

· 指南与共识 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.14.001

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1097.r.20230725.1558.005.html\(2023-07-26\)](https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1097.r.20230725.1558.005.html(2023-07-26))

## 经鼻湿化高流量通气技术在围手术期气道管理中应用的重庆专家共识

重庆市中西医结合学会麻醉学专委会

**[摘要]** 氧合技术是安全实施麻醉的关键保障。近年来,经鼻湿化高流量通气(THRIVE)作为一种新型氧合技术,逐步在围手术期气道管理中得到应用。该技术可以在患者窒息状态下,仍保证在一定时间内提供呼吸暂停期间的足够氧合,同时可以实现鼻咽死腔冲洗、减少呼吸做功、促进肺泡复张和维持黏膜纤毛功能。基于这些优势,该技术有望给围手术期气道管理提供更多选择。本专家共识分析汇总 THRIVE 在围手术期麻醉管理中的应用,围绕术前氧合和插管、困难气道处理、共享气道手术的氧合维持、拔管和术后氧合支持,以及产科、肥胖患者和儿科麻醉,为 THRIVE 在围手术期气道管理中的应用提出专家建议,供读者根据具体情况酌情参考,以提高围手术期患者气道安全,改善患者预后。

**[关键词]** 经鼻湿化高流量通气;围手术期;氧合;专家共识

**[中图分类号]** R614

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2023)14-2081-08

### Application of transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange technique in perioperative airway management: Chongqing experts consensus

Anesthesiology Special Committee of Chongqing Integrative Medicine Association

**[Abstract]** Oxygenation technique is crucial for ensuring the safe implementation of anesthesia. In recent years, transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) has emerged as a new type of oxygenation technique for perioperative airway management. This technique can provide adequate oxygenation during apnea for a certain period of time even in the patient's asphyxial state, while achieving nasopharyngeal dead space slushing, reducing respiratory work, promoting lung alveolar recruitment, and maintaining mucociliary function. Based on these advantages, this technique is expected to provide more options for perioperative airway management. This expert consensus analyzed and summarized the application of THRIVE in perioperative anesthesia management, focusing on preoperative oxygenation and intubation, difficult airways management, oxygenation maintenance during shared airway procedures, extubation and postoperative oxygenation support, as well as anesthesia for obstetric, obese, and pediatric patients. The purpose of this article was to provide expert recommendations for the implementation of THRIVE in perioperative airway management. Readers can refer to these suggestions based on their specific situations in order to improve airway management safety during the perioperative period and improve patient outcomes.

**[Key words]** transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange; perioperative period; oxygenation; expert consensus

经鼻湿化高流量通气(transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange, THRIVE)在围手术期气道管理过程中逐步得到应用,随着近年来国内外相继发表了多篇前瞻性临床研究及相关应用综述,其疗效已经得到广泛认可<sup>[1-2]</sup>,但目前 THRIVE 应用相关指南和共识主要集中在急诊、重症、呼吸内科、新型冠状病毒感染患者救治等方面<sup>[3-8]</sup>,缺乏围手术期 THRIVE 规范应用的指南或共识,这也限制了 THRIVE 在围手术期气道管理应用中的普及和推广。重庆位于中国西南地区,地形复杂、交通不便,经济状

况和医疗条件与东部发达地区有较大差异,加之空气质量欠佳、饮食习惯辛辣,致使呼吸道及胃肠道疾病多发,这种地域特征与疾病结构一方面导致重庆地区纤维支气管镜、胃镜等检查人数较多,另一方面大气道肿瘤、异物、急诊创伤所致的紧急气道情况较多,为围手术期气道管理带来较大挑战<sup>[9-10]</sup>。为此,重庆市中西医结合学会麻醉学专委会组织重庆地区相关专家制订本专家共识,本共识拟基于专家临床实际应用的经验和相关临床研究文献检索对 THRIVE 在围手术期气道管理中的应用进行系统性阐述和探讨。

## 1 THRIVE 概述及原理

常规诱导插管过程中,麻醉医生通常会使用室息氧合技术,该技术在预先给予氧气的情况下,可以延长呼吸暂停的安全时间。血红蛋白对氧气的亲和力高,以 250 mL/min 的速度从肺泡中摄取氧气,其产生的肺泡内负压使气体从咽部流入肺泡,以便在无呼吸时维持氧合<sup>[11]</sup>。由此可推测若用纯氧充盈咽喉部,并持续有高流量氧气流动,即使没有呼吸运动,也可在一定程度上延长室息时间。基于此,2012 年 WEIN-GART 等<sup>[12]</sup>首次使用经鼻高流量吸氧(high-flow nasal canula, HFNC)的室息氧合技术,在快速诱导期间经鼻导管以 12 L/min 的速度给予患者未加热和湿化的氧气来延缓血氧饱和度( $SpO_2$ )下降。这种大流速气流破坏层流,使流场中出现许多小漩涡,形成湍流。湍流中同时存在向前和反向运动的气流,其引起的动量、热量和质量的传递速率比层流高数个数量级。湍流可改善气体混合,增加气体流速和强度,提高气体交换效率,有助于提供更好的氧合和通气支持,特别是在手术期间或复苏过程中等需要较高氧浓度和通气压力的情况。

