

# 用累积和法模拟舌水肿并咽肿胀状态中两种双管喉罩的学习曲线

冯洁华<sup>1</sup> 张 俊<sup>2</sup> 潘子叶<sup>1</sup> 张 杰<sup>1</sup> 魏 宏<sup>1</sup> 罗晓敏<sup>1</sup>

1. 华中科技大学协和深圳医院麻醉与围手术期医学科, 深圳;

2. 鹏城实验室, 深圳

**摘 要** | 目的: 探讨在人体模型设置困难气道状态下, 缺乏经验的麻醉住院医师使用不同的双管喉罩 I-gel 和 Suprume 成功置入所需的尝试量, 并建立相关的学习曲线。方法: 本研究是在人体模型模拟舌水肿并咽肿胀的状态下, 让 20 名没有经验的麻醉住院医师用两种双管喉罩置入 (120 秒内), 并使用纤维支气管镜对位。喉罩置入困难程度以及模拟的仿真程度使用 10 点量表, 用累积和法生成学习曲线。结果: 20 名住院医师中有 18 人能够在使用 Suprume 的 20 次训练中, 从上面向下通过可接受的故障率边界 ( $h_0$ , 下判决边界), 尝试次数中位数为 18 [95% 置信区间 (CI) = 16.82–19.18]; 而 I-gel 有 17 人能够在 20 次尝试中, 从上面向下通过  $h_0$ , 尝试次数中位数为 17 (95% CI = 15.65–18.35)。Suprume 置入的总成功率显著高于 I-gel (362/400 和 337/400,  $p < 0.05$ )。Suprume 置入难易程度中位数为 5 (95% CI = 4.81–5.19), 而 I-gel 中位数为 7 (95% CI = 6.78–7.22),  $p < 0.05$ 。模拟的仿真性被评为中位数 6 (95% CI = 5.34–6.52)。结论: 虽然需要类似数量的尝试来达到两种双管喉罩的预定能力, 但 17 名住院医师能够获得使用 I-gel 范围的目标成功, 与 Suprume 的 18 名相比, 没有经验的麻醉住院医师发现 Suprume 置入的难度低于 I-gel。在本研究中观察到, 学员的个体差异在累积和分析中, 突出了预先对双管喉罩置入技能模拟训练成功与否的定义至关重要。学员个人技能需要得到持续发展, 技能培训中心需要提供足够的训练次数使学员达到掌握技能的目的, 学习机会应相应调整。

**关键词** | I-gel; Suprume; 累积和分析; 学习曲线; 模拟; 人体模型研究

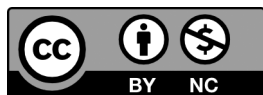
通讯作者: 冯洁华, 华中科技大学协和深圳医院, 副主任医师, 研究方向: 气道管理及模拟医学教育。

文章引用: 冯洁华, 张俊, 潘子叶, 等. 用累积和法模拟舌水肿并咽肿胀状态中两种双管喉罩的学习曲线 [J]. 临床医学前沿, 2021, 3 (3): 35–47.

