·医学培训·

超声引导下星状神经节阻滞学习曲线的建立与分析

时蓉　马丹旭　杨宜南　戈晓东　王云

星状神经节阻滞(stellate ganglion block, SGB)是麻醉科和疼痛科医师工作中必备的一项操作技术,可用于诊治多种疾病,超声引导下穿刺具有高效精准、起效迅速的特点,其中颈前外侧短轴扫描平面内入路操作简便,安全性高[1]。星状神经节位于颈长肌的外侧缘上,椎前筋膜下方,其周围分布颈动脉、椎动脉、臂丛神经等重要结构,穿刺过程中需识别并避免损伤,提高成功率。目前,对于临床医师需要操作多少次后才能够掌握超声引导下 SGB 技能尚无统一意见。学习曲线是指在一定时间内获得技能或知识的学习速率的图形化表示。累积求和分析法(cumulative summation, CUSUM)是一种定量的、个体化的分析工具[2-3],特别适用于描述分析学习发展过程,能引导初学者正确认识和掌握操作技能、学习规律[4-5]。为提高住院医师 SGB 技术熟练程度,保证临床安全性,本研究应用累积求和分析法绘制住院医师 SGB 技术学习曲线并对其进行分析,探讨住院医师掌握该项技能所需最少操作次数,为麻醉和疼痛科医师开展超声引导下 SGB 提供参考。

资料与方法

一般资料　患者或家属签署知情同意书,住院医师在上级带教医师的监督下完成操作。随机选择 2019 年 7 月至 2021 年 7 月在麻醉疼痛科进行住院医师规范化培训的住院医师。在住院医师培训之初,由同一位高年资主治医师对其进行 3 学时理论授课(包含操作视频)和 5 次现场观摩教学。每名住院医师在超声引导下实施 25 例 SGB。患者年龄≥18 岁,排除标准:BMI >35 kg/m^2、甲状腺肿大、颈部手术史、有穿刺困难史。

SGB 操作方法　所有患者仰卧位,头部置于 5 cm 高的枕头上并偏向对侧。监测 BP、SpO_2 和 ECG。穿刺入路选择颈前外侧短轴扫查下平面内后外侧向前内侧穿刺行 SGB;住院医师左手持高频线阵探头识别 C_6/C_7 横突,后将超声探头置于 C_7 横突或 C_{6-7} 间隙水平进行短轴扫查,在超声图像上识别弧形的高回声椎体骨面、颈长肌、椎动脉、颈动脉鞘等重要结构;在前斜角肌表面识别椎前筋膜,椎前筋膜从前中斜角肌表面向颈长肌表面、椎体前侧延续,定位星状神经节位于颈长肌表面,椎前筋膜深面;识别椎前筋膜后,采用“颜色”模式显示穿刺路径上的血管结构,设计并选择能够避开动脉血管的穿刺路径。住院医师右手持 22 G、5 cm 短斜面穿刺针由后外侧向前内侧进行平面内穿刺,穿刺针在椎前筋膜和颈动脉鞘之间的间隙内走行,针尖抵达椎前筋膜和颈长肌之间,回抽无血则可注入 2%利多卡因 2~4 ml。阻滞侧出现 Horner 征即为 SGB 成功的标志,具体表现为瞳孔缩小、眼睑下垂、鼻塞、皮温升高等。穿刺针未到达穿刺靶点,退至皮下或退出皮肤重新进针记为首次穿刺失败。若首次穿刺未到达靶点,住院医师可进行第 2 次穿刺;若失败则由带教医师完成操作。

观察指标　记录患者性别、年龄、BMI,住院医师操作时间(开始消毒铺巾至穿刺完成皮肤穿刺点贴上无菌敷料的时间)、首次穿刺成功例数和穿刺后并发症(手臂异感、呼吸困难和声音嘶哑)的发生情况。

