

经鼻高流量氧疗治疗急性呼吸衰竭的参数设置

秦志强

基金项目：广西科技厅重点研发计划项目(编号:桂 AB16380218)；广西医疗卫生适宜技术与开发课题(编号:S201315-05)；广西卫健委科研课题(编号:Z20201027)

作者单位：530021 南宁,广西壮族自治区人民医院呼吸内科与危重症医学科,感染性疾病科

作者简介：秦志强(1962-),男,医学博士,主任医师,研究方向:肺栓塞及呼吸危重症的诊治。E-mail:qinzhiquang148@sina.com



秦志强,医学博士,主任医师,硕士研究生导师,广西壮族自治区人民医院大内科、呼吸与危重症医学科和感染性疾病科主任。广西预防医学会呼吸病预防与控制专业委员会主任委员,广西医学会呼吸病学分会副主任委员,广西医师协会呼吸医师分会副会长,中国医师协会呼吸医师分会及危重症医学工作委员会委员。《重庆医学》《国际呼吸医学》《中国临床新医学》等杂志编委。主要研究方向为肺栓塞和呼吸危重症诊治,具有丰富临床经验,擅长呼吸危重症和肺栓塞诊疗。主持广西壮族自治区科技厅和卫健委科研项目7项,在国家和省级医学杂志发表论文80多篇,参编参译医学专著5部。主持课题获广西科技进步奖三等奖和广西医药卫生适宜技术推广奖二等奖各1项,广西医药卫生适宜技术推广奖三等奖2项。荣获2020年广西“最美科技工作者”称号。

西医药卫生适宜技术推广奖二等奖各1项,广西医药卫生适宜技术推广奖三等奖2项。荣获2020年广西“最美科技工作者”称号。

【摘要】 经鼻高流量氧疗广泛应用于急性呼吸衰竭治疗,可以改善患者氧合状况、呼吸功和肺脏气体分布。通过调整氧浓度、湿化罐温度和气体流量三个参数,经鼻高流量氧疗提供高浓度氧气、湿化吸入气体和高流量气体。气体温度过低会影响呼吸道黏液纤毛功能,温度过高则影响患者舒适性。气体流量过低不但降低吸入氧气浓度,改善呼吸功作用也有限。为保证最佳治疗效果和患者的舒适性,氧浓度设置以目标氧饱和度为依据,湿化罐温度一般设置为34~35℃,气体流量一般设置为60 L/min或患者最大耐受流量。经鼻高流量氧疗各参数设置需要根据患者病情、个人耐受程度采取个体化方案。

【关键词】 经鼻高流量氧疗; 呼吸衰竭; 氧浓度; 温度; 流量

【中图分类号】 R 563.8 【文献标识码】 A 【文章编号】 1674-3806(2021)04-0350-06

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2021.04.05

Parameters setting of high-flow nasal cannula oxygen therapy for acute respiratory failure QIN Zhi-qiang.
Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Infectious Diseases, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

【Abstract】 High-flow nasal cannula(HFNC) is widely used in the treatment of acute respiratory failure, and can improve the patients' oxygenation, work of breath and air distribution in the lungs. HFNC provides the patients with high concentration of oxygen, humidified inhaled oxygen and high-flow rate of oxygen by adjusting the three parameters of oxygen concentration, humidifier temperature and inspired gas flow. Too low gas temperature deteriorates the airway mucociliary function while too high gas temperature discomforts the patients. The low gas flow not only reduces the inspired oxygen concentration, but also makes the improvement of work of breath limited. In order to ensure the best therapeutic effect and meet the comfort of the patients, the oxygen concentration is adjusted according to the targeted oxygen saturation, and the humidifier temperature is generally set at 34-35℃, and the gas flow rate is generally set at 60 L/min or the maximum tolerated flow rate of the patients. The parameters setting of HFNC needs to be individualized according to the patient's condition and individual tolerance.

