

高频通气治疗吸入性损伤的进展

郭光华 朱峰 李国辉

传统机械通气(CMV)技术的不断完善,使吸入性损伤(inhalation injury, INI)患者的呼吸支持状况得以改观,但仍有部分患者采用CMV无效或发生严重气压伤(通气性肺损伤)^[1]。在未找到有效的治疗措施之前,呼吸支持的水平亟待提高,因此,探讨高频通气(HFV)的治疗效果具有现实意义。HFV是一类以高呼吸频率(为正常值的4倍以上)和低潮气量为特征的机械通气方式,美国食品与药品管理局(FDA)将其定义为通气频率>150次/min或2.5 Hz的辅助通气,具有气道开放、气道压低、不需要与自主呼吸同步、对循环干扰小及便于护理等特点。目前,国内外用于治疗INI的HFV主要有3种方式,即高频喷射通气(high frequency jet ventilation, HFJV)、高频振荡通气(high frequency oscillation ventilation, HFOV)、高频叩击通气(high frequency percussive ventilation, HFPV)。笔者现将国内外应用HFV治疗INI的进展作如下综述。

一、HFJV治疗INI

HFJV所遵循的基本原理是Bernoulli学说或称Venturi效应。通气过程可概括为:通过阀门的开启与关闭获得具有脉冲性质的高压气源;再通过一条狭窄管道(喷射针或喷射管)产生高速气流,并卷吸周围的气体;当其喷向气管内时,推动管内气体向前流动,抵达并吹张两肺。Nieman等^[2]从犬呼吸道持续灌入木屑烟雾5 min,造成严重INI,然后采用HFJV并观察通气效率。结果显示,HFJV能够改善烟雾INI犬的氧合作用,但也有二氧化碳(CO₂)潴留现象。笔者单位采用激光多普勒测速仪(即三维粒子动态分析仪)等先进仪器,测量和记录了INI犬自主呼吸及采用HFJV时吸、呼两相的气流状态。结果显示:自主呼吸时吸气相为层流,呼气相介于层流与涡流之间;HFJV时吸、呼气相的气流均为涡流。进一步实验表明:HFJV时,增大吸气驱动压可以增强吸气涡流,促进CO₂排出,但也使气道压及吸气阻力增加,对循环影响加剧;HFJV时呼气相可增加气管内反向喷射气流,形成气管内高频双向喷射

通气(HFTJV),呼气流速显著增加,呼气涡流增强,二氧化碳排出量(VCO₂)显著增加,动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)水平显著降低。上述结果证实,HFJV时涡流的形成和加强与CO₂的排出密切相关,此为维持正常气体交换的重要因素^[3-5]。笔者单位与第四军医大学空军医学系航空生理教研室合作,在重度INI犬模型上对采用HFTJV及HFJV时死腔改变与CO₂排出的关系进行了比较研究,结果表明:与HFJV相比,进行HFTJV时解剖死腔量和生理死腔量都进一步减少,其吸入气体与血液进行交换的有效容量增加,故HFTJV有降低PaCO₂水平、维持动脉血氧分压(PaO₂)稳定的作用^[6]。HFTJV促进CO₂排出的效能显然与解剖死腔和生理死腔进一步减少、肺泡通气效率进一步提高有关,其可能的机制为:呼气时涡流加强了气管内气体的混合和弥散;呼气时新鲜气流对原来排出的气流有置换作用^[6]。同时,有学者通过提高内在或外加呼气末正压(PEEP)的方法,探讨了其对重度INI犬CO₂排出效能的影响。结果显示,无论增加内在或外加PEEP,功能残气量(FRC)均较单纯HFJV升高,卷吸气量减少,CO₂排出量减少,造成CO₂潴留;HFTJV可降低过高的PEEP值,使FRC恢复正常,从而促进CO₂的排出,降低PaCO₂^[7]。

笔者单位在国内较早开展高频部分液体通气治疗吸入性损伤的实验研究。笔者对16只犬造成蒸气INI,并随机分为对照组和治疗组。两组动物致伤后均行HFJV,但治疗组同时经气管导管将氟碳液体(3 ml/kg)缓慢注入肺内。结果显示,与单纯HFJV相比,HFJV合并小剂量氟碳进行部分液体通气更有利于动脉血氧合,而对血流动力学参数无不利影响,仅有轻度的CO₂潴留现象^[8,9];同时可提高PaO₂,增强抗脂质过氧化作用,减少体内一氧化氮(NO)的生成,对INI有一定的治疗作用^[10]。高频部分液体通气可减轻INI后呼吸道充血水肿,并有明显的抗炎作用,这些可能为其治疗INI的机制之一。

