

倒 U 瓣联合引导线预置技术在重度烧伤患者气道管理中的应用及疗效

吴迎 焦献功 蒋章佳

浏阳市人民医院烧伤整形外科, 浏阳 410300

通信作者: 焦献功, Email: jz0012035@163.com

【摘要】目的 评价倒 U 瓣联合引导线预置技术对预防重度烧伤合并吸入性损伤患者气管导管意外脱出的临床效果, 并分析其保护机制。**方法** 采用回顾性队列研究设计, 选择 2012 年 7 月至 2024 年 9 月浏阳市人民医院烧伤整形外科收治的重度烧伤合并吸入性损伤患者作为研究对象。根据术式改进时间节点, 将术式改进前(2012 年 7 月至 2018 年 10 月)收治的患者作为传统术式组, 将术式改进后(2018 年 11 月至 2024 年 9 月)收治的患者作为改良术式组。传统术式组采用气管纵行切口, 改良术式组采用倒 U 瓣切口 + 引导线预置。收集患者的性别、年龄、体质量指数(BMI)、烧伤总面积及Ⅲ度烧伤面积、临床结局(包括住院期间脱管发生率、脱管相关病死率、脱管抢救成功率和气道狭窄发生率)及脱管后再置管时间。对患者进行 6~8 个月随访, 观察存活患者术后气道并发症发生情况。**结果** 共纳入 480 例患者, 年龄 30~56 岁; 男性 356 例, 女性 124 例; 传统术式组 288 例, 改良术式组 192 例。总体脱管发生率为 2.7%(13/480), 其中传统术式组占 2.8%(8/288), 改良术式组占 2.6%(5/192)。传统术式组 8 例脱管患者中, 6 例因再插管困难死亡; 改良术式组 5 例脱管患者均实现成功再置管。改良术式组住院期间脱管相关病死率[0%(0/192)比 2.1%(6/288)]和气道狭窄发生率[0%(0/192)比 2.8%(8/288)]均低于传统术式组, 脱管抢救成功率高于传统术式组[100.0%(5/5)比 25.0%(2/8)], 脱管后再置管时间短于传统术式组($s: 96.60 \pm 10.33$ 比 250.00 ± 16.97), 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。Kaplan-Meier 生存曲线显示, 改良术式组脱管患者住院期间的累积生存率明显高于传统术式组(Log-rank 检验: $\chi^2 = 6.429$, $P = 0.011$)。术后随访显示, 传统术式组 2 例脱管后存活患者中, 有 1 例随访期间出现气道狭窄均需长期气道干预; 改良术式组 5 例脱管患者均存活至出院, 随访期间无气道并发症发生。**结论** 倒 U 瓣联合引导线预置技术可有效提高重度烧伤合并吸入性损伤患者气管导管脱管后的抢救成功率, 缩短再置管时间, 降低住院期间脱管相关病死率, 同时可减少术后气道狭窄等相关并发症的发生, 可作为重度烧伤合并吸入性损伤患者气道管理的优选术式。

【关键词】 引导线预制策略; 倒 U 瓣技术; 气管导管脱出; 气管切开术; 严重烧伤

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250624-00349

Application and efficacy of inverted U-shaped flap combined with prepositioned guidewire technique in airway management for patients with severe burns

Wu Ying, Jiao Xiangong, Jiang Zhangjia

Department of Burns and Plastic Surgery, Liuyang People's Hospital, Liuyang 410300, China

Corresponding author: Jiao Xiangong, Email: jz0012035@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the efficacy of the inverted U-shaped flap combined with prepositioned guidewire technique in preventing accidental tracheal tube extubation in patients with severe burns complicated by inhalation injury, and to analyze its protective mechanisms. **Methods** A retrospective cohort study was conducted. Patients with severe burns complicated by inhalation injury who were admitted to the department of burns and plastic surgery, Liuyang People's Hospital from July 2012 to September 2024 were enrolled. According to the time node of surgical technique modification, patients admitted before the modification (July 2012 to October 2018) were assigned to the conventional technique group, while those admitted after the modification (November 2018 to September 2024) were assigned to the modified technique group. The conventional group was treated with a longitudinal tracheal incision, whereas the modified group underwent an inverted U-shaped flap incision combined with prepositioned guidewires. Demographic and clinical data were collected, including gender, age, body mass index (BMI), total burn area, full-thickness burn area, and clinical outcomes [including in-hospital accidental extubation rate, extubation-related in-hospital mortality rate, extubation rescue success rate, and postoperative airway stenosis incidence during follow-up]. Additionally, the time to reintubation after accidental extubation was recorded. All patients were followed up for 6–8 months to monitor the occurrence of postoperative airway-related complications in surviving cases. **Results** A total of 480 patients aged 30–56 years were included, with 356 males and 124 females. Among them, 288 patients were allocated to the conventional group and 192 to the modified group. The overall accidental extubation rate was 2.7% (13/480), with 2.8% (8/288) in the conventional group vs. 2.6% (5/192) in the modified group. Six of the eight extubated patients in the conventional group died due to reintubation difficulties, while all five extubated patients in the modified