【Key words】 High-flow nasal cannula(HFNC); Respiratory failure; Oxygen concentration; Temperature; Flow

经鼻高流量氧疗 (high-flow nasal cannula, HFNC) 的临床应用在近年来得到迅速推广。大量临床研究证实,与经鼻导管或面罩常规氧疗比较, HFNC 能够更显著改善呼吸衰竭患者的氧合状况^[1,2]和呼吸功能^[1,3-6],从而获得减少患者呼吸衰竭进一步恶化的效果,并且能够减少气管插管率^[7]。HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭 (hypoxemic respiratory failure) 具有与无创通气相似的效果,且患者舒适性更好^[8]。随着 HFNC 治疗经验的积累, HFNC 也逐渐用于慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 所致呼吸衰竭、急性呼吸窘迫综合征早期、有创机械通气拔管后序贯治疗和急性心力衰竭导致呼吸衰竭等。HFNC 具有设置参数少、操作简单、操作培训时间短和患者耐受性好等优点,临床上易于推广应用。HFNC 的主要治疗作用是提高氧合指数、湿化气道和降低呼吸肌做功,可以简单理解成 HFNC 治疗仪的三个对应可调节参数:氧浓度、通过湿化罐水加温提高气体湿度、提供高流量气体改善患者呼吸肌做功。如何设置氧浓度特别是温度和气体流量是近年来 HFNC 治疗研究热点之一。

1 氧浓度设置

HFNC 能够提供 21% ~ 100% 氧气的气体。现有 HFNC 治疗的研究对氧浓度设置还没有一个固定值,都是以治疗过程中监测氧饱和度作为设置和调整氧浓度的依据,换言之, HFNC 治疗时氧浓度设置和调整以达到目标氧饱和度为准。HFNC 治疗不同类型呼吸衰竭的目标氧饱和度略有差异。HFNC 最常用于治疗低氧性呼吸衰竭,即血气分析动脉血氧分压 (partial oxygen arterial pressure, PaO_2) 达到呼吸衰竭标准而二氧化碳分压 (partial carbon dioxide arterial pressure, PaCO_2) 正常或低于正常的呼吸衰竭,亦即临床上常见的 I 型呼吸衰竭。低氧性呼吸衰竭最为显著的病理生理改变是 PaO_2 下降,因此,治疗低氧性呼吸衰竭的主要目标之一是提高 PaO_2 或血氧饱和度。国内学者 Xia 等^[9] HFNC 治疗新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 的目标脉搏容积氧饱和度 (pulse oxygen saturation, SpO_2) 值较低,仅为 >90%。根据氧离曲线的 S 形特性,当氧饱和度 <90% 时,血红蛋白与氧分子结合极易受到氧分压改变的影响。HFNC 治疗过程中,特别是气体流量设置较低时,吸入气道内的氧浓度难免受到患者呼吸潮气量等影响,而 HFNC 治疗的患者潮气量不会固定不变,如果设置氧饱和度目标值仅为 >90%,有可能造成部分患者 SpO_2 间断低于 90%。因此,

HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭以 $\text{SpO}_2 > 90\%$ 为目标值可能太低。Macé 等^[1] 治疗急诊的低氧性呼吸衰竭患者,以 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ 为目标值。一项大样本前瞻性研究 HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭中,初始氧浓度设置为 100%,然后逐渐下调以维持 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ ^[10]。Mauri 等^[11] 采用 HFNC 治疗 40 例急性低氧性呼吸衰竭患者,氧浓度设置要求维持 SpO_2 在 92% ~ 98% 之间。近期发表的一项 HFNC 治疗新冠病毒感染患者低氧性呼吸衰竭的研究^[12]也是采用相同的方法,初始氧浓度 100%,然后逐渐下调维持 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ 。这种初始设置高浓度氧的优点是能够尽快改善低氧性呼吸衰竭患者的氧合状况,氧浓度调整维持 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ 也降低了治疗过程中 SpO_2 低于 90% 的可能性。一项 HFNC 治疗免疫抑制患者低氧性呼吸衰竭研究^[13]和一项拒绝气管插管的严重呼吸衰竭研究^[14]要求的 SpO_2 目标值较高,需要维持 $\geq 95\%$ 。上述 SpO_2 目标值较高的研究^[13,14]中, HFNC 治疗对象病情都比较严重,可能更需要较高的氧饱和度。根据氧离曲线特点,当氧饱和度 >90% 时,其变化受氧分压改变的影响较小,92% 与 95% 的氧饱和度相差 3%,增加红细胞携氧量不显著。而且,临床研究证实 HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭时维持 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ 可以获得满意的效果^[10,12],因此 HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭的氧浓度设置以维持 $\text{SpO}_2 \geq 92\%$ 可能是合适的。高碳酸性呼吸衰竭即伴有 PaCO_2 升高的呼吸衰竭,亦即 II 型呼吸衰竭。由于高碳酸性呼吸衰竭患者多见于 COPD 急性加重期,患者长期缺氧,低氧血症具有刺激呼吸的作用,提高血氧饱和度过快,而具有抑制呼吸作用的高碳酸血症又一时难以纠正,就有可能导致呼吸抑制。因此,现有 HFNC 治疗高碳酸性呼吸衰竭时,设置的氧饱和度目标值略低于 HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭的氧饱和度目标值。两项随机对照研究^[15,16]比较 HFNC 与无创通气治疗 COPD 气管拔管后高碳酸性呼吸衰竭患者,氧浓度设置仅以维持 SpO_2 88% ~ 92% 为目标值,都取得了与无创通气相似的治疗效果。回顾性研究 HFNC 治疗高碳酸性急性呼吸衰竭患者,初始氧浓度设置为 100%,然后维持 $\text{SpO}_2 \geq 90\%$ ^[2]。前瞻性随机对照研究 HFNC 与无创通气治疗 COPD 和非 COPD 高碳酸性呼吸衰竭疗效,氧浓度设置也是维持 $\text{SpO}_2 \geq 90\%$ 目标值, HFNC 疗效与无创通气相当^[17]。Li 等^[18] 前瞻性随机对照研究 HFNC 治疗 COPD 高碳酸性呼吸衰竭患者, SpO_2 目标值较为具体,氧浓度设置维持 SpO_2 在

90%~93%之间,SpO₂最低目标值也是90%。另两项前瞻性研究^[19,20]比较HFNC与无创通气治疗严重COPD急性加重期高碳酸性呼吸衰竭患者,氧浓度设置的氧饱和度目标值略高于上述研究,都是≥92%,HFNC疗效与无创通气治疗效果相当。可见,HFNC治疗高碳酸性呼吸衰竭,氧浓度设置以维持SpO₂在90%~92%即可。

2 温度设置

生理情况下,人鼻吸气时鼻腔对吸入气体具有过滤、加温和加湿作用。正常人平静状态下吸入室内空气(22℃,50%相对湿度,绝对湿度10 mg/L),气体通过鼻子到达喉时的温度为31~33℃、绝对湿度为26~32 mg/L,到达气管中段时温度为34℃、绝对湿度为34~38 mg/L,吸入气体在支气管可以达到核心体温(core temperature)37℃和100%相对湿度(绝对湿度44 mg/L)^[21]。可见,吸入气体加温加湿的部位主要在鼻腔。支气管具有防御外来微生物侵犯的作用,其防御功能依赖于支气管的黏液纤毛运动、黏膜完整性和黏膜表面液体中的免疫物质。支气管纤毛运动在核心体温和100%相对湿度时处于最佳状态,吸入气体温度过高和过低都会降低支气管纤毛的运动能力;支气管黏液纤毛运动也受到黏膜表面黏液层厚度和黏度等因素影响,黏液层厚度和黏度与吸入气体的绝对湿度有关,吸入气体绝对湿度过低时,空气会吸收黏液中的水分使黏液层黏度增加,而吸入气体温度过高可以在气道内产生冷凝水增加黏液层厚度,都会使黏液纤毛运动能力下降^[21]。气体的绝对湿度与气体温度有关,温度越高,绝对湿度越大。此外,吸入气体温度还影响气道纤毛运动。手术切取的离体绵羊气管以相对湿度100%、气体流量4 L/min条件下通气实验,稳态后进行分组,以三种气体温度即37℃、34℃和30℃通气6 h,通气过程中用解剖显微镜观察气管黏液运送速率和纤毛摆动频率,与稳态条件下基础值相比,黏液运送速率和纤毛摆动频率37℃组没有变化,34℃组和30℃组则随通气时间延长迅速下降,尤其是30℃组,通气180 min时黏液运送和纤毛摆动均完全停止,组织病理学检查显示两个低温组气管的黏膜上皮细胞受损显著^[22]。说明低温通气不但影响气道的黏液运送功能,也损伤气道黏膜。新气道切开(24 h内)的患者,室温下射流雾化(流量8 L/min)吸入湿化冷空气或者通过湿化罐加热(37℃)吸入湿化热空气(流量30 L/min),第2、4、6、8、10天采集气道标本观察纤毛摆动频率,吸入加热空气组在