统计分析　采用 SPSS 22.0 统计学软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。参考高年资主治及以上医师穿刺成功率预先设定 SGB 成功率为 95%。CUSUM 计算公式:$\delta = X_i - X_0$,X_i 为 0(穿刺成功后出现 Horner 征)或 1(穿刺针未到达靶点,退针至皮下重新进针为一次穿刺失败);X_0 设为 0.05(设定 SGB 成功率为 95%)[6-7]。绘制 11 名住院医师总的学习曲线,横坐标为操作次数,纵坐标为 CUSUM(δ 值)。使用 MATLAB 软件曲线拟合功能绘制多项式函数曲线;并计算每一次操作所对应曲线斜率(K 值)。由曲线拟合决定系数 R_2 评价曲线拟合效果。根据曲线函数式求得曲线导函数式,计算每一次操作所对应的斜率值,并计算当斜率 K=0 时所对应的横坐标 X 值以及曲线函数值即曲线峰值。在曲线峰值后的第一个 X 整数值即为疼痛科住院医师掌握超声引导下 SGB 技术的最少操作次数。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结　果

本研究共纳入 11 名住院医师,每名住院医师实施超声引导下 SGB 患者 25 例,总计 275 例次操作。每名住院医师操作的患者性别、年龄、BMI 差异无统计学意义(表 1)。

绘制 11 名住院医师总体学习曲线,横坐标为操作次数,纵坐标为 CUSUM 值(δ 值),决定系数 $R_2=0.9880$,表明曲线拟合效果满意。曲线函数式:$y=-0.0012X_3-0.0299X_2+2.0677X-1.0045$;曲线函数导函数:$y'=-0.0036X_2-0.0598X+2.0677$;由曲线函数导函数式求得当斜率 K=0 时对应的 X 值为 17.5331,在曲线峰值后的第 1 个 X 整数值即为研究对象掌握 SGB 技术所需最少的操作次数,即 SGB 穿

DOI:10.12089/jca.2023.10.020
作者单位:100020　首都医科大学附属北京朝阳医院麻醉疼痛科
通信作者:王云,Email: wangyun129@ ccmu.edu.cn

表 1　11 名住院医师在超声引导下实施 SGB 的患者的一般情况

医师序号	患者例数（例）	男/女（例）	年龄（岁）	BMI（kg/m^2）
1	25	11/14	59.8±10.1	24.6±5.3
2	25	12/13	59.5±9.6	25.0±4.7
3	25	12/13	61.3±8.9	24.8±5.0
4	25	12/13	60.9±7.8	25.1±4.9
5	25	12/13	62.1±6.9	24.7±4.3
6	25	11/14	61.5±8.2	24.7±5.6
7	25	12/13	59.7±7.5	24.9±5.2
8	25	12/13	61.0±8.3	25.1±5.2
9	25	11/14	59.5±8.6	24.8±5.1
10	25	12/13	62.5±7.8	24.7±5.0
11	25	12/13	61.2±9.1	24.8±5.0

刺所需练习的次数最少为 18 次（图 1）。

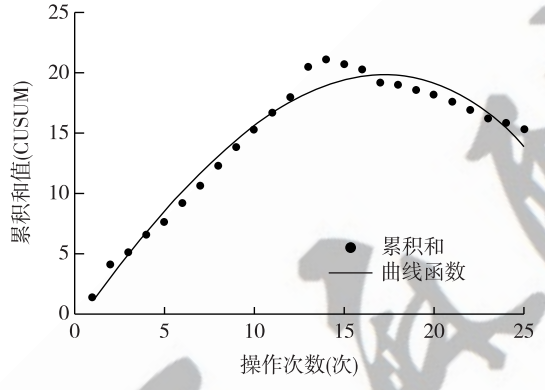

图 1　住院医师实施超声引导下 SGB 的总体学习曲线图

与操作 1~10 例比较，操作 11~20 例和 21~25 例时，操作时间明显缩短、首次穿刺成功率明显升高（$P<0.05$）。与操作 11~20 例比较，操作 21~25 例时，操作时间明显缩短、首次穿刺成功率明显升高（$P<0.05$）。不同操作次数间患者手臂异感、呼吸困难和声音嘶哑发生率差异无统计学意义（表 2）。

讨　论

SGB 是疼痛科临床工作中重要手段之一，是风险高、操作技能要求高的一项常用治疗手段。传统盲法多凭操作者的临床经验掌控，容易发生声音嘶哑等并发症，甚至有咽后血肿、全脊麻等严重并发症的报道[8]。近年来超声可视化技术提高了该技术的穿刺安全性以及成功率，但对操作者技能要求较高，需熟练掌握超声引导下平面内穿刺技术并能准确判断穿刺靶点及识别周边血管等解剖结构。因此，超声引导下 SGB 需要反复实践和不断练习才能达到熟练掌握的程度。