group achieved successful reintubation. The extubation-related in-hospital mortality rate [0% (0/192) vs. 2.1% (6/288)] and the incidence of airway stenosis [0% (0/192) vs. 2.8% (8/288)] were significantly lower in the modified group compared with the conventional group, and the extubation rescue success rate was significantly higher [100.0% (5/5) vs. 25.0% (2/8)]. Furthermore, the mean time to reintubation after extubation was significantly shorter in the modified group than in the conventional group (s: 96.60 ± 10.33 vs. 250.00 ± 16.97), all the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Kaplan-Meier survival analysis revealed that the cumulative in-hospital survival rate of extubated patients was significantly higher in the modified group than in the conventional group (Log-rank test: $\chi^2 = 6.429$, $P = 0.011$). Postoperative follow-up showed that among the two extubated survivors in the conventional group, one developed airway stenosis during the follow-up period, all of whom required long-term airway intervention; all five extubated patients in the modified group survived to discharge with no airway complications observed during the follow-up period.

Conclusions The inverted U-shaped flap combined with prepositioned guidewire technique can effectively improve the success rate of rescue after accidental tracheal tube extubation, shorten the time to reintubation, reduce extubation-related in-hospital mortality, and decrease the incidence of postoperative airway stenosis in patients with severe burns complicated by inhalation injury. This technique may be a preferred option for airway management in this patient population.

【Key words】 Guidewire preplacement strategy; Inverted U-shaped flap technique; Endotracheal tube dislodgement; Tracheostomy; Severe burns

DOI: 10.3760/ema.j.cn121430-20250624-00349

吸入性损伤作为硝药火焰等重度烧伤患者的致命性合并症,其发病率与致死率呈显著正相关^[1]。流行病学研究显示,吸入性损伤可提升烧伤患者病死率^[2-3]。尤其在烧伤总体表面积(total body surface area, TBSA) $\geq 50\%$ 的危重病例中病死率较高^[4-5]。其病理进程具有显著的双相性特征:急性期(伤后 24 ~ 72 h)因炎症介质风暴引发进行性气道黏膜水肿和机械性梗阻^[6];亚急性期(伤后 3 ~ 7 d)可致迟发型气道狭窄^[7]。在此背景下,早期建立可靠的人工气道成为救治的关键环节。气管切开术作为一线干预手段,可即时解除气道梗阻,并为治疗提供实施路径^[8-10]。然而该术式伴随的并发症风险不容忽视,其中套管脱出是最危急的并发症^[11-12]。烧伤特有的病理生理改变进一步加剧此风险,如休克期颈部肿胀和深度烧伤影响固定^[11-12],导致脱管后再置管困难,形成恶性循环^[13]。

基于上述临床痛点,本研究创新性提出倒“U”型气管瓣成形术构建具有力学优势的切口结构,联合引导线预置技术形成可视化复位通道。该术式在确保急性期导管稳定性的同时,为脱管危象预留解剖复位引导系统,从而突破传统术式的技术局限。初步临床应用证实,倒 U 瓣预置引导线技术能显著提升脱管事件的应急处理效能,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用单中心回顾性队列研究方法,选择 2012 年 7 月至 2024 年 9 月浏阳市人民医院烧伤整形外科收治的重度烧伤合并吸入性损伤患者。

1.1.1 纳入标准:① 硝基化合物爆炸所致的特重度火焰烧伤,即烧伤创面覆盖 $\geq 50\%$ TBSA 且伴中重度

吸入性损伤;② 伤后 0.5 ~ 1.0 h 行预防性气管切开术;③ 接受标准化液体复苏、创面处理及气道管理。

1.1.2 排除标准:合并颈椎骨折/脱位、放弃治疗的患者。

1.1.3 伦理学:本研究方案经本院医学伦理委员会审批(审批号:KYJY-2024-001),所有操作严格遵循《赫尔辛基宣言》原则,患者或其法定代理人均签署双重知情同意书。