上述各个时点的纤毛摆动频率均显著高于冷空气组^[23]。此外,吸入气体温度过低,可以导致支气管痉挛。因此,HFNC治疗时,正确设置温度是保证患者气道内合适温度、湿度以及治疗过程中舒适性以更好发挥HFNC治疗效果的重要环节。大多数HFNC治疗仪湿化罐可设置温度为31~37℃。各研究报道HFNC治疗时温度设置值不同。Andino等^[7]报道HFNC治疗急性缺氧性呼吸衰竭患者,初始温度设置为34℃,之后逐渐调整提高到37℃。而Tan等^[15]和Frat等^[24]都是将HFNC的治疗温度直接设置为37℃,使气体绝对湿度达到44 mgH₂O/L。Mauri等^[11]研究40例患者HFNC设置温度31℃和37℃、气体流量设置30 L/min和60 L/min四种参数分别组合的四种治疗方式,每一种治疗方式治疗20 min,比较各种参数治疗期间患者的舒适度,发现两种气体流量下31℃治疗时患者的舒适度都优于37℃治疗。但国内任秋艳和任奇^[25]的研究结果正好完全相反,针对接受HFNC治疗的19例老年患者,均观察31℃和37℃两种温度30 min治疗期间的舒适度,发现37℃治疗时患者的舒适度优于31℃治疗。鼻腔和大气道对吸入气体具有强大的加温和加湿能力,正常平静呼吸时吸入22℃、相对湿度50%的气体即能满足肺内气体温度湿度要求,而且气道内34℃气体的绝对湿度已经接近核心体温时100%相对湿度的含水量^[21]。鉴于HFNC治疗时气体流量显著高于平静呼吸,气体通过鼻腔的时间显著缩短,鼻腔和大气道对吸入加温加湿效果降低,提高吸入气体温度是必要的。又考虑到鼻腔对气体的加温加湿作用以及鼻黏膜对温度的感受,如果HFNC是经鼻吸入治疗,可能不需要37℃的气体温度。因此,HFNC治疗表现呼吸困难的癌症患者时,湿化罐的温度设置在35~37℃,或者初始设置为37℃,如果患者感觉不适则逐渐下调至34℃^[26,27]。如果HFNC经人工气道(气管插管的导管或气管切开的导管)治疗,HFNC治疗的气体没有经过鼻腔、咽喉和大气道上段的加温加湿而直接进入气管下段,为保证吸入气体接近或达到人体核心温度和所需湿度,HFNC温度设置37℃可能是合适的。当然,HFNC治疗时湿化罐的温度设置必须顾及患者的舒适度,并且以患者的舒适度作为设置温度的惟一参考条件^[9];或者设置在34~37℃之间,但是具体温度以患者感到舒适为准^[18,26]。为了兼顾到患者的舒适性和气体湿度,HFNC治疗时,温度设置可能以34~35℃为宜。