累积求和分析法已被广泛应用于多种麻醉操作技能学习曲线的研究中，如全麻喉罩置入学习曲线、桡动脉穿刺置管学习曲线等[9-10]。该分析法是将初学者每次操作与所设定目标值的差值依次累加，当操作达到稳定熟练程度即掌握该项操作技能时能够及时监测到该变化点，即为初学者掌握该项操作技能所需要的最少的操作次数[11]。本研究通过建立超声引导下 SGB 学习曲线，反映出初学者在技能操作中熟练度、成功率的变化和学习规律。穿刺类的操作技能主要从穿刺成功率进行评价[12]，SGB 成功的标志是 Horner 征的出现。随着操作次数的不断增加、操作技能水平不断提高和经验的累积，穿刺成功率也会大幅提升，最终操作技能也趋于稳定。所以本研究以穿刺后出现 Horner 征作为超声引导下 SGB 学习曲线的评价指标。

一项关于住院医师掌握超声引导下股神经连续置管的学习曲线的研究表明，达到熟练程度所需的操作次数为 12 例，需要更多的操作次数才能降低操作时间[13]。本研究使用的方法与该研究相似，结果显示，住院医师需要连续操作 18 次超声引导下 SGB 后才能达到可接受的 5% 的失败率，明显高于超声引导下股神经连续置管所需的最少操作次数。其原因可能是因为本研究中的受试者为清醒患者，住院医师在操作过程中易紧张，不利于对操作流程的记忆和熟悉，影响其对超声引导下 SGB 技能的快速掌握。同时，本研究的初始培训阶段未使用人体模型进行操作训练，因为模拟人训练不能真正完全代替临床实际操作，无法判断 Horner 征是否出现。

本研究结果显示，随着操作经验的增加，住院医院进行超声引导下 SGB 的操作时间明显缩短、首次穿刺成功率明显升高。这与操作者不断完成学习，并在带教医师的指导下

表 2　不同超声引导下 SGB 操作例数时操作时间、首次穿刺成功率和并发症发生情况的比较

操作例数	患者例数（例）	操作时间（min）	首次穿刺成功［例（%）］	手臂异感［例（%）］	呼吸困难［例（%）］	声音嘶哑［例（%）］
1~10 例	110	7.3±1.2	71（65.5）	4（3.6）	2（1.8）	3（2.7）
11~20 例	110	5.2±1.3[a]	86（78.2）[a]	3（2.7）	2（1.8）	2（1.8）
21~25 例	55	4.6±1.5[ab]	46（83.6）[ab]	2（3.6）	1（1.8）	1（1.8）

注：与 1~10 例比较，[a]$P<0.05$；与 11~20 例比较，[b]$P<0.05$

发现操作中存在的问题并及时纠正有关。同时,此学习曲线的建立与分析可以作为制定超声引导下星状神经节教学计划的标准,为指导带教医师帮助住院医师完成学习目标、技能提升提供量化考评依据。

综上所述,本研究应用累积求和分析法绘制超声引导下 SGB 学习曲线,并对 11 名麻醉疼痛科住院医师的学习过程进行科学分析,结果显示掌握该项技能的最少操作例数为 18 次,随着操作次数的增加,住院医师进行超声引导下 SGB 的操作时间明显缩短,首次穿刺成功率明显升高。

参 考 文 献

[1] Kim H, Song SO, Jung G. A lateral paracarotid approach for ultrasound-guided stellate ganglion block with a linear probe. J Anesth, 2017, 31(3): 458-462.

[2] Young SW, Dahiya N, Patel MD, et al. Initial accuracy of and learning curve for transvaginal ultrasound with bowel preparation for deep endometriosis in a US tertiary care center. J Minim Invasive Gynecol, 2017, 24(7): 1170-1176.

[3] Lee Y, Shin H, Kim C, et al. Learning curve-cumulative summation analysis of visual estimation of left ventricular function in novice practitioners: a STROBE-compliant article. Medicine (Baltimore), 2019, 98(14): e15191.