另外,室息性低氧血症时,大量氧气的流动可清除死腔,并通过正压通气和心脏震荡的帮助清除二氧化碳( $CO_2$ )<sup>[9]</sup>。心源性振荡是由心脏活动引起的气体运动,气道压力、流量波形随心动周期规律性波动,最低的涡旋被拉得更深,从涡旋中产生的涡流被引至气管,增强了声门下方的气体混合。气体流量从 20 L/min 增加到 70 L/min 时, $CO_2$  清除率由 0.29 mL/min 增加到 1.34 mL/min,心源性振荡可使同样条件下的  $CO_2$  清除率从 11.9 mL/min 增加至 17.4 mL/min<sup>[13]</sup>。

然而,流量大于 10 L/min 的干冷氧气易损伤黏膜和引起疼痛不适,由于没有解决湿化和温化问题,HFNC 早期未能在临床上获得广泛应用。为了解决这个问题,2015 年 PATEL 等<sup>[14]</sup>首先尝试建立 THRIVE 技术,并将其用于困难气道患者全身麻醉下进行咽部和喉气管手术。该研究发现,麻醉诱导和使用肌肉松弛剂后(未进行气管插管)使用 THRIVE,可以延长患者室息时间至平均 17 min,最长达到 65 min,且未出现  $SpO_2 < 90\%$  的患者<sup>[14]</sup>。随后,有研究正式对 THRIVE 作出定义:一种通过鼻导管以高流速(高达 120 L/min)向临床呼吸暂停患者提供连续、温暖和湿润的空氧混合气体的系统,吸入氧浓度( $FiO_2$ )可以从 21% 到 100%,其可以维持患者在无自主呼吸和无机械通气状态下的氧合和  $CO_2$  清除<sup>[2]</sup>。

THRIVE 装置是由空氧混合器、流量控制器、加热湿化器(将气体温度调节至 37℃,绝对湿度调节至 44 mgH<sub>2</sub>O/L),以及一个输送系统和高流量鼻塞组成。空气和氧气按预设浓度混合后经过涡轮送出,加热湿化器和管路加热导丝对气体进行全程加热湿化,

以恒温、恒湿、恒流速的方式输送至患者端,以高流量鼻塞与患者相联。在近患者端监测温度和氧浓度,一些设备流量可高达 120 L/min。

## 2 THRIVE 的禁忌证与并发症

### 2.1 绝对禁忌证

(1)急性完全性呼吸道梗阻、血液动力学显著不稳定等;(2)患者无力清除分泌物;(3)极重度 I 型呼吸衰竭[氧合指数( $PaO_2/FiO_2$ ) $< 60$  mmHg];(4)通气功能障碍( $pH < 7.25$ );(5)合并多脏器功能不全等(证据等级 III);(6)气胸和纵隔气肿;(7)颅底骨折或手术、颅脑外伤或手术;(8)急性鼻窦炎、中耳炎、创伤等导致鼻腔完全堵塞;(9)鼻衄(鼻及附近组织血管破裂引起的损伤)<sup>[15]</sup>,可能导致肺部吸入;(10)可能导致胃内容物吸入的病症。

### 2.2 相对禁忌证

(1)重度 I 型呼吸衰竭( $PaO_2/FiO_2 < 100$  mmHg);(2)通气功能障碍( $pH < 7.30$ );(3)矛盾呼吸或自主呼吸微弱、昏迷;(4)气道保护能力差,有误吸高危风险,气道分泌物多且无排痰能力;(5)血流动力学不稳定,需要应用血管活性药物;(6)面部或上呼吸道手术不能佩戴 THRIVE;(7)颌面部外伤或手术;(8)情绪激动或不配合、不同意 THRIVE,THRIVE 不耐受;(9)心搏呼吸骤停、急性呼吸道梗阻、血液动力学不稳等需有创机械通气。

### 2.3 THRIVE 常见并发症及防治

THRIVE 的并发症主要与其压力相关,小儿尤其应注意,即使在成年人中使用,也需要注意患者能否接受高流量氧气所带来的压力。(1)气体泄漏:因为连接患者的高流量鼻塞小于鼻孔直径,所以无法评估气体泄漏量,无法准确监测呼气末  $CO_2$ ,限制了 THRIVE 在临床中的应用,可使用经皮二氧化碳分压( $TcPCO_2$ )监测间接反映  $CO_2$  蓄积程度<sup>[16]</sup>。(2)张力性气胸:早产儿在使用 THRIVE 时可出现张力性气胸,发生明显的神经损伤,而停止使用 THRIVE。亦有少数正压通气并发新生儿颅腔积气的病例被报道,且都与持续气道正压通气(CPAP)相关。因此,对新生儿使用 THRIVE 必须持续性监测气道压力和神经症状,避免相关并发症发生。(3)气胸和纵隔气肿:HEGDE 等<sup>[17]</sup>报道了 3 例使用 THRIVE 时发生气胸和纵隔气肿的病例。因此,临床使用 THRIVE 时还应注意气体流量的控制(尤其小儿肺部发育不健全的情况)和持续性监测气体流量、呼吸运动等。(4)气腹:需要持续监测腹部体征。