<https://doi.org/10.35534/fcm.0303006>

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



双管喉罩的适应证与普通喉罩相同，但它具有更好的密封性，能更好的保护气道及建立胃肠通道<sup>[1]</sup>。一方面，因为了解喉罩基本操作技能只需很简短的培训，甚至非麻醉医师进行喉罩基本置入操作都可获得较高的成功率，所以喉罩使用的培训不被重视。另一方面，近二十多年由于喉罩使用简便且相对气管插管对患者刺激小等优势，围术期使用越来越广泛，国内至今却没有规范的喉罩使用培训，经验式使用与带教，导致使用水平参差不齐，因而增加了围术期气道管理的风险。临床工作中，麻醉专科医师首先除了需要将喉罩作为上呼吸道管理工具管理常规患者通气，而且由于双管喉罩的良好性能，更多在围术期需要将其作为机械通气工具管理<sup>[2]</sup>。其次自1993年，喉罩被ASA困难气道课题组收入困难气道处理操作指南。1996年，Dr Benmof修订ASA规则指出，对于那些由于声门上梗阻而不能进行肺通气和那些解剖异常不能插管的部分病人来说，喉罩是他们的首选。综上所述，作为麻醉专科医师，不仅满足于常规麻醉的简单的通气，而且把常规麻醉中的熟练使用喉罩，作为在处理困难气道时使用喉罩的基础。麻醉住院医师应该掌握使用双管喉罩，并在规范化培训期间获得困难气道的管理技能。由于临床上困难气道患者不常见，麻醉住院医师对于给困难气道患者使用喉罩管理气道的能力也相对薄弱，所以可以利用模拟训练来弥补这种临床训练的缺乏，同时，我们用累积和分析法（CUSUM Analysis）<sup>[3]</sup>来评估训练的效果。在这项人体模型研究中，我们旨在比较使用两种一次性双管喉罩，即I-gel和Suprume，在模拟训练的过程中获得足够能力的训练次数、评估总成功率，置入难度，以及模拟的仿真性。

## 1 材料和方法

本研究为前瞻性人体模型研究，涉及模型中的气道管理技术及气道模拟是

我们规培教学过程的一部分。经我院伦理委员会批准，我们获得了 20 名麻醉住培医师的书面知情同意。在我院麻醉基地气道管理培训技能分层递进方案中，第一阶段（第一年）学习在正常成人或模型上的气道管理技术。我们选择的麻醉住培医师为入科后的前半年，他们有在正常成人或模型上使用喉罩的经验，但没有任何在困难气道使用喉罩的经验。

我们在标准的医院手推车上使用了一个中立固定位的人体模型（科玛 Gaumard Hal S3201，美国），并模拟设置了舌水肿并咽肿胀的困难气道状态。20 名麻醉住培医师都接受了 10 分钟的两种喉罩置入演示。在这些演示中，两种喉罩型号均为 4#，使用 Supreme 时，打开喉罩外包装后保留通气罩硬壳，将通气罩腹侧置硬壳平面抽空通气罩内空气，并使用 30 ml 注射器将通气罩抽空，自动回弹后去除通气罩硬壳包装。两种喉罩均在通气罩背侧涂水溶性润滑剂后选用一根吸痰管（4.0 mm12FR × 590 mm）作为插管探条并润滑后插入食管引流管，让其顺利通过并露出约 20cm。执笔式持喉罩，先试探性把吸痰管经口盲探插进食管（若盲探失败，可在喉镜直视下置入吸痰管），然后将喉罩顺着吸痰管插入至咽底部有阻力感为止。使用压力表（Mallinckrodt Medical Athlone, Ireland）设置通气罩内压（Intracuff Pressure, ICP）在 60 cmH<sub>2</sub>O（ICP/60）。演示结束后，住培医师均进行了一次实践，置入后由同一名指导员记录纤维支气管镜检查评分<sup>[4]</sup>。记录纤维支气管镜检查评分：能见到声门全部为 4 分；看见声门和会厌后部为 3 分；看见声门和会厌前部为 2 分；未见声门，通气功能尚可为 1 分；无法看到声门，通气功能不足为 0 分，评分 ≥ 3 分为对位准确。

本研究进行 4 天，住培医师每天对 I-gel 和 Suprume 分别进行 5 次尝试。喉罩使用顺序由计算机产生的随机数字表决定。置入时间包括：通气罩排气（仅 Suprume）、润滑、放置吸痰管后，张开模拟人嘴巴至将喉罩插入至咽底部有阻力感为止。置入时间超过 120 秒或无法置入 ≥ 3 次或纤支镜证实 <3 分，符合任意一项则被定义为置入失败；同时满足三者（时间不超过 120 秒、2 次内置入、纤支镜评分 ≥ 3 分）的被定义为置入成功。在实验结束时，对喉罩置入难度和模拟仿真性进行口头评分。使用两种喉罩的难度在 1（非常简单）和 10（非常困难）之间，而评估模拟的仿真性从 1（不切实际）到 10（完全现实）。