1.2 研究分组:采用便利抽样法,根据临床实践的时间节点进行非随机分配。将术式改进前(2012 年 7 月至 2018 年 10 月)收治的患者作为传统术式组,将术式改进后(2018 年 11 月至 2024 年 9 月)收治的患者作为改良术式组。为减少选择偏倚,通过比较并匹配两组间重要的基线特征(如年龄、烧伤总面积等)以确保组间的可比性。

1.3 手术方法

1.3.1 传统术式组:用镰状刀片在第 3 ~ 4 软骨环正中自下而上做垂直切口,切开 2 个气管软骨环,使用气管撑开器扩开气管切口。

1.3.2 改良术式组(图 1):在第 3 ~ 4 软骨环处设计“U”型瓣,蒂部位于尾侧,“U”形瓣基底宽度 8 ~ 10 mm(占气管周径 30% ~ 35%),长度约 12 ~ 20 mm,自下而上反挑切开气管软骨,并于“U”型瓣远端三角针带线穿过软管环,留置 0 号丝线作为引导线,双线于气管外打结固定,线结预留在皮肤外,便于拔管后拆除,尾端固定纱布包打结固定,留置于体外。轻拉引导线直视下套管旋转推进插入带芯的气管套管(8.5 ~ 9.0 mm),拔出管芯,棉花测试有气流吹动棉花,证实套管已插入气管内。

1.4 资料收集: 收集患者的性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、烧伤总面积及Ⅲ度烧伤面积、临床结局(包括住院期间脱管发生率、脱管相关病死率、脱管抢救成功率和气道狭窄发生率)及脱管后再置管时间。对患者进行 6~8 个月随访,观察存活患者术后气道并发症发生情况。

1.5 统计学方法: 采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。对计量资料进行正态性检验和方差齐性检验,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验(当理论频数 < 5 时)。使用 Kaplan-Meier 曲线进行生存分析,组间比较采用 Log-rank 检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 患者的临床特征: 共纳入 480 例患者,年龄 30~56 岁;男性 356 例,女性 124 例;传统术式组 288 例,改良术式组 192 例。两组患者的性别、年龄、BMI、烧伤总面积及Ⅲ度烧伤面积等差异均无统计

学意义(均 $P > 0.05$; 表 1)。提示两组患者的基线资料均衡,具有可比性。

2.2 临床结局比较(表 2): 纳入患者的总体脱管发生率为 2.7%(13/480),其中传统术式组占 2.8%(8/288),改良术式组占 2.6%(5/192)。传统术式组 8 例脱管患者中,6 例因休克期颈部软组织高度水肿导致再插管困难死亡;改良术式组 5 例脱管患者均通过预置引导线实现成功再置管(抢救成功率 100.0%)。改良术式组住院期间脱管相关病死率和气道狭窄发生率均低于传统术式组,脱管抢救成功率高于传统术式组(均 $P < 0.05$)。所有入组病例均完成观察,无中途撤出或退出。

表 2 不同气管切开术式两组重度烧伤合并吸入性损伤患者的临床结局比较 [% (例)]

| 组别 | 例数 (例) | 脱管发生率 | 脱管相关病死率 | 脱管抢救成功率 | 气道狭窄发生率 |
|------------|--------|----------------|---------|----------|----------------|
| 传统术式组 | 288 | 2.8(8) | 2.1(6) | 25.0(2) | 2.8(8) |
| 改良术式组 | 192 | 2.6(5) | 0(0) | 100.0(5) | 0(0) |
| 统计量值 | | $\chi^2=0.013$ | Fisher | Fisher | $\chi^2=5.424$ |
| <i>P</i> 值 | | 0.909 | 0.046 | 0.021 | 0.024 |

