对脊柱结核造成的后凸畸形而言,该教学能将结核病灶侵犯、形成局部“角状”后凸畸形具体化,从而帮助学生进一步理解由于椎体之间彼此发生融和,但椎弓根和后方结构(包括关节突关节、椎板、棘突等)依然存在,因此脊柱结核常并发脊髓的压迫而导致截瘫的原理。

3.2 基于数字化骨科技术的 CBL 教学可指导手术方案的设计、巩固理论知识的应用

脊柱后凸畸形矫形术是一个涉及三维空间、节段性应力分配旋转的矫正,操作既复杂而又精细,若手术指征掌握准确,手术方式设计合理,术中操作细致,大多能获得良好的效果,否则难以达到预期目的。从术前参数测量到手术方案的设计,过程烦琐,工作量较大,传统的授课方式往往难以获得满意的效果,很多学生课后反映对三维矫正手术原理、方案

理解不够透彻。而该教学能将传统单一、静态的教学方式变为综合、动态、形象生动的教学形式，不仅使参数的测量变得更加方便、准确，节省了时间、提高了效率，而且对手术方案的设计更加容易理解。

众所周知，脊柱后凸畸形术前影像学测量对手术方案的设计至关重要，针对不同程度的弯曲度，按照术前脊柱全长正侧位 X 线片、CT 及 MRI 等检查定位，可对责任椎体横径或矢状径计算出所要截骨的多少。例如，对于强直性脊柱炎，由于其脊柱功能代偿少，活动度差，不论后凸或侧凸，都需按照侧后凸的弯曲度，兼顾矫形后颌眉角变化对患者视野功能的影响；设计需矫正的度数、需要融合固定的节段、需要截骨的责任椎骨；选择在哪个椎体为手术点；在手术点处，按上述方法，在 X 线片上测算出后凸角的度数，然后预算出切除椎骨的高度、角度等。在术前通过手术模拟就能直观地看到术后的矫形效果，便于加深学生对手术方式设计的理解掌握。在影像学测量方面已有研究表明，由美国 Nemaris 公司研发的 Surgimap 软件测量 Cobb 角优于传统测量法，具有效率高、学习曲线短、数据可统一导出等优势[5]，对于矢状面、冠状面平衡及骨盆参数的测量帮助甚大。另外，3D 打印及计算机辅助技术不仅能清楚地阐释脊柱后凸畸形的特点，结合畸形情况让年轻医师明白后凸畸形发生的病因与原理（尤其是能准确定位造成畸形的责任椎体）；而且能计算矫正宽度、矫正度数，较为准确地运用于手术当中，收到良好的效果。

3.3 基于数字化骨科技术的 CBL 教学有利于总结经验，启发扩展学习思维

在脊柱后凸畸形矫形术后，常常难免会出现许多的并发症，比如说内固定器的失效（椎弓根螺钉松动、断裂等）、影像学表现冠状面及矢状面的失衡、近端交界性后凸畸形（proximal junctional kyphosis，PJK）和近端交界性失败（proximal junctional failure，PJF）的发生等[6]。很多学生在教学中表示很难理解以上并发症的发生原理、发展演变及结果。该教学可以结合术后随访过程中出现并发症的具体病例进行针对性教学，运用数字化骨科技术，使内固定松动断裂失效的具体位置、应力分布直观地展现在面前，分析其失效的原因及其是否与临床症状相关；借助 3D 打印技术及 Surgimap 软件测量，将各个参数数值具体化，可以很好地阐释矢状位、冠状位失衡的原理及其严重程度，为下一步治疗方案（保守、翻修手术、翻修方式的确定）提供理论支撑；同时，该教学对于认识 PJK 发生的危险因素（上端固定椎使用椎弓根螺钉内固定的位置、融合节段的长短、是否过度矫形、术前术后腰椎前凸角（LL）变化>30°等脊柱矢状面参数异常等）、合理选择融合节段、手术中保护后韧带复合体（PLC）结构、恢复脊柱正常生理曲度以及保持躯干平衡等行之有效。这样一来，不仅能加深学生们对脊柱后凸畸形典型病例及失败案例的理解掌握、利于总结经验；而且能扩展知识面，启发思维，不断触类旁通，将其应用于骨科教学的其他各个方面。

虽然，将数字化骨科技术及 CBL 教学结合起来使得教学变得多样化、生动化、具体化，取得了很好的效果。但在教学过程中也感觉所投入的教学资源成本比较高（比如课前筹备时间比较长、仪器材料及软件价格不菲等），重点、典型模型模具的建立还很欠缺，加之数字医学软件（比如 Surgimap 软件、3D-Body 软件等）在年轻医师群体中的普及程度不够，使得课外时间巩固复习不足，有时未能达到教学效果远期持续的效果。下一步，将结合具体的脊柱后凸畸形典型病例，加大师资投入，不断完善各个病例的数字化数据，建立经典模型，留档存案，将其应用于临床教学的各个环节中；同时注意重点培养针对性教学师资力量，专人专教，增强课堂师生互动性，提高教学熟练度。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明　荣志刚：确定研究题目、提出论文构思及撰写、修改论文；张承旻、陈灿：协助构思、查阅文献；许建中、罗飞：总体把关、审校论文

参考文献

[1] Newton PO, Marks M, Faro F, et al. Use of video-assisted thoracoscopic surgery to reduce perioperative morbidity in scoliosis surgery [J]. Spine, 2003, 28(20S Suppl): S249-S254. DOI: 10.1097/01.BRS.0000092475.04293.F5.

[2] 周许辉，王策，潘碧波，等. 脊柱畸形三维矫正术网络课程的制作与应用[J]. 卫生职业教育，2014，32(5)：43-44.

[3] 漆白文，袁莹. 数字化虚拟可视技术在骨科教学中的应用研究[J]. 现代医学与健康研究，2018(1)：185-186.

[4] 张衡，刘扬，姜靓翎，等. CBL 教学模式结合 3D-Body 解剖软件在骨科临床教学中的应用[J]. 中华全科医学，2018，16(12)：2088-2091. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.000569.

[5] 蒋戚，李博，陈锴，等. Surgimap 软件测量青少年特发性脊柱侧凸 Cobb 角的可行性研究[J]. 第二军医大学学报，2019，40(4)：372-376. DOI: 10.16781/j.0258-879x.2019.04.0372.

[6] 杨森，许建中，罗飞. 数字骨科技术在临床型研究生教学中的应用[J]. 中国病案，2019，20(9)：71-74.

（收稿日期：2019-08-27）
（本文编辑：唐宗顺）