## 3 THRIVE 围手术期使用流程

### 3.1 操作步骤

(1)择期手术在围手术期需要使用 THRIVE 的,需要在术前和患者或家属充分交流,说明其优势与风险,取得患者或家属配合,建议患者取半卧位或头高

位( $>20^\circ$ );或遇紧急气道等危急情况,可由麻醉医生决定紧急使用。(2)患者端需根据患者鼻孔内径选择小于鼻孔内径 50% 的鼻塞;建议患者闭口呼吸,如不能配合,且不伴  $\text{CO}_2$  潴留,可改用面罩进行氧疗。(3)使用过程中需要严密监测患者意识状态、生命体征、呼吸运动、气道分泌物性状及血气分析并及时做出针对性调整,按需吸痰,防止痰堵窒息。(4)出现舌后坠可借助口咽通气道支撑上气道,将鼻塞(两个孔)与口咽通气道(一个孔)连通,若不能改善则更换通气方式。(5)患者鼻塞位置高度必须高于机器和管路水平,并注意管路积水,警惕其误入气道引起呛咳和误吸,一旦报警,及时处理管路冷凝水。(6)流量尽量不小于 15 L/min,以克服呼吸管路阻力。(7)注意调节鼻塞固定带松紧,避免固定带过紧引起颜面部皮肤损伤。(8)患者出现任何不耐受情况或机器报警,应及时处理或停机检查,避免伤害。

### 3.2 参数设置

(1)温度的设置范围一般为  $29\sim 37^\circ\text{C}$ 。根据患者舒适性和耐受度调节,保持一定的痰液黏稠度,使痰液易于咳出。(2)气体流量设置范围一般为  $8\sim 80$  L/min,氧浓度最高可以达到 100%,结合  $\text{SpO}_2$  和血气分析动态调整,以达到目标氧合;若出现  $\text{CO}_2$  潴留,可将流量调至  $45\sim 55$  L/min 或更高,达到患者能耐受的最大流量。

### 3.3 呼吸支持升级标准

(1)呼吸频率  $> 35$  次/min 或  $\text{SpO}_2 \leq 88\%$ ; (2)  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  与呼吸频率的比值(ROX 指数) $< 2.85$  或进行性下降; (3)胸腹部矛盾运动或需要使用辅助呼吸肌等; (4)血流动力学不稳定。

### 3.4 撤机标准

(1)完成气管插管,或以其他方式建立气道; (2)意识和自主呼吸恢复,吸气流量  $< 20$  L/min,且  $\text{FiO}_2 < 30\%$ ; (3)撤离过程中,建议先降低  $\text{FiO}_2$ ,后降低气体流量,当气体流量降至 15 L/min 时停用 THRIVE; (4)在气体流量下降过程中应密切监测呼吸频率、 $\text{SpO}_2$ 、血气分析、呼吸运动及患者呼吸困难主诉等,若上述指标恶化,则暂缓降低气体流量。

### 3.5 消毒与感染控制

(1)定期更换治疗仪附件以防治感染,一次性鼻塞 7 d、加温管路 7 d、空气高效过滤器 3 个月或 1 000 h,若为一次性物品,按医疗垃圾丢弃;如有损坏或变色要立即更换。(2)每次使用完毕后应为 THRIVE 装置进行终末消毒,THRIVE 消毒连接仪器自带的消毒回路进行仪器内部消毒即可。(3)THRIVE 装置的表面应用 75% 乙醇或 0.1% 有效氯进行擦拭消毒。(4)感染患者在使用 THRIVE 时,按照开机-设置初始参数-戴鼻塞-送气的顺序进行操作;撤机时,应先关机或者下调气体流量至零,再取下鼻塞。在使用或停

止 THRIVE 时,患者都不应该出现氧供中断的情况,可根据病情需要,预先准备好鼻导管吸氧、无创呼吸机或气管插管等所需装置;在应用 THRIVE 期间,患者可佩戴口罩,减少周围环境播散<sup>[13]</sup>。

## 4 THRIVE 围手术期适应证

THRIVE 是在经鼻高流量氧疗基础上进行“湿化”和“温化”改进,所以经鼻高流量氧疗适用的临床场景均可以考虑 THRIVE 的应用。本共识英文文献检索以 PubMed、Embase 和 Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) 数据库为基础,检索词包括“THRIVE”或“transnasal humidified rapid Insufflation ventilatory exchange”或“humidified high flow nasal cannula”或“humidified high flow oxygen therapy”“HFNC”或“high-flow nasal cannula”或“high-flow oxygen therapy”或“nasal high-flow oxygen therapy”或“HFNO”或“high-flow nasal oxygen”。中文文献检索以中国生物医学文献数据库、维普中文生物医学期刊数据库、万方医学数据库和中国学术期刊网络出版总库收录文献为基础,使用“经鼻湿化快速充气交换通气技术”或“经鼻高流量氧疗”或“高流量氧疗”或“高流量湿化氧疗”作为关键词进行检索。检索时间为 2015 年 1 月至 2023 年 3 月。对于纳入的文献本共识会进行进一步核对,主要纳入 3 类研究: (1) 证据等级 I 级,高质量的随机对照试验(RCT)、权威指南及高质量系统综述和 meta 分析; (2) 证据等级 II 级,有一定研究局限性的 RCT(如无隐蔽分组、未设盲法、未报告失访)、队列研究、病例系列研究及病例对照研究; (3) 证据等级 III 级,病例报道或专家意见。

### 4.1 插管前预氧合与快速顺序诱导

与面罩及无创正压通气(non-invasive ventilation, NIV)等预氧合方法相比,THRIVE 最大的优势在于气管插管操作时 THRIVE 可以继续给氧,普通面罩和 NIV 面罩则必须被移除。但研究发现对于一般手术患者,THRIVE 用于预氧合时,与普通面罩相比在低氧、并发症、病死率、住院时间等方面无明显差异<sup>[18]</sup>。而在一项关于危重症患者插管的指南中,THRIVE 被认为对危重症患者具有一定优势<sup>[9]</sup>。对于气管插管前已接受 THRIVE 治疗的患者,预氧合及插管过程中可继续使用 THRIVE。