注:传统术式组采用气管纵行切口,改良术式组采用倒 U 瓣切口+引导线预置

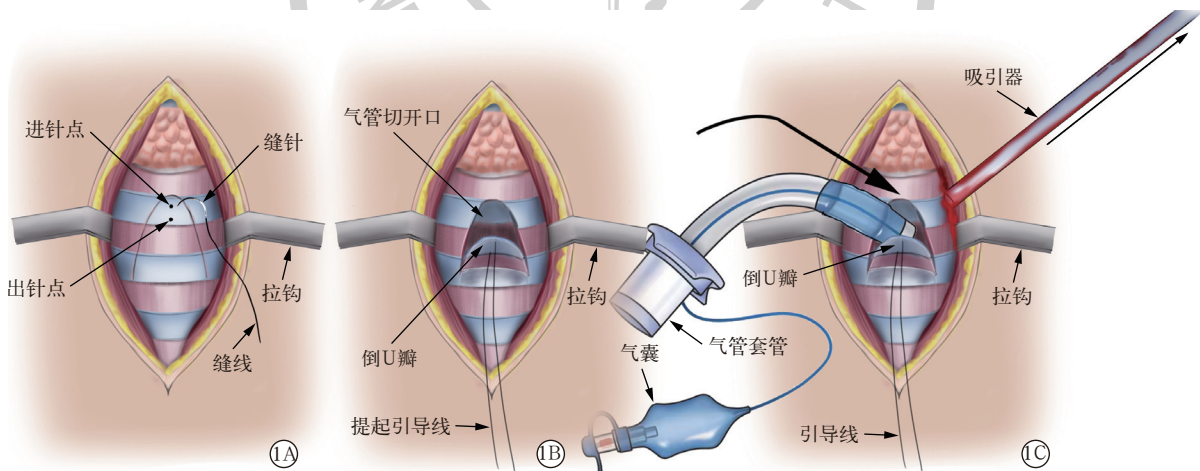


图 1 倒 U 瓣切口联合引导线预置的手术示意图 引导线预置(A),暴露气管前壁后,于倒 U 瓣上、下方使用三角针带 0 号线贯穿气管前壁全层,预置双股引导线;倒 U 瓣的形成与提拉(B),11 号刀片切开气管前壁倒 U 瓣,提拉引导线使瓣膜上翻,暴露气管腔;引导线辅助置管(C),维持气管切口暴露状态,吸引器清理切口组织渗液,气管套管顺势置入管腔

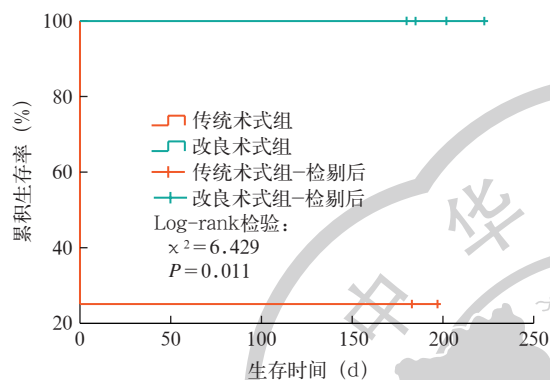
表 1 不同气管切开术式两组重度烧伤合并吸入性损伤患者的临床特征比较

| 组别 | 例数 (例) | 性别 [% (例)] | | 年龄 [岁, $M(Q_1, Q_3)$] | BMI ($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$) | 烧伤总面积 [%, $M(Q_1, Q_3)$] | Ⅲ度烧伤面积 [%, $M(Q_1, Q_3)$] |
|------------|--------|----------------|----------|------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| | | 男性 | 女性 | | | | |
| 传统术式组 | 288 | 219(76.0) | 69(24.0) | 46.86(42.00, 52.00) | 21.36 ± 1.46 | 73.21(60.00, 90.00) | 52.50(43.75, 60.00) |
| 改良术式组 | 192 | 137(71.4) | 55(28.6) | 47.92(45.00, 52.25) | 21.36 ± 1.45 | 70.93(59.00, 80.50) | 51.81(45.00, 59.25) |
| 统计量值 | | $\chi^2=1.088$ | | $Z=-1.148$ | $t=0.017$ | $Z=1.553$ | $Z=0.282$ |
| <i>P</i> 值 | | 0.297 | | 0.118 | 0.986 | 0.121 | 0.778 |

注:传统术式组采用气管纵行切口,改良术式组采用倒 U 瓣切口+引导线预置;BMI 为体质量指数

2.3 脱管事件时效性: 13 例脱管事件均发生在休克水肿高峰期(术后 24~72 h 内),其中传统术式组抢救成功 2 例,改良术式组抢救成功 5 例。改良术式组患者的脱管后再置管时间明显短于传统术式组($s: 96.60 \pm 10.33$ 比 $250.00 \pm 16.97, P < 0.01$)。

2.4 Kaplan-Meier 生存曲线分析(图 2): 改良术式组脱管患者住院期间的累积生存率明显高于传统术式组(Log-rank 检验: $\chi^2 = 6.429, P = 0.011$)。



注: 传统术式组采用气管纵行切口,改良术式组采用倒 U 瓣切口+引导线预置

图 2 不同气管切开术式两组发生脱管事件的重度烧伤合并吸入性损伤患者住院期间的 Kaplan-Meier 生存曲线

2.5 随访期间并发症发生情况: 传统术式组 2 例脱管后存活患者中,有 1 例随访期间出现气道狭窄均需长期气道干预;改良术式组 5 例脱管患者均存活至出院,随访期间无气道并发症发生。