2 统计分析

根据 CUSUM 分析构建学习曲线，结果的趋势表明在整个训练期间的学习结果及其演变。构建 CUSUM 曲线需要四个值，分别是标准类型 1 误差（ $\alpha$ ），标准类型 2 误差（ $\beta$ ），可接受失败百分比（ $p_0$ ），不可接受失败率百分比（ $p_1$ ），可以使用这些预定义的值导出绘制曲线的进一步参数<sup>[5]</sup>。表 1 显示了绘制图形表示的值和详细计算。通常， $\alpha$  和  $\beta$  值设置为 0.1，不可接受失败的百分比（ $p_1$ ）是可接受失败的百分比（ $p_0$ ）的两倍<sup>[3]</sup>。我们接受  $p_0$  为 0.25，即  $p_1$ 、 $\alpha$  和  $\beta$  分别为 0.5、0.1 和 0.1。CUSUM 图形从 0 开始，从上向下通过  $h_0$  表示受试者的成功，通过从受试者先前的 CUSUM 评分中减去 CUSUM 值  $S$  来数值表示。相反，从下向上通过不可接受故障率边界（ $h_1$ ，上判决边界）表示系统故障，这是通过将先验 CUSUM 添加到  $1-\text{CUSUM}$  来计算的。如果 CUSUM 学习曲线跨越  $h_0$ ，则受训者被认为熟练掌握此技能。如果 CUSUM 学习曲线向上并跨越不可接受的  $h_1$ ，则被认为训练不成功，这意味着故障率与可接受的故障率有很大的不同。在  $h_0$  和  $h_1$  这两行之间的学习曲线意味着不能对该学员的表现作出任何结论决定。我们计算了验证  $p_1$  和  $p_0$  的最小尝试数分别为 16 和 17。因此，我们为所有住培医师设置了每种喉罩 20 次的尝试，数据以数字（百分比）、中位数 [95% 置信区间（CI）] 或平均  $\pm$  标准差表示。使用 Wilcoxon 签名秩检验测试住培医师喉罩置入困难程度和仿真性的程度，并使用  $\chi^2$  比较两种喉罩的总成功测试， $p<0.05$  被认为具有统计学意义。

表 1 累积和分析计算

Table 1 The cusum analysis calculations

$\alpha$ （标准类型 1 误差）	假阳性	0.1
$\beta$ （标准类型 2 误差）	假阳性	0.1
$p_0$	可接受失败百分比	0.25
$p_1$	不可接受失败率百分比	0.5
$a$	$\ln((1-\beta)/\alpha)$	2.197224577
$b$	$\ln((1-\alpha)/\beta)$	2.197224577
$P$	$\ln(p_1/p_0)$	0.693147181
$Q$	$\ln((1-p_0)/(1-p_1))$	0.405465108

续表

S (CUSUM)	$Q / (P+Q)$	0.369070246
h0 (下判决边界)	$-b / (P+Q)$	-2
h1 (上判决边界)	$a / (P+Q)$	2
p0 的次数	$(h0 (1-\alpha) - \alpha h1) / (S-p0)$	16.79680743
p1 的次数	$(h1 (1-\beta) - \beta h0) / (p1-S)$	15.27536672

Suprume 有 18 人在 20 次尝试中从上面向下通过 h0；另外 2 人成功次数为 17 次，但是跨越可接受故障率所需的尝试次数 >20 次。I-gel 有 17 人在 20 次尝试中从上面向下通过 h0；另外 2 人成功次数为 17 次和 1 人为 16 次，但是跨越可接受故障率所需的尝试次数 >20 次。（如表 2）