在某些紧急情况下,对于需要快速诱导插管的患者,有研究显示 THRIVE 组与面罩预氧合组完成插管后,动脉氧分压( $\text{PaO}_2$ )、动脉二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ )和 pH 值相似,但 THRIVE 组维持  $\text{SpO}_2 \geq 90\%$  的时间明显延长,说明 THRIVE 可以为气道操作提供更长的无通气安全时间<sup>[19]</sup>。最近一项国际多中心 RCT 进一步证实,预氧合期间采用 THRIVE 可保持足够氧水平,有效支持快速顺序诱导<sup>[20]</sup>。对于胃

充气的担心,有研究用 THRIVE(70 L/min)对保留自主呼吸的健康志愿者通气 30 min,发现通气未引起胃容量的明显改变<sup>[21]</sup>;但采用超声评估肥胖患者全身麻醉诱导期间胃进气情况发现,尽管 THRIVE 组较面罩通气组患者胃充气发生率更低,仍然能观察到有一定体积气体进入胃部<sup>[22]</sup>,由此可能导致的返流误吸仍需引起注意。

推荐建议:对于一般手术患者,不推荐在气管插管预氧合时常规应用 THRIVE(证据等级 I);推荐在紧急情况需要快速顺序诱导时应用 THRIVE(证据等级 I),但仍需要关注胃进气及返流误吸的风险。

#### 4.2 纤维支气管镜清醒插管处理困难气道

困难气道协会的插管指南提倡使用 HFNC 作为传统氧合技术的最佳替代方案,建议使用流量为 5~15 L/min 的标准高流量鼻塞经鼻行呼吸暂停氧合<sup>[23]</sup>。BADIGER 等<sup>[24]</sup>对 50 例患者在清醒时使用光纤插管过程中使用经鼻高流量氧疗,结果提示其可改善患者 SpO<sub>2</sub>,降低了手术过程中缺氧和高碳酸血症的发生风险,延长了窒息耐受时间,优化了清醒纤维支气管镜插管的条件和患者舒适度。另一项对 600 例接受纤维支气管镜清醒插管患者的前瞻性队列研究显示,与其他氧合策略相比,THRIVE 组的并发症(9.2% vs. 12.7%)和低氧血症(1% vs. 2%)发生率均有所降低,但差异无统计学意义<sup>[25]</sup>。

推荐建议:推荐在纤维支气管镜清醒插管处理困难气道时使用 THRIVE(证据等级 II)。

#### 4.3 共用气道的检查和手术

镇静状态下支气管镜对气道的部分阻塞,使患者在接受氧疗的情况下 SpO<sub>2</sub> 仍有可能降至 90% 以下。THRIVE 可以干扰经口操作,因此是预防支气管镜操作过程中低氧血症的有效方法。研究发现,对 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 300 mmHg 行气管镜操作的清醒患者,在操作前后和过程中随机使用 THRIVE(50 L/min)或 NIV(吸气压 15~20 cmH<sub>2</sub>O,呼气压 3~10 cmH<sub>2</sub>O),使用 THRIVE 组的氧合在操作前和操作过程中明显优于使用 NIV 组<sup>[26]</sup>。

2015 年 PATEL 等<sup>[14]</sup>在接受下咽或喉气管手术全身麻醉的困难气道患者中,最先使用 THRIVE 延长了安全窒息时间。然而,在没有通气的情况下,THRIVE 因可能导致 PaCO<sub>2</sub> 升高和呼吸性酸中毒而应用受限<sup>[27]</sup>。一项含 118 例在全身麻醉和神经肌肉阻滞下接受喉显微手术患者的非劣效性 RCT 显示,THRIVE 组的最低 SpO<sub>2</sub> 为 100%(98%~100%),不低于气管插管组的 100%(100%~100%)。但有研究发现,与气管插管组相比,THRIVE 组手术结束时 TcPCO<sub>2</sub> 峰值和呼气末二氧化碳分压(ETCO<sub>2</sub>)峰值较高,需要干预的概率更高<sup>[28]</sup>。

推荐建议:推荐在镇静状态下纤维支气管镜检查

时使用 THRIVE 改善氧合(证据等级 I)。THRIVE 延长共享气道手术时安全窒息时间<sup>[8,29]</sup>,其氧合效果不差于气管插管,但需要注意 CO<sub>2</sub> 潴留问题。(证据等级 I)

#### 4.4 非气管插管的胸科手术

WANG 等<sup>[30]</sup>对比非气管插管的电视胸腔镜手术中 THRIVE 和面罩通气的效果,发现 THRIVE 组术中 SpO<sub>2</sub> 高于面罩通气组,PaCO<sub>2</sub> 差异无统计学意义,且 THRIVE 增加患者术后氧储备。因此,THRIVE 的使用可以使非气管插管的电视胸腔镜手术更为安全,并可以促进患者术后康复。

推荐建议:推荐在非气管插管时使用 THRIVE,降低低氧血症发生率,增加患者术后氧储备(证据等级 II)。

#### 4.5 拔管和术后支持

多项研究在全身麻醉气管导管拔管后使用 THRIVE 过度,相比常规氧疗,其再插管率、拔管后呼吸衰竭发生率更低,且具有更少的压力相关皮肤损伤,更好的生理参数和氧合,以及更好的耐受性<sup>[31-32]</sup>。也有研究将 THRIVE 运用在深麻醉拔管中,与对照组相比,低氧血症发生率明显降低,躁动及平均动脉压(MAP)升高的发生率更低,且有更好的舒适性<sup>[33]</sup>。