[4] Park SM, Kim HJ, Kim GU, et al. Learning curve for lumbar decompressive laminectomy in biportal endoscopic spinal surgery using the cumulative summation test for learning curve. World Neurosurg, 2019, 122: e1007-e1013.

[5] Kayani B, Konan S, Huq SS, et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty has a learning curve of seven cases for integration into the surgical workflow but no learning curve effect for accuracy of implant positioning. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(4): 1132-1141.

[6] Noonan CL, Monagle J, Castanelli D. Development of a multi-source feedback tool for consultant anaesthetist performance. Aust Health Rev, 2011, 35(2): 141-145.

[7] Assessing residents' operative skills for external ventricular drain placement and shunt surgery in pediatric neurosurgery. J Neurosurg Pediatr, 2017, 19(4): 377-383.

[8] Narouze S. Ultrasound-guided stellate ganglion block: safety and efficacy. Curr Pain Headache Rep, 2014, 18(6): 424.

[9] 刘敏, 敬洁, 肖力, 等. 麻醉科新护士桡动脉穿刺置管学习曲线的构建与分析. 中华护理教育, 2022, 19(4): 343-346.

[10] Nakanishi T, Sakamoto S, Yoshimura M, et al. A learning curve of LMA ProSeal insertion: a prospective analysis of cumulative sum method. J Anesth, 2020, 34(4): 554-560.

[11] van Workum F, Fransen L, Luyer MD, et al. Learning curves in minimally invasive esophagectomy. World J Gastroenterol, 2018, 24(44): 4974-4978.

[12] Howard NM, Cook DA, Hatala R, et al. Learning curves in health professions education simulation research: a systematic review. Simul Healthc, 2021, 16(2): 128-135.

[13] Kollmann-Camaiora A, Brogly N, Alsina E, et al. Use of the cumulative sum method (CUSUM) to assess the learning curves of ultrasound-guided continuous femoral nerve block. Rev Esp Anestesiol Reanim, 2017, 64(8): 453-459.

(收稿日期:2022-12-09)

·病例报道·

颈面部瘢痕挛缩患儿困难气道处理一例

石业伟　刘旸　宋涛

患儿,男,12 岁,145 cm,28 kg,因“烧伤后全身多处瘢痕挛缩致功能障碍 6 年余”入院。患儿 6 年前因不慎被汽油烧伤,恢复后出现唇颏颈胸粘连并随生长发育逐渐加重,瘢痕牵拉周围皮肤活动受限。既往史无特殊。查体:可见患儿面颈部、双上肢及前胸壁瘢痕形成,下唇-颏-颈-胸粘连,颈部极度屈曲,不能后仰抬头,下颌骨畸形,下唇外翻,不能张口闭口、开颌,上下颌间距小于一横指,双侧腋窝及左肘部瘢痕挛缩导致患儿佝偻,全身瘢痕无破溃。上下颌骨 CT 检查示:下颌骨形态欠自然、前翻。入院诊断:(1)下唇-颏-颈-胸粘连;(2)双侧腋窝瘢痕挛缩畸形;(3)左肘部、左手瘢痕挛缩畸形;(4)双耳缺失(烧伤后)。拟于全麻下行“头颈胸部皮肤瘢痕松解术”。

患儿左侧卧位由平车推入手术室,意识清楚。常规监护,HR 105 次/分,SpO_2 95%,并开放上肢静脉通道,麻醉前已充分沟通并取得患儿配合。患儿仰卧位时感严重呼吸困难,故取侧卧位行麻醉诱导。麻醉诱导前确认双侧鼻腔均通畅,面罩给氧,氧流量 6 L/min,5 min 后 SpO_2 上升至 100%后,行麻醉诱导:通过紧闭面罩吸入 8%七氟醚并静脉注射舒芬太尼 5 μg,患儿安静入睡并保留自主呼吸。意识消失后面罩辅助通气无明显气道梗阻,待呼出气七氟醚浓度达到 1.5 MAC 时行气管插管。将患儿翻至平卧位后于双侧鼻孔滴入 6%麻黄碱溶液收缩鼻黏膜血管,后使用喉麻管经双侧

DOI:10.12089/jca.2023.10.021
作者单位:550004　贵阳市,贵州医科大学附属医院麻醉科
通信作者:宋涛,Email: 1150365390@qq.com