表 2 两种喉罩个体住陪医师的结果

Table 2 The results of individual residents for the two laryngeal masks

住陪医师编号	Suprume			I-gel		
	成功次数	成功概率	Minh0	成功次数	成功概率	Minh0
1	19	0.9500	16	19	0.9500	16
2	19	0.9500	16	16	0.8000	28
3	19	0.9500	16	19	0.9500	16
4	18	0.9000	20	18	0.9000	20
5	19	0.9500	16	18	0.9000	20
6	19	0.9500	16	18	0.9000	20
7	18	0.9000	20	18	0.9000	20
8	18	0.9000	20	18	0.9000	20
9	19	0.9500	16	19	0.9500	16
10	19	0.9500	16	18	0.9000	20
11	19	0.9500	16	18	0.9000	20
12	19	0.9500	16	18	0.9000	20
13	19	0.9500	16	18	0.9000	20
14	18	0.9000	20	18	0.9000	20
15	17	0.8500	23	17	0.8500	23
16	19	0.9500	16	19	0.9500	16
17	17	0.8500	23	17	0.8500	23
18	19	0.9500	16	18	0.9000	20
19	19	0.9500	16	18	0.9000	20
20	19	0.9500	16	18	0.9000	20

注：Minh0：跨越可接受故障率 h0 所需的尝试次数。

0 表示失败, 1 表示成功。在 20 次中成功了 19 次, 训练结果序列: 0111111111111111111111 (如图 1)。

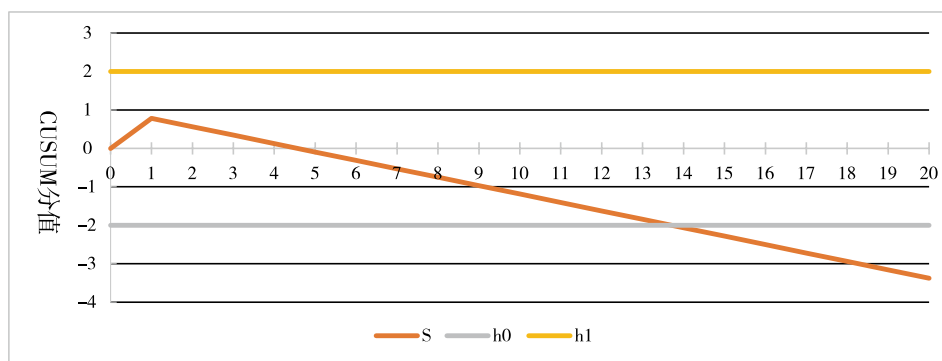


图 1 学习曲线 1

Figure 1 Learning Curve 1

在 20 次中成功了 17 次, 训练结果序列: 11101111111111110110111111111111 (如图 2)。

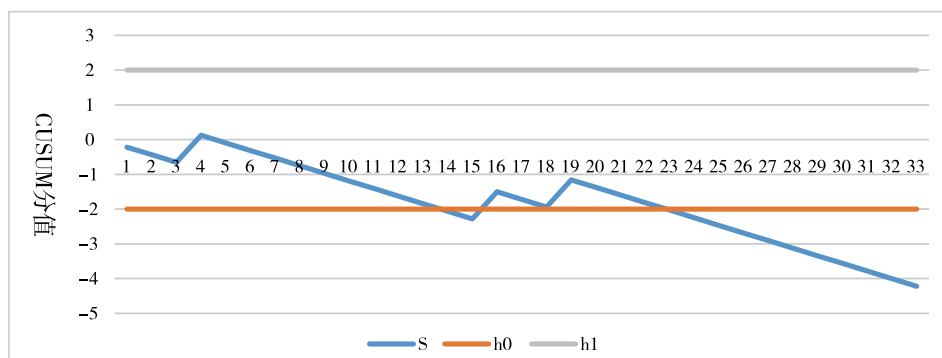


图 2 学习曲线 2

Figure 2 Learning curve 2

学习曲线 A (20 次中成功了 16 次) 需要总共训练 28 次才能掌握该技能; 学习曲线 B (20 次中成功了 17 次), 学习曲线 C (20 次中成功了 17 次), 均需要总共训练 23 次才能掌握该技能。(如图 3)