3 典型病例

患者男性,49 岁,因硝药火焰烧伤(90% TBSA,深 II 度~III 度)合并重度吸入性损伤、低血容量性休克入院。全身广泛烧伤(仅足底及部分大腿皮肤残留),颈部环形 III 度焦痂形成。急诊行倒 U 瓣气管切开术,术中预置引导线。术后 35 h 突发套管脱出,脉搏血氧饱和度骤降至 0.72。抢救团队立即剪断系带、牵拉预置引导线,清晰暴露气管切口,顺利重置套管并连接呼吸机。重新置管时间仅为 112 s;术后 CT 显示倒 U 瓣完整打开,气管软骨无塌陷;患者氧合迅速恢复。随访 6 个月无气道狭窄等并发症发生(图 3)。

4 讨论

重度烧伤患者行气管切开术后容易发生套管脱出,其高危性源于多重病理生理机制的叠加效应。首要危险因素为休克期血管内皮损伤引发的液体外渗,导致套管相对过短,这与颈部 III 度烧伤焦痂的束缚效应共同形成“解剖-流体力学”恶性循环^[14-15]。

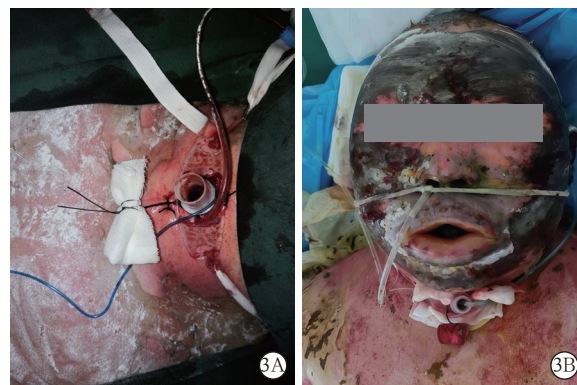


图 3 1 例 49 岁男性重度烧伤合并吸入性损伤患者行倒 U 瓣切口联合引导线预置气管切开后情况 倒 U 瓣切口联合引导线预置气管切开后即刻(A)可见颈部切开,留置气管导管顺利完成,预留引导线存在;颈部周围皮肤可见水肿。气管导管脱出后使用引导线紧急重新成功置管术后即刻(B)可见颜面颈部皮肤肿胀加重,气管导管重新置管顺利,抢救期间牵拉引导线能清晰暴露气管切口,引导线未发生撕脱、断裂

此类患者如伴随剧烈咳嗽可使气道压瞬时增高,增加套管位移风险。其次,疼痛刺激、代谢亢进引发的躁动使套管位移风险增加,尤其在未建立有效镇静方案的患者中更为显著^[16]。值得注意的是,本组 13 例脱管均发生于休克水肿期(伤后 24~72 h),此时组织张力可逐步达峰值,且气管-皮肤窦道尚未形成,致使传统盲探置管成功率仅为 25%。

套管选择需在“防脱管”与“防损伤”之间取得平衡,需警惕留置时间过长的套管引发的黏膜糜烂风险^[14,17]。本组采用 8.5~9.0 号套管联合动态调整策略:休克期选用长度较长的套管;随着病情进展,患者气道水肿逐渐消退后,可更换为标准型号套管,以适配患者恢复期的气道解剖结构。同时可结合胸部 CT 检查,实时监测套管尖端与隆突的间距^[18]。此外,套管系带张力管理至关重要,既要避免局部压迫性坏死,又要防止套管移位^[4]。

尽管规范化护理操作对降低气管套管脱出风险有一定作用,但在重度烧伤合并吸入性损伤的患者群体中,脱管发生率仍在 2.8%~19.6% 高位波动^[17]。本研究样本中,总脱管率为 2.71%;经对比分析,传统术式组与改良术式组的脱管发生率差异无统计学意义。这一结果与重度烧伤休克期患者常伴随的颈部肿胀、剧烈咳嗽及躁动不安等典型症状密切相关。此类患者一旦发生脱管,后续救治工作将面临重重阻碍。颈部焦痂极大地限制了患者的头部后仰动作,组织水肿又导致解剖标志模糊消失,使得经口气管插管这一常规急救手段的实施难度大幅增加。对于采用传统纵行切口术式的患者,由于窦道尚未形成,加之气管软骨弹性回缩及渗出液的持