早在1989年就有学者指出,INI患者出现呼吸困难、胸闷气逼感、呼吸频率增快(>35次/min)、

作者单位:330006 南昌,江西医学院附属第一医院烧伤科(郭光华、李国辉),重症监护病房(朱峰)

$\text{PaO}_2 < 8.00 \text{ kPa}$ ($1 \text{ kPa} = 7.5 \text{ mm Hg}$) 等情况, 都应在紧急气管插管或气管切开条件下进行 HFJV^[11]。然而临床上也要视具体情况而定, 不一定在 $\text{PaO}_2 < 8.00 \text{ kPa}$ 时才使用高频呼吸机, 防治呼吸功能衰竭时应重在预防, 即早期行气管切开和通气治疗^[12]。

二、HFOV 治疗 INI

Lunkenheimer 等^[13] 德国学者在 1972 年首次介绍了 HFOV。HFOV 通过高频活塞泵或振荡隔膜运动, 产生高频正弦震荡波, 作用于气道内的气柱使之出现相应运动, 从而起到促进通气的作用。HFOV 用于治疗 INI 的报道不多。Cartotto 等^[14] 回顾了治疗 6 名严重烧伤并发急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 患者的经历。HFOV 作为抢救措施用于其中 3 名严重氧合困难且常规通气治疗无效的患者 [吸氧浓度分数 (FiO_2) 为 1.0 ± 0.0 , $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为 71.0 ± 8.0 , 氧合指数 (OI) 为 42.0 ± 3.0 , PEEP 为 $(10.88 \pm 2.06) \text{ mm Hg}$ ($1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$), 吸入体积分数为 $(20 \pm 0) \times 10^{-6}$ 的 NO]; 此外还将 HFOV 作为肺保护性通气策略之一, 预防性用于另外 3 名患者以避免进一步的肺损伤。6 名患者在进行 HFOV 后氧合状况立即得到明显的改善: PaO_2 从使用前的 $(73.0 \pm 6.2) \text{ mm Hg}$ 升至 $(117.0 \pm 40.0) \text{ mm Hg}$; $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 从使用前的 92.0 ± 21.2 升至 227.0 ± 43.4 ($P = 0.02$); OI 从使用前的 32.0 ± 9.1 降至 15.1 ± 4.1 ($P = 0.02$); PaCO_2 从使用前的 $(52.0 \pm 12.5) \text{ mm Hg}$ 升至 $(60.0 \pm 8.5) \text{ mm Hg}$ 。其中 4 名患者还在 HFOV 期间接受了麻醉及削痂手术, 术后安全返回病房。最后 6 例患者中有 5 例死亡, 其中 3 例死于感染和多器官功能障碍综合征, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为 101.0 ± 31.0 , OI 为 30.0 ± 11.0 ; 2 例在撤除通气支持后死于多器官功能障碍综合征, 其 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 和 OI 分别为 178.0 ± 31.0 和 18.0 ± 2.0 , 但无一例死于氧合衰竭。6 例中仅 1 例存活。这也是目前较早将 HFOV 用于烧伤伴 INI 患者手术的报道。

最近有报道, 1 例严重 INI 患儿伤后就近接受了面罩给氧治疗, 随后被送至医院行双相正压通气, 治疗后 24 h 患儿的氧合功能出现恶化, 立即预防性应用 HFOV 并吸入 NO。参数设置: FiO_2 为 0.6, 通气频率为 10 Hz, 平均气道压 (MAP) $24.5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)。整个通气过程中患儿病情稳定, 肺部未见明显的急性病理改变, 28 d 后死于多器官功能衰竭^[15]。