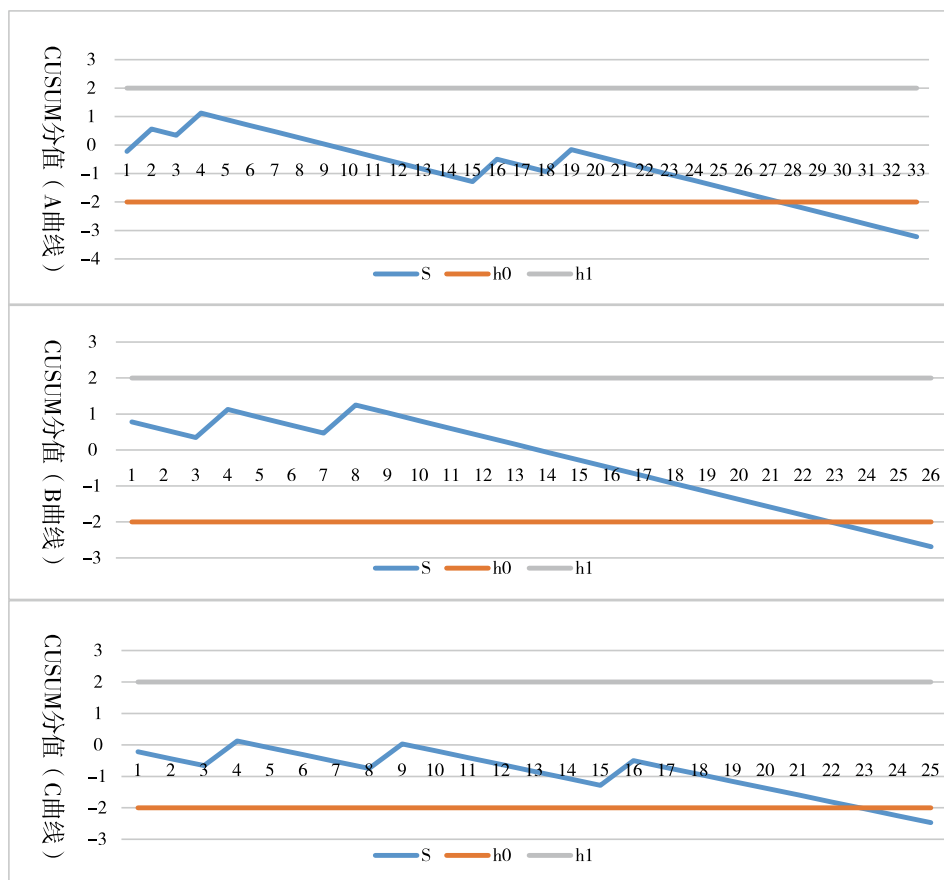


图3 I-gel 喉罩训练中住培医师的表现

Figure 3 Performance of resident in I-GEL laryngeal mask training

### 3 结果

所有住培医师数据 ( $n=20$ ) 纳入统计分析。我们观察到, 表2示 20 名住培医师中有 18 人 (20 次训练中, 4 人成功了 18 次, 14 人成功了 19 次) 能够在使用 Suprume 的 20 次尝试中, 从上面向下通过可接受的故障率边界 ( $h_0$ , 下判决边界), 尝试次数中位数为 18 [95% 置信区间 (CI) =16.82–19.18]; 而 I-gel 有 17 人 (20 次训练中, 13 人成功了 18 次, 4 人成功了 19 次) 能够在 20 次尝试中, 从上面向下通过  $h_0$ , 尝试次数中位数为 17 (95%CI=15.65–18.35)。在 400 次训练中, Suprume 置入的总成功率显著高于 I-gel (362/400 和 337/400,  $p<0.05$ )。



Suprume 置入难易程度中位数为 5 (95%CI=4.81–5.19)，而 I-gel 中位数为 7 (95%CI=6.78–7.22)， $p<0.05$ 。与 I-gel 相比，Suprume 被认为不那么困难置入。模拟人设置状态的仿真性被评为中位数 6 (95%CI=5.34–6.52)。图 1-3 示个别学员训练的 CUSUM 的学习曲线。