对于不同手术类型,术后使用 THRIVE 治疗有不同的意义。与传统氧疗相比,THRIVE 可以缩短大型腹部手术患者需要接受氧疗的时间,但不能降低再插管率和减少患者升级呼吸支持的需要,且术后 7 d 并发症发生率无明显差异<sup>[34]</sup>。对于肝移植手术,THRIVE 较传统氧疗能明显改善肝移植术后急性肺损伤患者的氧合,降低气管插管率<sup>[35]</sup>。与传统鼻导管吸氧比较,心脏手术拔管后 1、2、4 h 使用 THRIVE 可明显降低 PaCO<sub>2</sub>、增加氧合,并减少心脏术后患者升级呼吸支持的需求<sup>[36-37]</sup>。肺部手术术后使用 THRIVE 减少了患者的住院时间,但 6 min 步行距离无明显差异<sup>[38]</sup>。

在高危患者(慢性阻塞性肺疾病、哮喘、重度吸烟、前 4 周内下呼吸道感染等)中,术后使用 THRIVE 可降低其术后呼吸衰竭再插管率<sup>[39]</sup>。而另一项 meta 分析结果显示,对术后高危或确诊呼吸衰竭患者,THRIVE 与插管率和重症监护室(ICU)获得性感染率的明显降低相关,但未显示与死亡率相关<sup>[40]</sup>。

推荐建议:外科手术后脱机序贯应用 THRIVE 可以提高患者的舒适度,减少心脏术后患者升级呼吸支持的需求(证据等级 I),缩短胸外科手术患者的住院时间(证据等级 II)。但与传统氧疗相比,THRIVE 不能降低腹部外科手术患者的再插管率(证据等级 II)。THRIVE 应用于深麻醉拔管可降低低氧血症和应激反应发生率(证据等级 I),对于高危患者可降低其术后呼吸衰竭再插管率(证据等级 I)。

#### 4.6 无痛胃肠镜中的应用

LIN 等<sup>[41]</sup>对无痛肠镜检查中的患者使用 THRIVE 技术,使患者严重低氧血症( $\text{SpO}_2 < 75\%$ 或  $75\% \sim < 90\%$ 持续时间  $\geq 60$  s)和缺氧( $\text{SpO}_2$   $75\% \sim < 90\%$ 持续时间  $< 60$  s)发生率均降至 0。一项 RCT 发现,对镇静下行胃肠镜检查的老年患者使用 THRIVE 可明显降低低氧血症发生率,以及托下颌和面罩通气的概率<sup>[42]</sup>。最近一项 meta 分析指出,与传统氧疗相比,THRIVE 技术可以降低低氧血症的发生风险,改善无痛胃肠镜检查中最低  $\text{SpO}_2$ ,但由于目前研究的异质性,还需进一步的严格 RCT 进行验证<sup>[43]</sup>。

推荐建议:推荐在无痛胃肠镜使用 THRIVE,尤其是老年患者(证据等级 II)。

#### 4.7 肥胖患者围手术期气道管理

PATEL 等<sup>[14]</sup>分析使用 THRIVE 的 25 例困难气道患者,出现 2 例  $\text{SpO}_2$  降低的情况,都与高体重指数(BMI)有关。TO 等<sup>[44]</sup>与 PATEL 等<sup>[14]</sup>的观点相似,即高 BMI 患者可能比正常 BMI 患者更容易在 THRIVE 下出现快速去饱和,并建议尽量缩短肥胖患者和气道狭窄患者的手术时间。最近一项 meta 分析比较了 THRIVE 和面罩预氧合技术在降低择期手术肥胖患者插管前  $\text{SpO}_2$  方面的有效性,发现 THRIVE 组的安全呼吸暂停时间明显更长,不适反应发生率更低,但使用 THRIVE 和面罩预氧合在最低动脉氧含量、最低外周  $\text{SpO}_2$  及胃内容物吸入率方面无明显差异<sup>[45]</sup>。BOOTH 等<sup>[46]</sup>对阻塞性气道处理期间患者自主通气时使用 THRIVE 的一项回顾性观察性研究发现,7 例 BMI  $> 35 \text{ kg/m}^2$  的患者使用 THRIVE 时,其有效通气时间可延长至 56 min,但通气时  $\text{ETCO}_2$  上升仍难以避免。

推荐建议:推荐在肥胖患者围手术期使用 THRIVE(证据等级 II),并尽量缩短肥胖患者和气道狭窄患者的手术时间,同时密切关注  $\text{CO}_2$  潴留情况(证据等级 II)。

#### 4.8 妊娠妇女围手术期气道管理

妊娠期妇女由于生理变化导致呼吸道管理难度及插管失败的发生率有所增加,插管失败率高达 1/390。功能残气量降低和代谢率增加,使孕妇更容易出现低氧血症。产科麻醉师协会和困难气道协会发布的插管指南指出,针对产科患者进行困难气道管理,THRIVE 可作为一种选择,延长安全窒息时间,缓解低氧血症,考虑使用 5 L/min 的流量,但证据不足<sup>[47]</sup>。虽然有病例报道显示,对非足月孕妇使用 THRIVE 预充氧有较好效果<sup>[48]</sup>,但对足月孕妇的 RCT 显示 THRIVE 预充氧效果并不优于面罩通气<sup>[49]</sup>。另外,考虑到妊娠妇女不仅是困难气道高危人群,还是返流误吸高危人群,因此,对于妊娠期间 THRIVE 的应用仍然需要确定如何选择更优的通气