3 流量设置

大多数 HFNC 治疗仪提供 30 ~ 60 L/min 的气体流量 (flow), 显著高于成人平静呼吸时的气流速度。HFNC 与常规氧疗治疗呼吸衰竭比较, 有研究^[5]发现两种治疗方法的患者治疗后氧分压并无差异性, 但是 HFNC 治疗能够显著降低患者的呼吸功。而降低呼吸衰竭患者呼吸功有利于加快患者呼吸肌功能恢复。由此可见, HFNC 治疗呼吸衰竭的目的除了改善氧合状况外, 更重要的是改善患者呼吸肌功能。而 HFNC 治疗时提供不同气体流量对患者呼吸功的效果不同, 也就要求临床医师正确选择 HFNC 的气体流量。健康人群和患者 HFNC 不同流量的研究都表明, 气体高流量更能降低呼吸功, 改善肺部气体分布。健康志愿者 HFNC 气体流量从 30 L/min 开始逐渐增加, 每次增加 10 L/min, 直至最大流量 100 L/min, 受试者的鼻咽部压力与流量呈正相关^[28]。提示 HFNC 治疗时, 气体流量越高, 气道压力越大, 气体更容易进入下呼吸道, 呼吸肌努力也将越小。健康成人半坐位时正常呼吸, HFNC 气体流量 30 L/min 和 50 L/min 三个阶段的呼气末电阻抗断层成像术 (electrical impedance tomography) 观察发现, 气体流量越大电阻抗断层成像的电阻抗升高越大, 呼吸频率与气体流量呈负相关^[29]。电阻抗与肺脏气体含量呈正相关, 亦即电阻抗越高肺容积越大。由此得出结论, HFNC 的气体流量越高, 健康成人肺脏呼气末容积越大。Mauri 等^[4]研究 15 例急性低氧性呼吸衰竭患者 HFNC 与面罩吸氧时的呼吸功 (以吸气相食管压评价) 和肺通气状况 (电阻抗断层成像术监测), 氧浓度相同情况下随机顺序、交叉试验面罩吸氧气体流量 12 L/min 或 HFNC 流量 40 L/min (每一种方法治疗 20 min), 结果发现吸气相食管压变化值、每次呼吸食管压-时间乘积、分钟食管压-时间乘积、动态呼气末跨肺压、动态吸气末跨肺压、驱动跨肺压变化值均是 HFNC 治疗时段显著低于面罩氧疗时段; 呼气末全肺电阻抗、肺非承重区和承重区呼气末电阻抗增高值都是 HFNC 治疗时段显著高于面罩氧疗时段。另一项临床研究^[3]发现, HFNC (37 °C, 流量 60 L/min) 能够降低低氧性呼吸衰竭患者的食管内压、每次呼吸食管压-时间乘积和分钟食管压-时间乘积, 效果与无创通气持续气道正压通气 (continuous positive airway pressure, CPAP) 模式 (5 cmH₂O) 相当。吸气相食管压和食管压-时间乘积降低提示患者呼吸肌努力较少, 电阻抗增高则提示肺脏含气量增多, 呼气末跨肺压降低可以减少肺容积损伤。