## 4 讨论

本研究表明，没有经验的麻醉住培医师需要 17 至 18 次尝试的中位数，以达到 75% 的 Suprume、I-gel 置入成功率。CUSUM Analysis 是一种序贯分析法，由剑桥大学的 E.S.Page 教授于 1954 年首先提出，目前被广泛应用于临床多种操作技能以及住培医师临床外科手术学习曲线的研究中，如麻醉学科中气管插管<sup>[6]</sup>、胆囊切除术<sup>[7]</sup>等学习曲线研究。应用 CUSUM 需先设定操作评价指标的目标值与成功率，初学者逐渐掌握该项操作技能的过程即是与目标值的差值逐渐减小的过程。累积和控制图就是将初学者每一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。所得出的结论为初学者掌握该项操作技能所需要的最少的操作例数。随着练习次数的增加、操作技能水平不断提高和经验的积累，操作速度会逐渐提高，完成操作所用时间会不断缩短，最终将会趋于稳定。有关文献报道了纤维支气管镜在舌水肿状态下的成功率在 83% 至 100% 之间<sup>[8, 9]</sup>，本研究比较新颖，在模拟人上设置困难气道舌水肿并咽肿胀状态，用 CUSUM 中构建两种双管喉罩在新手学员的学习曲线，虽然困难气道状态并非完全一样，增加了咽肿胀状态，并且对喉罩没有类似的比较，但是在气道管理工具上可通过类似并可接受的成功率设定  $p_0$  值为 0.25，并确定了  $p_1$  值为 0.5。气道管理中建立气道时间是一个重要因素，应在导致患者缺氧危险的时间上限范围之内。在本研究要求置入时间限制为 120 秒。同时满足置入时间小于 120 秒、1–2 次内置入和纤支镜证实  $\geq 3$  分三者的被定义为置入成功。在本研究中观察到，学员的个体差异在累积和模型的分析中，突出了预先对双管喉罩置入技能模拟训练成功与否的定义至关重要。

20 名住培医师中有 18 人能够在使用 Suprume 的 20 次尝试中，从上面向



下通过 h0，尝试次数中位数为 18；而 I-gel 有 17 人能够在 20 次尝试中，从上面向下通过 h0，尝试次数中位数为 17。图 1 学习曲线示较理想情况下，学员经过前期几次尝试后掌握了喉罩的置入。图 2 学习曲线示在前期经过几次错误后就掌握技能，但是技能掌握不稳定，在 15 次后出现两次失败。图 3 学习曲线 A 在前 4 次失败了 2 次，出现了明显的系统故障，需要在调整设备和模拟人，排除系统故障后，再开始重新训练并计数，这样可以减少系统故障带来的训练效率底下的问题。学习曲线 B 在前 10 次的训练中很快提高了成功率，是比较理想的学习曲线。但参与这组训练的学员需要注意是否存在没有暴露的问题，在后面出现时，产生不可接受的训练效果。学习曲线 C 在前 20 次的训练中逐渐提高了成功率，也是可以接受的学习曲线。这样的学员属于稳步提升的学员，相关技能的训练也会得到类似的效果。同时需要额外的训练，失败发生的顺序没有规律，比较均匀，20 次训练不足以达到使学员熟练掌握 I-gel 喉罩，最佳训练次数为 23 次。学习曲线 A、B、C 显示，在 20 次训练中，如仅有 17 次成功，那么不论学习曲线的差异如何，对于掌握技能的最佳训练次数均为 23 次。但个体之间的差异也可以在学习曲线中更细致的被呈现出来。400 次训练中，Suprume 置入的总成功率显著高于 I-gel。Suprume 置入难易程度中位数为 5，而 I-gel 中位数为 7。与 I-gel 相比，Suprume 被认为不那么困难置入。喉罩是解决声门上气道方面的重要工具，英国的 Archie Brain 医师发明的第三代喉罩 Proseal（原创食管引流型喉罩或双管喉罩）于 2000 年正式上市，最主要的特征是通气罩的改进和引流管的增加，这使其具备了其他声门上气道无可比拟的优势并被认为是完全具备替代普通喉罩的潜力。Proseal 由医用硅橡胶制作而成，可重复使用。但是可重复使用的喉罩的保管比较复杂，如果没有进行消毒或消毒失败，可能引起交叉感染。I-gel 和 Suprume 是两种结构不同的一次性使用的双管喉罩。I-gel 是由一种特殊的医疗级热塑性弹性体制造而成，罩体为已定型的弹性柔软实体的无气囊一次性喉罩<sup>[4]</sup>457，置入后可紧贴在喉头及周围组织上，达到有效的气道密封，且同样具有引流管结构，罩柄整合牙垫区的加宽和凹面，可防止可能的旋转。Supreme 是结合了 Proseal 和 Fastrach（第二代喉罩）功能的声门上型聚氯乙烯通气装置<sup>[2, 3]</sup>的一次性双管喉罩，具有与