时间或流量,这有待进一步研究。

推荐建议:不推荐在足月妊娠妇女围手术期使用 THRIVE(证据等级 II),非足月孕妇可酌情使用(证据等级 III)。

#### 4.9 新生儿和儿童插管前预氧合、早期拔管及共享气道手术中的应用

目前,在儿科重症监护 THRIVE 已被用于清醒、自主呼吸的呼吸衰竭儿童和呼吸机撤机,新生儿和婴儿分别使用  $2 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  和  $1 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ <sup>[50]</sup>,但麻醉期间使用 THRIVE 尚未有明确规范。HODGSON 等<sup>[51]</sup>一项含 202 例需要接受气管插管新生儿的 RCT 发现,THRIVE 能在维持新生儿生命体征稳定的同时明显提高首次气管插管成功率。HUMPHREYS 等<sup>[52]</sup>对 48 例接受择期手术的健康儿童(0~10 岁)进行的 RCT 显示,THRIVE 可延长患儿安全窒息时间,两组  $\text{CO}_2$  清除率无明显差异。RIVA 等<sup>[53]</sup>的前瞻性 RCT 显示,100%  $\text{FiO}_2$ -THRIVE 组比 30%  $\text{FiO}_2$ -THRIVE 组的安全呼吸暂停时间更长,但  $\text{TcPCO}_2$  升高较快。

对于接受全身麻醉( $> 2$  h)下非心脏、非胸部、非剖腹手术后拔管进入麻醉恢复室(PACU)的儿童( $\leq 2$  岁),THRIVE 可以有效预防术后肺不张的发生<sup>[54]</sup>。近期一项 RCT 也证实,对于小儿扁桃体切除术麻醉复苏期,基于 THRIVE 的早期拔管策略可明显降低术后呼吸系统不良事件的发生率<sup>[55]</sup>。在儿童口腔门诊镇静下气道管理中使用 THRIVE 与喉罩相比的劣效性研究发现,与对照组相比 THRIVE 组术野暴露好,且患者围手术期不良事件及气道管理相关反应的发生率相似<sup>[56]</sup>。然而,THRIVE 在儿童围手术期使用的有效性和安全性还有待多中心大样本研究进一步验证。

推荐建议:推荐新生儿和儿童在插管前预氧合、早期拔管及共享气道手术中使用 THRIVE(证据等级 II),并密切关注  $\text{CO}_2$  潴留情况。

#### 4.10 老年危重症患者纤维支气管镜检查及拔管后支持中的应用

老年危重症患者因基础疾病复杂,围手术期易出现心肺衰竭、低氧血症、肺不张等,THRIVE 为老年患者围手术期气道管理提供了新的选择。阻塞性睡眠呼吸暂停、老年、肥胖等患者在纤维支气管镜检查中容易出现低氧血症,使用 THRIVE 可以降低深度镇静下支气管镜检查期间低氧血症的发生率<sup>[57]</sup>。针对接受骨科手术的老年患者,THRIVE 组拔管后 1 h 的  $\text{PaO}_2$  较常规面罩组明显升高<sup>[58]</sup>。

推荐建议:推荐老年危重症患者在纤维支气管镜检查及拔管后支持中使用 THRIVE(证据等级 II)。

## 5 总结及展望

THRIVE 的使用在围手术期气道管理实践中逐

渐被接受,许多研究均证实了其可行性、有效性和安全性,但总体来讲,围手术期场景下对于 THRIVE 的应用和研究仍处于早期阶段,麻醉科医生有必要掌握 THRIVE 临床应用的基本原理和操作方法,熟悉和了解目前 THRIVE 在围手术期气道管理中的应用情况。本共识结合现有的临床证据,整理和归纳了 THRIVE 适合的围手术期应用场景,包括为麻醉诱导、麻醉苏醒、短时程手术及共享气道的相关检查和手术等提供呼吸暂停期间的氧合。然而,需要注意的是任何指南均不能完全涵盖复杂的临床情况,请读者根据具体情况,酌情参考。另外,关于 THRIVE 围手术期应用的大型多中心 RCT 仍然缺乏,THRIVE 的用途、适应证和禁忌证也尚未完全了解,迫切需要大样本 RCT 为其提供临床依据,从而进一步探索和拓展 THRIVE 在围手术期气道管理中的应用。

共识顾问:郁葱(重庆医科大学附属口腔医院);黄河(重庆医科大学附属第二医院)

执笔人:段光友(重庆医科大学附属第二医院);陈杰(重庆医科大学附属第二医院)