续干扰,仅有 2 例成功实现再置管,且平均耗时长达 (250.00 ± 16.97) s,凸显了救治过程的艰巨性。

而上述脱管现状,也直接映射到气管切开术后脱管抢救工作中,致使抢救的时效性和成功率均难以得到有效保障,其背后的原因复杂且多元。从解剖结构层面来看,颈部软组织高度肿胀,使得气管切开术的标准体位——头颈过伸仰卧位难以有效摆放,气管暴露难度增加;Ⅲ度环形焦痂组织降低皮肤弹性,进一步阻碍了切口暴露进程。从生理病理状态分析,休克水肿期时,患者颈部软组织高度水肿,气管切口术野被渗出液、血液、气道黏膜脱落组织及痰性分泌物等完全覆盖。不仅如此,气管切口窦道尚未形成,极易在水肿组织的压迫下迅速闭合;同时面颈部高度水肿可引发气管移位,导致原气管切口暴露困难重重。患者因脱管缺氧引发的躁动不安,进一步增加了抢救操作的难度;加之抢救人员在诸多不利因素影响下,往往需实施盲视操作,其心理压力骤增,严重影响了抢救操作的精准性与流畅性。上述多种不利因素相互叠加、共同作用,严重制约了脱管后抢救的时效性和成功率,亟待制定更为有效的应对策略。

基于此,本研究提出“时效优先”的抢救策略,通过倒 U 瓣联合引导线技术实现抢救时效性突破。本组数据显示,该技术将再置管时间压缩至 (96.60 ± 10.33) s,抢救成功率从传统术式组的 25% 提升至 100%,且远期狭窄率降至 0。该策略的核心价值在于通过预留的“解剖-力学”通道,将休克水肿期的“盲视抢救”“转化为“靶向复位”。相较于普通重症患者,烧伤气道管理需兼顾急性期救治与远期功能保留——倒 U 瓣技术通过保留软骨环完整性,在实现快速再通的同时,“U”型切口维持软骨环力学稳定性,规避了纵行切口导致的应力集中性狭窄风险^[19-20]。值得注意的是,传统术式组中 1 例出现术后远期气道狭窄的患者,其狭窄原因除纵切口应力集中外,还与抢救时反复盲探置管导致的气道机械损伤直接相关。回顾抢救记录显示,该病例脱管后术野暴露困难(累计耗时 > 4 min),提示“盲视抢救”过程中反复置管操作创伤是远期气道狭窄的重要诱因^[21]。

基于该技术所具备的显著优势,本研究构建了一套标准化的抢救流程:一旦患者出现呛咳、呼吸急促、躁动不安、血氧饱和度降低等脱管迹象,即刻触发 3 级预警,需在 30 s 内完成棉絮试验与吸痰管

验证;多学科团队随即同步响应;最先发现情况的医护人员迅速剪断系带与气囊管,拆除伤口缝线,向两侧拉开切口处组织,并 45° 提拉预置引导线,带动“U”型瓣,确保在 5 ~ 10 s 内精准暴露切口。在可视化置管环节,将导管 30° 旋转置入后,迅速连接呼吸机,整个抢救流程严格把控在 85 ~ 120 s 内(图 4 ~ 5)。与传统盲探法相比,此流程不仅显著提升了抢救成功率,还大幅缩短了操作时长,从根本上杜绝了因反复置管引发的二次损伤。该技术凭借“快速靶向复位”与“力学优化设计”的双重作用机制,实现了对气道的全程保护。

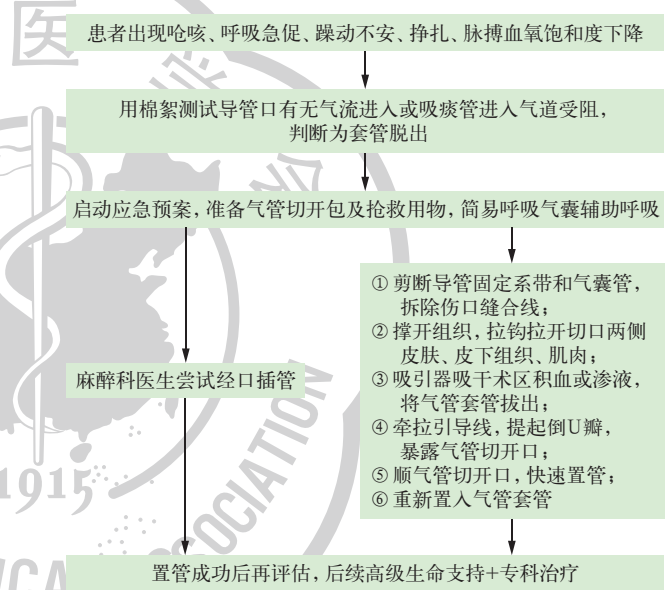


图 4 脱管判断与标准化抢救流程图

为确保抢救流程得以高效实施,建议开展对第一目击者的专门培训,使其在目击脱管情况发生后,能够立即开展抢救工作。传统模式下,呼叫二线医生或耳鼻喉科专科医生前来协助抢救,通常需要 5 ~ 10 min 才能到位,这无疑会耽误宝贵的抢救时机,而通过培训可有效规避这一问题,最大程度保障患者生命安全。