Proseal 相同的通气管和引流管, 差别在于: ①其预塑形成硬质引导柄根据咽喉部的生理解剖曲度设计, 形状类似于插管型喉罩; ②气囊整体化设计, 气道密封压高而囊内压低; ③喉罩柄整合了内置牙垫, 以便喉罩固定。由于以上性能, 这两款喉罩在临床应用广泛。本研究中一方面在相同的口咽空间, 虽然 I-gel 的无气囊设计, 在置入前后无需抽气和充气, 操作简便, 但是在置入时, 比抽气后 Supreme 的通气罩厚 (特别是对处于舌水肿并咽肿胀状态的口腔); 另一方面 Supreme 根据咽喉部的生理解剖曲度设计的硬质引导柄利于力量控制。因此很可能导致 Supreme 总成功率明显高于 I-gel; 在置入难易程度上, 与 I-gel 相比, 多数学员认为 Supreme 被认为不那么困难。

模拟的仿真性被评为中等偏上, 即使使用的是科玛 Gaumard Hal S3201 模型, 能较好仿真舌肿胀和咽肿胀, 但是组织特征, 缺乏分泌物、血液等, 这明显异于真人。临床环境中, 分泌物一方面增加喉罩置入时润滑程度, 另一方面过多分泌物, 反而影响置入。即使如此, 模拟让规培医师在没有临床压力情况下, 有一个安全, 规范可控的学习环境的到训练。

总之, 在舌水肿并咽肿胀状态下, 没有经验的住培医师需要类似的尝试数量以达到 Supreme 与 I-gel 置入的一个可接受的成功率。在 20 次的训练中可以让更多的新学员掌握此项技能。学员个人技能需要得到持续发展, 技能培训中心需要提供足够的训练次数使学员达到掌握技能的目的, 学习机会应相应调整。

## 参考文献

- [1] 冯洁华, 李朝阳, 黄诗栋, 等. 双管喉罩与标准型喉罩用于妇科腹腔镜麻醉的比较 [J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25 (7): 600-602.
- [2] 曲智俊, 田鸣, 毛文红, 等. 双管喉罩的临床应用进展 [J]. 山东医药, 2008, 48 (47): 114-115.
- [3] Komatsu R, Kasuya Y, Yogo H, et al. Learning curves for bag-and-mask ventilation and orotracheal intubation: an application of the cumulative sum method [J]. Anesthesiology, 2010, 112 (6): 1525-1531.