共识撰写组成员(按姓氏汉语拼音排序):包晓航(陆军军医大学第二附属医院);程璐(重庆市秀山土家族苗族自治县人民医院);高涛(重庆医科大学附属大学城医院);何静(陆军军医大学第一附属医院);贺柯渝(重庆大学附属涪陵医院);雷晓峰(重庆医科大学附属妇女儿童医院);李皓(重庆市云阳县人民医院);李剑(重庆市合川区人民医院);李明(重庆市长寿区人民医院);刘娟(重庆市奉节县人民医院);刘玲(重庆医科大学附属第一医院);栾国会(重庆市綦江区人民医院);毛庆祥(陆军军医大学大坪医院);彭明清(重庆医科大学附属永川医院);乔欣(重庆市人民医院);冉兴(重庆市潼南区人民医院);任青竹(重庆医科大学附属大足医院);谭蓉丹(重庆市公共卫生医疗救治中心);王洪(重庆医科大学附属儿童医院);王进全(重庆市第九人民医院);文欣荣(重庆医科大学附属第三医院);谢冕(重庆市中医院);徐志全(重庆市铜梁区人民医院);杨廷军(重庆市石柱土家族自治县人民医院);殷选明(重庆市黔江中心医院);赵楠(重庆医科大学附属口腔医院);赵卫兵(重庆市巴南区中医院);郑彬武(重庆市荣昌区人民医院);郑晓铸(重庆市渝北区人民医院);周文(重庆大学附属三峡医院);朱稀雯(重庆医科大学附属第二医院)

## 参考文献

- [1] KOTWINSKI D, PATON L, LANGFORD R. The role of high flow nasal oxygen therapy in anaesthesia[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2018, 79(11):620-627.
- [2] 孙晓明,左明章. THRIVE 临床麻醉应用的研究进展:经鼻高流量湿化氧疗的新技术[J]. 中华麻醉学杂志, 2021, 41(4):506-512.
- [3] HIGGS A, MCGRATH B A, GODDARD C, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults[J]. Br J Anaesth, 2018, 120(2):323-352.
- [4] OCZKOWSKI S, ERGAN B, BOS L, et al. ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure[J]. Eur Respir J, 2022, 59(4):2101574.
- [5] ROCHWERG B, EINAV S, CHAUDHURI D, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline [J]. Intensive Care Med, 2020, 46(12):2226-2237.
- [6] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国急诊专科医联体, 等. 急诊成人经鼻高流量氧疗临床应用专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(9):1041-1050.
- [7] 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):82-91.
- [8] 倪忠, 秦浩, 李洁, 等. 新型冠状病毒肺炎患者经鼻高流量氧疗使用管理专家共识[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2020, 19(2):110-115.
- [9] 江跃全, 吴永忠, 王志强, 等. 高危肺结节单孔胸腔镜手术诊治重庆地区专家共识[J]. 重庆医学, 2022, 51(21):3601-3606.
- [10] 邵顺子, 赵晶京, 于晓娜, 等. 重庆地区食管腺癌和贲门腺癌的胃镜检出率变化 30 年回顾分析[J]. 重庆医学, 2014, 43(29):3870-3872.
- [11] LYONS C, CALLAGHAN M. Uses and mechanisms of apnoeic oxygenation: a narrative review[J]. Anaesthesia, 2019, 74(4):497-507.
- [12] WEINGART S D, LEVITAN R M. Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management[J]. Ann Emerg Med, 2012, 59(3):165-175.
- [13] HERMEZ L A, SPENCE C J, PAYTON M J, et al. A physiological study to determine the mechanism of carbon dioxide clearance during apnoea when using transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) [J]. Anaesthesia, 2019, 74(4):441-449.
- [14] PATEL A, NOURAEI S A. Transnasal humid-

- ified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways[J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(3): 323-329.
- [15] BAUDIN F, GAGNON S, CRULLI B, et al. Modalities and complications associated with the use of high-flow nasal cannula: experience in a pediatric ICU[J]. *Respir Care*, 2016, 61(10): 1305-1310.
- [16] JONKER Y, RUTTEN D J, VAN EXEL E R, et al. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange during electroconvulsive therapy: a feasibility study[J]. *J ECT*, 2019, 35(2): 110-114.
- [17] HEGDE S, PRODHANP. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases [J]. *Pediatrics*, 2013, 131(3): 939-944.
- [18] RITTAYAMAI N, TSCHEIKUNA J, RUJIWIT P. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy after endotracheal extubation: a randomized crossover physiologic study[J]. *Respir Care*, 2014, 59(4): 485-490.
- [19] MIR F, PATEL A, IQBAL R, et al. A randomised controlled trial comparing transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) pre-oxygenation with facemask pre-oxygenation in patients undergoing rapid sequence induction of anaesthesia[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(4): 439-443.
- [20] SJOBLOM A, BROMS J, HEDBERG M, et al. Pre-oxygenation using high-flow nasal oxygen vs. tight facemask during rapid sequence induction [J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(9): 1176-1183.
- [21] MCLELLAN E, LAM K, BEHRINGER E, et al. High-flow nasal oxygen does not increase the volume of gastric secretions during spontaneous ventilation[J]. *Br J Anaesth*, 2020, 125(1): 75-80.
- [22] 蒋卫清, 石莉, 赵倩, 等. 快充式经鼻湿化高流量通气对肥胖患者全麻诱导期胃进气的影响: 基于超声评估的 90 例前瞻性临床试验[J]. *南方医科大学学报*, 2020, 40(11): 1543-1549.
- [23] FRERK C, MITCHELL V S, MCNARRY A F, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults [J]. *Br J Anaesth*, 2015, 115(6): 827-848.
- [24] BADIGER S, JOHN M, FEARNLEY R A, et al. Optimizing oxygenation and intubation conditions during awake fibre-optic intubation using a high-flow nasal oxygen-delivery system [J]. *Br J Anaesth*, 2015, 115(4): 629-632.
- [25] EL-BOGHADLY K, ONWOCHEI D N, CUDDIHY J, et al. A prospective cohort study of awake fibreoptic intubation practice at a tertiary centre [J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(6): 694-703.
- [26] SIMON M, BRAUNE S, FRINGS D, et al. High-flow nasal cannula oxygen versus non-invasive ventilation in patients with acute hypoxaemic respiratory failure undergoing flexible bronchoscopy: a prospective randomised trial [J]. *Crit Care*, 2014, 18(6): 712.
- [27] NEKHENDZY V. Lights! Oxygen! Action! Hollywood anaesthesia is coming to a theatre near you [J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(4): 489-491.
- [28] MIN S H, YOON H, HUH G, et al. Efficacy of high-flow nasal oxygenation compared with tracheal intubation for oxygenation during laryngeal microsurgery: a randomised non-inferiority study [J]. *Br J Anaesth*, 2022, 128(1): 207-213.
- [29] SAAD M, ALBI-FELDZER A, TAOUACHI R, et al. High-flow nasal oxygen for suspension laryngoscopy: a multicenter open-label study [J]. *J Int Med Res*, 2022, 50(12): 3000605221140685.
- [30] WANG M L, HUNG M H, CHEN J S, et al. Nasal high-flow oxygen therapy improves arterial oxygenation during one-lung ventilation in non-intubated thoracoscopic surgery [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(5): 1001-1006.
- [31] STÉPHAN F, BARRUCAND B, PETIT P, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2015, 313(23): 2331-2339.
- [32] HERNÁNDEZ G, VAQUERO C, GONZÁLEZ P, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2016, 315(13): 1354-1361.
- [33] QIU J, XIE M, CHEN J, et al. Tracheal extubation under deep anesthesia using transnasal hu-