说明 HFNC 比面罩吸氧更好降低低氧性呼吸衰竭患者呼吸功, 改善肺脏气体分布, 并不会增加肺脏容积伤的风险。不同气体流量 HFNC 治疗时患者呼吸肌努力状况也不同。低氧性和高碳酸性呼吸衰竭患者, 在常规给氧基础治疗后随机顺序 20 L/min、40 L/min 和 60 L/min 三个不同流量 HFNC 治疗, 不同治疗时间段食管压变化值、食管压-时间乘积和分钟呼吸功变化, 只有 60 L/min 治疗阶段显著低于常规氧疗阶段, 而且 60 L/min 治疗阶段肺顺应性显著增高, 吸气阻力降低^[5]。为研究 HFNC 治疗的最佳气体流量, Mauri 等^[30]对纳入研究的每一例急性低氧性呼吸衰竭患者随机顺序面罩给氧流量 12 L/min、HFNC 30 L/min、45 L/min 和 60 L/min 治疗, 结果发现 HFNC 各个不同气体流量治疗期间, 呼吸功参数均比面罩氧疗改善, 但食管压变化值、食管压-时间乘积、呼气末全肺容积变化值和呼气末肺脏承重区容积变化值以 60 L/min 治疗时最佳, 氧分压和氧合指数改善也是以 60 L/min 治疗时段最佳。因此, 对于需要改善呼吸功能的呼吸衰竭患者, HFNC 治疗时气体流量设置以 60 L/min 为最佳。HFNC 治疗除了要考虑改善患者呼吸功之外, 还要注意气体高流量对吸入氧浓度和患者舒适度的影响。体外模拟肺通气实验中, HFNC 气体流量分别设置为 20 L/min、40 L/min 和 60 L/min, 氧浓度分别设置为 30%、50% 和 70%, 潮气量分别设置为 300 ml、500 ml 和 700 ml, 三种气体流量、三种氧浓度和三种潮气量共 27 种组合, HFNC 气体流量为 20 L/min 和 40 L/min 时, 随着潮气量和设置氧浓度的增加, 吸入氧浓度测定值低于设置值越明显; 60 L/min 治疗时段没有受到潮气量和氧浓度改变的影响而维持吸入氧浓度与设置氧浓度一致^[31]。HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭患者随机顺序接受不同温度 (31 °C 和 37 °C) 和不同气体流量 (30 L/min 和 60 L/min) 四种组合中, 在 31 °C 时不同气体流量对患者舒适度没有影响; 但是对于病情较严重的患者 (基础治疗时氧浓度需要 $\geq 45\%$), 60 L/min 治疗时段舒适度高于 30 L/min 治疗时段, 舒适度最差的组合顺序为 30 L/min-37 °C 组合 (占 57.5%)、60 L/min-37 °C 组合 (占 27.5%)、30 L/min-31 °C 组合 (占 10.0%) 和 60 L/min-31 °C 组合 (占 5.0%)^[11]。低氧性呼吸衰竭患者 HFNC (37 °C, 流量 60 L/min) 舒适性评分与面罩给氧相似^[3]。可见, HFNC 治疗时 60 L/min 的高气体流量不会影响患者舒适度。但是, HFNC 治疗时气体流量并非越高越好。HFNC 治疗低氧性呼吸衰竭患者, 气体流量设置 0.5 L/(预测体重 · min)、

1.0 L/(预测体重·min)和1.5 L/(预测体重·min)三种流量,随着流量增高,虽然肺非均匀性通气区域减少和呼气末肺容积增加,但患者不适感也增加^[32]。现有的 HFNC 临床研究中,尽管气体流量设置有所不同,但大多数都是设置高流量,即 50 L/min^[2,10,24]、55 L/min^[8]或 60 L/min^[12,13]。从气体流量对吸入氧浓度的影响和患者舒适度考虑, HFNC 治疗呼吸衰竭气体流量设置也是以 60 L/min 较为合适。HFNC 初始治疗时,一些患者可能感到不适。为了让患者有一个适应过程,气体流量设置可以从低流量(20 L/min)开始,然后每 5~10 min 增加 5~10 L/min 直至 60 L/min,并在保持患者舒适性的情况下维持最高气体流量^[27];或更高流量(35 L/min)开始,然后调整至最高(60 L/min)^[14,19]。当然, HFNC 治疗不同类型的呼吸衰竭患者时,流量的设置要求也略有差别,对于需要改善氧合的低氧血症患者,首先增加流量至患者所能耐受的较大流量,然后增加氧浓度以维持目标氧合状态;对于需要增加通气效率患者,调节流量至患者能耐受的最大流量^[33]。上述研究^[14,19,27]中,都强调在设置气体高流量的同时,要满足患者的舒适性或耐受性。国内专家共识认为应该按照不同类型呼吸衰竭进行气体流量调整,对于 I 型呼吸衰竭,气体流量初始设置 30~40 L/min;若没有达到氧合目标,可以逐渐增加吸气流量和提高 FiO₂,依据患者舒适性和耐受度适当调节;对于 II 型呼吸衰竭,气体流量初始设置 20~30 L/min,如果患者二氧化碳潴留明显,流量可设置在 45~55 L/min 甚至更高,滴定 FiO₂,结合血气分析动态调整^[34]。