- [ 4 ] Brimacombe J R, Berry A. A proposed fiber-optic scoring system to standardize the assessment of laryngeal mask placement [ J ] . *Anesthesia & Analgesia*, 1993, 76 ( 2 ) : 457.
- [ 5 ] Aguirre Ospina O D, R í os Medina Á M, Calder ó n Marulanda M, et al. CUSUM learning curves in basic anaesthesia procedures [ J ] . *Colombian Journal of Anesthesiology*, 2014.
- [ 6 ] Biau D J, Resche-Rigon M, Godiris-Petit G, et al. Quality control of surgical and interventional procedures: a review of the CUSUM [ J ] . *Quality and Safety in Health Care*, 2007, 16 ( 3 ) : 203–207.
- [ 7 ] Biau D J, Williams S M, Schlup M M, et al. Quantitative and individualized assessment of the learning curve using LC -CUSUM[ J ]. *Br J Surg*, 2010, 95( 7 ): 925–929.
- [ 8 ] Kaplan A, Göksu E, Yıldız G, et al. Comparison of the C-MAC video laryngoscope and rigid fiberscope with direct laryngoscopy in easy and difficult airway scenarios: a manikin study [ J ] . *Journal of Emergency Medicine*, 2016, 50 ( 3 ) : e107–e114.
- [ 9 ] Piepho T, Noppens R R, Heid F, et al. Rigid fibrescope Bonfils: use in simulated difficult airway by novices [ J ] . *Scandinavian Journal of Trauma Resuscitation and Emergency Medicine*, 2009, 17 ( 1 ) : 33.

# The Cumulative Sum Method was Used to Simulate the Learning Curve of Two Kinds of Double-tube Laryngeal Mask in the Condition of Tongue Edema and Pharyngeal Swelling

Feng Jie-hua<sup>1</sup> Zhang Jun<sup>2</sup> Pan Zi-ye<sup>1</sup> Zhang Jie<sup>1</sup>

Wei Hong<sup>1</sup> Luo Xiao-min<sup>1</sup>

*1. Dept of Anesthesiology & Perioperative Medicine of Huazhong University of Science and Technology Union Shenzhen Hospital, Shenzhen;*

*2. Peng Cheng Laboratory, Shenzhen*

**Abstract:** Objective: This study was to explore the number of attempts required by inexperienced anesthesiology residents to use different double-tube laryngeal mask (I-gel and Suprume) in the difficult airway setting of human manikin, and to establish the relevant learning curve. Methods: In this research, 20 inexperienced anesthesiology residents were asked to insert two kinds of double-tube laryngeal mask(LMA) in 120 seconds under the condition of tongue edema and pharyngeal swelling simulated by human manikin, and were checked by fiberoptic bronchoscope. The difficulty of inserting the LMA and simulation fidelity were evaluated by the 10-point scale, and the learning curve was generated by cumulative sum method. Results: With Suprume, 18 of the 20 residents were able to pass the acceptable failure rate boundary (h0, lower decision boundary) in 20 times with a median number of 18[95% confidence interval (CI) = 16.82-19.18] attempts. Whereas in I-gel, 17 residents

were able to pass h0 in 20 attempts, and the median number of 17 (95% CI = 15.65-18.35) attempts. Total success rate was found significantly higher with Suprume compared with I-gel (362 / 400 vs 337 / 400, respectively,  $p < 0.05$ ). Insertion with Suprume was considered as less difficult compared with I-gel [median of 5 (95% CI = 4.81-5.19) and 7 (95% CI = 6.78-7.22), respectively,  $p < 0.05$ ]. The simulation fidelity was rated as a median of 6 (95% CI = 5.34-6.52). Conclusion: Although a similar amount of attempts were required to reach the predetermined competency for both LMAs, 17 residents were able to obtain the targeted success using I-gel as compared with 18 with Suprume. Inexperienced residents found insertion via supreme less difficult than I-gel. In this study, it was observed that the individual variability in obtaining competency with the cumulative sum analysis underlines the importance of defining success a priori to simulation of the LMA placement skills. Individual skills of resident need to be developed continuously. The skills training center needs to provide enough training times to enable residents to master skills. Learning opportunities should be adjusted accordingly.

**Key words:** I-gel; Suprume; Cusm Analysis; Learning curve; Simulation; Human manikin research