倒 U 瓣切口联合引导线预置术式的实施需严格把控以下关键环节:① 倒 U 瓣设计应遵循皮瓣设计原则,长宽比控制在 1.5 : 1 ~ 2.0 : 1,蒂部宽度需达瓣体远端的 1.3 ~ 1.5 倍,以保障血供并避免瓣体坏死^[20, 22];② 引导线缝合须贯穿软骨全层,两点针距离约 3 ~ 5 mm,防止软骨撕脱;③ 缝线优选 0 号丝线,避免使用可吸收线或过细缝线(易致软骨切割损伤);④ 牵拉引导线时应保持 30° ~ 45° 提拉角度,动作迅速而轻柔,避免暴力操作;⑤ 体外引导线

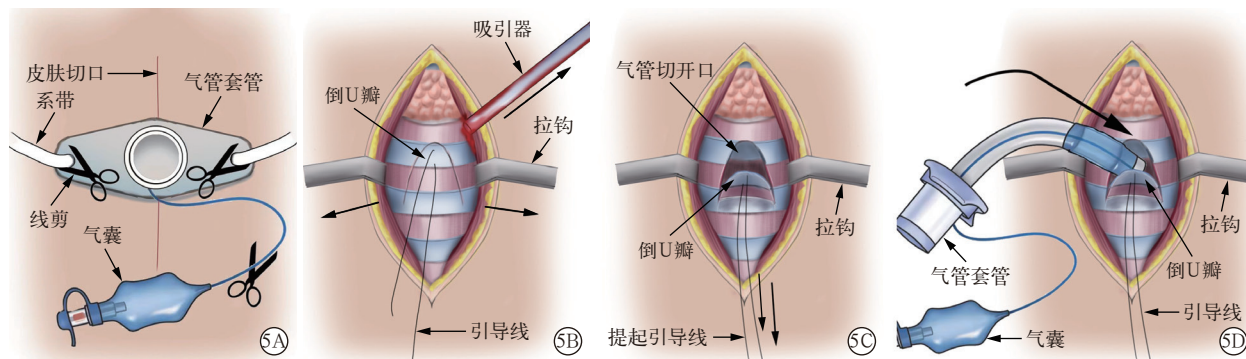


图5 倒U瓣切口联合引导线预置气管切开套管脱管抢救流程图 快速拔除脱出的气管导管,剪断套管固定系带与气囊管,拆除切口缝线,拔出气管导管(A);暴露气管前壁,拉钩左右牵开颈部组织,同时吸引器清理组织渗液(B);牵拉引导线暴露气管切开口,轻微上提引导线使倒U瓣上翻,暴露气管切开口(C);重新置入气管导管,气管导管沿暴露的气管切开口置入管腔,气囊充气,固定气管导管(D)

需每日3次予以络合碘消毒。

本研究作为单中心回顾性研究,虽证实倒U瓣技术可显著降低脱管相关病死率和远期狭窄率,但因样本量限制,在并发症的检出方面存在不足。后续需开展多中心RCT研究(目标样本量≥1 000例),重点验证以下假设:①倒U瓣技术对颈胸部爆炸伤患者的普适性;②智能引导线系统的临床增益。

综上所述,倒U瓣切口联合引导线预置技术通过“快速靶向复位”与“力学优化设计”的双重作用机制,将脱管抢救成功率从25%提升至100%,且完全规避传统纵切口导致的脱管后盲视抢救和远期并发症,可作为重度烧伤患者气道管理的优选术式。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

志谢 感谢参与本研究的所有参与者以及湖南省浏阳市人民医院耳鼻咽喉科医护人员的支持

作者贡献声明 吴迎:实施研究、采集数据、分析数据、统计分析、起草文章;焦献功:对文章知识性内容作批评性审阅,获取研究经费,行政、技术、材料支持,指导;蒋章佳:对文章知识性内容作批评性审阅、获取研究经费、指导

参考文献

[1] Bordeanu-Diaconescu EM, Grosu-Bularda A, Frunza A, et al. The impact of burns involving over 50% of total body surface area: a six-year retrospective study[J]. *Maedica (Bucur)*, 2024, 19(2): 247-254. DOI: 10.26574/maedica.2024.19.2.247.