- modified rapid insufflation ventilatory exchange vs. awake extubation: an open-labeled randomized controlled trial [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 810366.
- [34] FUTIER E, PAUGAM-BURTZ C, GODET T, et al. Effect of early postextubation high-flow nasal cannula vs. conventional oxygen therapy on hypoxaemia in patients after major abdominal surgery: a French multicentre randomised controlled trial (OPERA) [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 1888-1898.
- [35] 赵凯, 蔡金贞. 经鼻高流量氧疗在肝移植术后急性肺损伤患者中的应用[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2019, 25(9): 645-648.
- [36] ZHU Y, YIN H, ZHANG R, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy vs conventional oxygen therapy in cardiac surgical patients: a meta-analysis[J]. *J Crit Care*, 2017, 38: 123-128.
- [37] BURRA V, PUTTA G, PRASAD S R, et al. A prospective study on use of thrive (transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange) versus conventional nasal oxygenation following extubation of adult cardiac surgical patients[J]. *Ann Card Anaesth*, 2021, 24(3): 353-357.
- [38] ANSARI B M, HOGAN M P, COLLIER T J, et al. A randomized controlled trial of high-flow nasal oxygen (Optiflow) as part of an enhanced recovery program after lung resection surgery [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101(2): 459-464.
- [39] XIANG G L, WU Q H, XIE L, et al. High flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy in postoperative patients at high risk for pulmonary complications: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75(3): e13828.
- [40] ZAYED Y, BANIFADEL M, BARBARAWI M, et al. Noninvasive oxygenation strategies in immunocompromised patients with acute hypoxemic respiratory failure: a pairwise and network meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35(11): 1216-1225.
- [41] LIN Y, ZHANG X, LI L, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy and hypoxia during gastroscopy with propofol sedation: a randomized multicenter clinical trial[J]. *Gastrointest Endosc*, 2019, 90(4): 591-601.
- [42] ZHANG W, YIN H, XU Y, et al. The effect of varying inhaled oxygen concentrations of high-flow nasal cannula oxygen therapy during gastroscopy with propofol sedation in elderly patients: a randomized controlled study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2022, 22(1): 335.
- [43] TAO Y, SUN M, MIAO M, et al. High flow nasal cannula for patients undergoing bronchoscopy and gastrointestinal endoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 949614.
- [44] TO K, HARDING F, SCOTT M, et al. The use of transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange in 17 cases of subglottic stenosis[J]. *Clin Otolaryngol*, 2017, 42(6): 1407-1410.
- [45] BRIGHT M R, HARLEY W A, VELLI G, et al. High-flow nasal cannula for apneic oxygenation in obese patients for elective surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *Anesth Analg*, 2023, 136(3): 483-493.
- [46] BOOTH A W G, VIDHANI K, LEE P K, et al. Spontaneous Respiration using IntraVenous anaesthesia and Hi-flow nasal oxygen (STRIVE Hi) maintains oxygenation and airway patency during management of the obstructed airway: an observational study[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(3): 444-451.
- [47] MUSHAMBI M C, KINSELLA S M, POPAT M, et al. Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics[J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(11): 1286-1306.
- [48] BOURN S, MILLIGAN P, MCNARRY A F. Use of transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) to facilitate the management of subglottic stenosis in pregnancy[J]. *Int J Obstet Anesth*, 2020, 41: 108-113.
- [49] SHIPPAM W, PRESTON R, DOUGLAS J, et al. High-flow nasal oxygen vs. standard flow-rate facemask pre-oxygenation in pregnant patients: a randomised physiological study [J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(4): 450-456.
- [50] MILÉSI C, BOUBAL M, JACQUOT A, et al. High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics [J]. *Ann Intensive Care*, 2014, 4: 29.