三、HFPV 治疗 INI

HFPV 是一种试图将 HFV 与 CMV 的优点相结

合的通气方式, 为 HFV 技术的最新进展。HFPV 由 HFJV 衍生而来, 所采用的是 Venturi 卷吸原理, 但其通气频率范围较高, 接近 HFOV。HFPV 技术中最独特之处是采用了滑动式 Venturi 喷射装置, 该系统在通气过程中可同时起吸气阀和呼气阀的作用。当气道压升至预设水平时, 呼吸机自动阻断气流, 滑动阀的呼气管口移开, 使气道压降至基线水平, 从而完成一次“主动”呼气 (叩击)。在治疗 INI 方面, HFPV 与 CMV 相比具有较明显的优势。它不仅能改善 INI 患者的氧合能力、降低肺炎的发生率, 而且可增加肺顺应性、降低气道阻力和呼吸功。Cioffi 等^[16] 早在 1989 年的临床试验中就指出, HFPV 是治疗重度 INI 患者的有效方法。后来在 15 例 INI 患者的治疗中观察到, 采用 CMV 尽管可通过提高 FiO_2 、增加 PEEP 及应用反比通气等方法改善机体氧合; 通过加大潮气量、增加通气频率及采用不同流速波形以利于清除 CO_2 , 但所有患者仍存在进行性加重的低氧血症和高碳酸血症^[17]。改用 HFPV 后, 所有患者的氧合状态均有改善, 肺炎发生率从历史的 45.8% 降至 25.9%, 病死率从历史的 95.0% 降至 18.5%。Reper 等^[18] 对 11 例 INI 患者应用 HFPV 治疗 10 h 后观察到, OI 由 CMV 时的 85.4 ± 21.6 升至 303.4 ± 55.3 , PaCO_2 由 $(53.4 \pm 6.2) \text{ mm Hg}$ 降至 $(34.3 \pm 4.6) \text{ mm Hg}$, 心输出量、中心静脉压和肺动脉楔压均无明显变化。Cortiella 等^[19] 用 HFPV 治疗 13 例 INI 的患儿时观察到, 患儿均未发生肺炎, OI、吸气峰压及呼吸功也得到相应改善。首次以 HFPV 治疗 INI 的临床随机试验表明: 通过降低 FiO_2 , HFPV 组的 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 在治疗后前 3 d 较对照组明显升高, 且血流动力学指标正常, 但 2 种治疗方式在降低死亡率和感染性并发症方面无明显差异^[20]。总之, HFPV 既继承了 HFJV 的基本原理、具有 HFOV 高通气频率的长处, 同时又有 CMV 的特征及切实可行的装置。今后 HFPV 将成为治疗包括 INI 在内的急性肺损伤和呼吸功能衰竭的一种有效手段。

参 考 文 献

- 1 Ricard JD, Dreyfuss D, Sauman G. Ventilator - induced lung injury. *Curr Opin Crit Care*, 2002, 8: 12 - 20.
- 2 Nieman GF, Cigada M, Paskanik AM, et al. Comparison of high - frequency jet to conventional mechanical ventilation in the treatment of severe smoke inhalation injury. *Burns*, 1994, 20: 157 - 162.
- 3 齐丰如, 郭光华, 曹勇, 等. 加强呼气涡流改善高频喷射通气的实验研究. *中华医学杂志*, 1996, 76: 818 - 821.
- 4 张旭辉, 曹勇, 李国辉, 等. 高频喷射通气对吸入性损伤犬呼吸气流与气体交换的影响. *中华整形烧伤外科杂志*, 1998, 14: 418 - 421.

5 李国辉, 郭光华, 徐昌政, 等. 不同通气方式对重度蒸气吸入伤犬呼吸力学及气体交换的影响. 中华烧伤杂志, 2000, 16: 234 - 236.

6 吴兴裕, 曹勇, 孙喜庆, 等. 解剖和生理死腔变化在高频双向喷射通气中的意义. 中国应用生理学杂志, 1995, 11: 64 - 67.

7 周世良, 曹勇, 郭光华, 等. 蒸气吸入损伤犬高频喷射通气时两种不同方向气流通气效果观察. 中华整形烧伤外科杂志, 1996, 12: 212 - 215.

8 郭光华, 钱克俭, 熊龙, 等. 高频部分液体通气治疗吸入性肺损伤的实验研究. 中国危重病急救医学杂志, 2001, 13: 714 - 717.

9 钱克俭, 郭光华, 王联群, 等. 高频部分液体通气对吸入性损伤犬血流动力学影响的实验研究. 中国急救医学, 2002, 22: 65 - 66.

10 胡庆宏, 郭光华, 王文, 等. 吸入伤犬部分液体通气后生生化指标变化与动脉血氧分压的关系. 中华烧伤杂志, 2002, 18: 142 - 144.

11 李国辉, 吴燮卿, 谭文源, 等. 严重烧伤合并肺功能不全应用高频通气治疗的血气变化. 中华整形烧伤外科杂志, 1989, 5: 85 - 86.

12 郭光华, 李悦, 刘仔兰, 等. 高频喷射通气对重度烧伤合并吸入性损伤患者早期的呼吸支持. 中华烧伤杂志, 2002, 18: 155 - 158.

13 Lunkenheimer PP, Rafflenbeul W, Keller H, et al. Application of transtracheal pressures oscillations as modification of "diffusion respiration" [letter]. Br J Anaesth, 1972, 44: 627.