[2] 冯胜娟,贾赤宇,刘真,等.重度烟雾吸入性损伤发病机制及治疗研究进展[J]. *中华烧伤杂志*, 2016, 32(2): 122-125. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.02.014.

[3] 孙宁,王光毅,朱丽菁,等.基于CiteSpace吸入性损伤研究现状和趋势的可视化分析[J/CD]. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2025, 20(1): 22-29. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2025.01.004.

[4] 程雨虹,孟美芬,陈雨娟,等.烧伤合并吸入性损伤患者气管切开管理的最佳证据总结[J]. *中华护理杂志*, 2020, 55(7): 1084-1090. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2020.07.024.

[5] 郭光华,黄圣宇.吸入性损伤再认识[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2024, 40(11): 1001-1006. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240616-00234.

[6] 都勇,陈华清,卢福长,等.群体烧伤伴吸入性损伤患者呼吸系统的预防[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2023, 4(9): 809-812. DOI: 10.3761/j.issn.2096-7446.2023.09.007.

[7] 刘佩华,路潇,李露茜.烟雾吸入性急性肺损伤的临床研究进展[J]. *临床急诊杂志*, 2023, 24(4): 221-224. DOI: 10.13201/j.issn.

1009-5918.2023.04.010.

[8] 刘好,冯长乐,杨孟丽,等.一种新型气管套管固定带的设计与创新[J]. *中华危重病急救医学*, 2024, 36(1): 90-92. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230412-00273.

[9] Foran SJ, Taran S, Singh JM, et al. Timing of tracheostomy in acute traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2022, 92(1): 223-231. DOI: 10.1097/TA.0000000000003394.

[10] 蒋南红,王德运,席毛毛,等.纤维支气管镜气道灌洗治疗特重度烧伤合并重度吸入性损伤患者的回顾性研究[J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36(4): 252-259. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20191203-00451.

[11] Murray M, Shen C, Massey B, et al. Retrospective analysis of post-tracheostomy complications[J]. *Am J Otolaryngol*, 2022, 43(2): 103350. DOI: 10.1016/j.amjoto.2021.103350.

[12] Cathelain G, Perrier A, Folliot L, et al. Bench testing of tracheostomy tube-related insults using an instrumented manikin[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2022, 279(3): 1593-1599. DOI: 10.1007/s00405-021-07054-3.

[13] 王秀华.气管切开后12例脱管原因分析[J]. *中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志*, 2016, 24(3): 227-228. DOI: 10.16542/j.cnki.issn.1007-4856.2016.03.022.

[14] 夏照帆,王钟山,房贺.烧创伤相关肺损伤系统控制技术的研究与转化[J]. *中华烧伤杂志*, 2013, 29(2): 113-115. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.02.005.

[15] McCauley P, Mohammed A, Casey M, et al. Tracheostomy insertion in COVID-19: insertion practice and factors leading to unplanned tube exchange[J]. *J Thorac Dis*, 2023, 15(2): 410-422. DOI: 10.21037/jtd-22-896.

[16] 朱峰.吸入性损伤的临床诊断和防治对策[J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(5): 293-296. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.009.

[17] 鲁虹言,王淑君,国聪聪,等.集束化护理预防吸入性损伤气管切开患者套管脱出的效果[J]. *中华现代护理杂志*, 2017, 23(34): 4322-4325. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.34.004.

[18] Cheung NH, Napolitano LM. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes[J]. *Respir Care*, 2014, 59(6): 895-915; discussion 916-919. DOI: 10.4187/respcare.02971.

[19] 陈文文,刘业海,赵益,等.195例倒“U”形气管瓣气管切开头临床分析[J]. *安徽医科大学学报*, 2011, 46(8): 839-840. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1492.2011.08.035.

[20] 王振华,金永德,崔春莲,等.倒“U”形气管黏膜软骨瓣在127例气管切开术中的应用效果观察[J]. *延边大学医学学报*, 2019, 42(4): 290-291. DOI: 10.16068/j.1000-1824.2019.04.018.

[21] 罗柔,谭建龙,刘志光.气管插管或切开后气管狭窄的危险因素分析[J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2021, 20(5): 330-334. DOI: 10.7507/1671-6205.202010069.

[22] Schrom T, Grode-Trübenbach J, Diederich L, et al. Late complications after tracheostomy in the nursing home[J]. *Laryngorhinootologie*, 2020, 99(2): 101-105. DOI: 10.1055/a-1058-0440.

(收稿日期: 2025-06-24)
(本文编辑: 张耘菲)