4 小结

HFNC 治疗呼吸衰竭的作用除了提高患者氧合之外,还具有改善患者呼吸功和肺脏气体分布等常规氧疗所不具备的治疗效果。HFNC 的氧浓度设置以目标氧饱和度为准,温度设置不宜过低或过高,气体流量则以高流量为佳。在治疗过程中,氧浓度、温度和气体流量都要进行适当调整,既要满足治疗要求,也要考虑患者的舒适性。此外,由于患者病情严重程度、呼吸衰竭病因以及对温度和气体流量耐受程度不同,设置 HFNC 参数时一定要遵循个体化。

参考文献

[1] Macé J, Marjanovic N, Faranpour F, et al. Early high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults with acute hypoxemic respiratory failure in the ED: a before-after study [J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(11):2091–2096.

[2] Kim ES, Lee H, Kim SJ, et al. Effectiveness of high-flow nasal can-

nula oxygen therapy for acute respiratory failure with hypercapnia[J]. *J Thorac Dis*, 2018, 10(2):882–888.

[3] Vargas F, Saint-Leger M, Boyer A, et al. Physiologic effects of high-flow nasal cannula oxygen in critical care subjects[J]. *Respir Care*, 2015, 60(10):1369–1376.

[4] Mauri T, Turrini C, Eronia N, et al. Physiologic effects of high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 195(9):1207–1215.

[5] Delorme M, Bouchard PA, Simon M, et al. Effects of high-flow nasal cannula on the work of breathing in patients recovering from acute respiratory failure[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(12):1981–1988.

[6] Motoyasu A, Moriyama K, Okano H, et al. High-flow nasal cannula therapy reduced the respiratory rate and respiratory distress in a standard model simulator and in patients with hypoxemic respiratory failure[J]. *Chron Respir Dis*, 2019, 16:1479973119880892.

[7] Andino R, Vega G, Pacheco SK, et al. High-flow nasal oxygen reduces endotracheal intubation: a randomized clinical trial[J]. *Ther Adv Respir Dis*, 2020, 14:1753466620956459.

[8] Schwabbaue N, Berg B, Blumenstock G, et al. Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation(NIV) [J]. *BMC Anesthesiol*, 2014, 14:66.

[9] Xia J, Zhang Y, Ni L, et al. High-flow nasal oxygen in coronavirus disease 2019 patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter, retrospective cohort study[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(11):e1079–e1086.

[10] Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(23):2185–2196.

[11] Mauri T, Galazzi A, Binda F, et al. Impact of flow and temperature on patient comfort during respiratory support by high-flow nasal cannula[J]. *Crit Care*, 2018, 22(1):120.

[12] Vianello A, Arcaro G, Molena B, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy to treat patients with hypoxemic acute respiratory failure consequent to SARS-CoV-2 infection[J]. *Thorax*, 2020, 75(11):998–1000.

[13] Azoulay E, Lemiale V, Mokart D, et al. Effect of high-flow nasal oxygen vs standard oxygen on 28-day mortality in immunocompromised patients with acute respiratory failure: the HIGHHR randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2018, 320(20):2099–2107.

[14] Ruangsomboon O, Dorongthom T, Chakorn T, et al. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy in relieving dyspnea in emergency palliative patients with do-not-intubate status: a randomized crossover study[J]. *Ann Emerg Med*, 2020, 75(5):615–626.

[15] Tan D, Walline JH, Ling B, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease patients after extubation: a multicenter, randomized controlled trial[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1):489.