14 Cartotto R, Cooper AB, Esmond JR, et al. Early clinical experience with high - frequency oscillatory ventilation for ARDS in adult burn patients. J Burn Care Rehabil, 2001, 22: 325 - 333.

15 Jackson MP, Philp B, Murdoch LJ, et al. High frequency oscillatory ventilation successfully used to treat a severe paediatric inhalation injury. Burns, 2002, 28: 509 - 511.

16 Cioffie WC, Graves TA, Mcmanus WF, et al. High - frequency percussive ventilation in patients with inhalation injury. J Trauma, 1989, 29: 350 - 354.

17 Cioffie WC, Graves TA, Mcmanus WF, et al. Prophylactic use of high - frequency percussive ventilation in patients with inhalation injury. Ann Surg, 1991, 213: 580 - 582.

18 Reper P, Dankaert F, Van Hille P, et al. The usefulness of combined high - frequency percussive ventilation during acute respiratory failure after smoke inhalation. Burns, 1998, 24: 34 - 38.

19 Cortiella J, Mlcak R, Herdon D. High - frequency percussive ventilation in pediatric patients with inhalation injury. J Burn Care Rehabil, 1999, 20: 232 - 235.

20 Reper P, Wibaux O, Van Laeke P, et al. High frequency percussive ventilation and conventional ventilation after smoke inhalation : a randomized study. Burns, 2002, 28: 503 - 508.

(收稿日期: 2002 - 10 - 08)

(本文编辑: 莫 愚 罗 勤)

· 经验交流 ·

凡士林纱布贴附微粒皮移植修复Ⅲ度烧伤创面 18 例

郑家全 侯勇 杜丽苹 罗长生

编者按 以凡士林油纱布为载体移植微粒皮不失为一种较好的创面修复方法, 但皮源较充足时仍应提倡移植大张皮。

1994 ~ 2002 年, 笔者单位采用凡士林纱布贴附微粒皮加压包扎移植修复Ⅲ度烧伤创面 18 例, 取得满意效果. 现总结如下。

临床资料: 本组患者男 11 例、女 7 例, 年龄 12 ~ 55 岁, 均为四肢Ⅲ度烧伤, 面积 26% ~ 51% TBSA。

入院后早期切痂植皮 7 例, 剥痂植皮 4 例, 肉芽创面植皮 7 例。创面处理: 切痂时, 彻底切除坏死组织; 剥痂时, 剥除坏死痂皮后用无菌等渗盐水清洗创面; 对于肉芽创面, 行湿敷包扎等换药处理, 使肉芽组织无水腫、红润、致密。清创后彻底止血, 用等渗盐水、双氧水冲洗, 涂碘伏并喷洒敏感抗生素, 然后用等渗盐水纱布湿敷。微粒皮制作及移植: 取头部刃厚皮 (供受皮比例为 1: 10), 剪成 0.1 cm × 0.1 cm 的微粒皮, 经等渗盐水漂浮后, 散布于事先备好的凡士林油纱布

上。随后将此油纱布剪成 5.0 cm × 5.0 cm 大小, 覆盖于创面, 用含抗生素的湿绷带卷直接环状加压包扎、固定, 并用等渗盐水湿纱布、油纱布、多层干纱布包扎。术后 4 ~ 5 d 检查创面有无积液, 附有微粒皮的油纱布不能轻易挪动, 以防皮粒脱落。

结果: 术后 4 ~ 5 周患者创面愈合, 植皮成活率 > 90%。

讨论 微粒皮细小, 如无良好的保护、固定措施, 很难贴附在创面上成活。在凡士林油纱布的保护下并采用加压包扎的方法, 能较好地使微粒皮与创面紧贴, 还能减轻术后渗血、渗液, 快速建立血运, 有利于皮粒成活。烧伤创面的形状不规则、深浅不一, 尤其是肉芽创面高低不平, 而将附有微粒皮的油纱布剪成条块状进行移植可解决这一问题。供受皮比例为 1: 10 时, 微粒皮在创面上分布广泛, 间隙小, 成活后扩散快, 能及时有效地修复创面, 尤其适于基层医院在缺乏异体、异种皮的情况下应用。

作者单位: 629000 遂宁市人民医院烧伤科

(收稿日期: 2002 - 08 - 13)

(本文编辑: 罗 勤)

读者 · 作者 · 编者

总被引频次

指该期刊自创刊以来所登载的全部论文在统计当年被引用的总次数。这一指标是一个绝对数, 是一个较为客观的评价指标, 可以显示该期刊被使用和受重视的程度, 以及在科学交流中的作用和地位。