[16] Jing G, Li J, Hao D, et al. Comparison of high flow nasal cannula

- with noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with hypercapnia in preventing postextubation respiratory failure: a pilot randomized controlled trial [J]. *Res Nurs Health*, 2019, 42(3):217–225.
- [17] Papachatzakis Y, Nikolaidis PT, Kontogiannis S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula vs. non-invasive ventilation in hypercapnic respiratory failure: a randomized clinical trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(16):5994.
- [18] Li XY, Tang X, Wang R, et al. High-flow nasal cannula for chronic obstructive pulmonary disease with acute compensated hypercapnic respiratory failure: a randomized, controlled trial[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15:3051–3061.
- [19] Lee MK, Choi J, Park B, et al. High flow nasal cannulae oxygen therapy in acute-moderate hypercapnic respiratory failure[J]. *Clin Respir J*, 2018, 12(6):2046–2056.
- [20] Rittayamai N, Phuangchoei P, Tscheikuna J, et al. Effects of high-flow nasal cannula and non-invasive ventilation on inspiratory effort in hypercapnic patients with chronic obstructive pulmonary disease: a preliminary study[J]. *Ann Intensive Care*, 2019, 9(1):122.
- [21] Williams R, Rankin N, Smith T, et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa[J]. *Crit Care Med*, 1996, 24(11):1920–1929.
- [22] Kilgour E, Rankin N, Ryan S, et al. Mucociliary function deteriorates in the clinical range of inspired air temperature and humidity [J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(7):1491–1494.
- [23] Birk R, Händel A, Wenzel A, et al. Heated air humidification versus cold air nebulization in newly tracheostomized patients[J]. *Head Neck*, 2017, 39(12):2481–2487.
- [24] Frat JP, Brugiere B, Ragot S, et al. Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: an observational pilot study[J]. *Respir Care*, 2015, 60(2):170–178.
- [25] 任秋艳,任 奇. 不同温度设置在经鼻高流量氧疗 ICU 老年患者中的应用效果[J]. *中国乡村医药*, 2020, 27(22):64–65.
- [26] Hui D, Mahler DA, Larsson L, et al. High flow nasal cannula therapy for exertional dyspnea in cancer patients: a pilot randomized clinical trial[J]. *Oncologist*, 2020. [Epub ahead of print]
- [27] Hui D, Hernandez F, Urbauer D, et al. High-flow oxygen and high-flow air for dyspnea in hospitalized patients with cancer: a pilot crossover randomized clinical trial[J]. *Oncologist*, 2021,26(5):e883–e892.
- [28] Parke RL, Bloch A, McGuinness SP. Effect of very-high-flow nasal therapy on airway pressure and end-expiratory lung impedance in healthy volunteers [J]. *Respir Care*, 2015, 60(10):1397–1403.
- [29] Plotnikow GA, Thille AW, Vasquez DN, et al. Effects of high-flow nasal cannula on end-expiratory lung impedance in semi-seated healthy subjects[J]. *Respir Care*, 2018, 63(8):1016–1023.
- [30] Mauri T, Alban L, Turrini C, et al. Optimum support by high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure: effects of increasing flow rates[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(10):1453–1463.
- [31] Chikata Y, Onodera M, Oto J, et al. FiO₂ in an adult model simulating high-flow nasal cannula therapy[J]. *Respir Care*, 2017, 62(2):193–198.
- [32] Basile MC, Mauri T, Spinelli E, et al. Nasal high flow higher than 60 L/min in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a physiological study[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1):654.
- [33] 李正东,詹庆元. 经鼻高流量氧疗[J]. *中国临床新医学*, 2019,12(1):5–9.
- [34] 中华医学会呼吸病学分会呼吸危重症医学学组,中国医师协会呼吸医师分会危重症医学工作委员会. 成人经鼻高流量湿化氧疗临床规范应用专家共识[J]. *中华结核和呼吸杂志*,2019, 42(2):83–91.
- [收稿日期 2021–04–06][本文编辑 吕文娟 余 军]

本文引用格式

秦志强. 经鼻高流量氧疗治疗急性呼吸衰竭的参数设置[J]. *中国临床新医学*,2021,14(4):350–355.