

---

# 团 体 标 准

T/CHATA XXX-XXXX

---

## 结核病有创机械通气患者气道管理规范

Specification of airway management for patients with invasive

mechanical ventilation of tuberculosis

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

中国防痨协会 发布

---

## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 结核病有创机械通气患者气道管理 .....	2
4.1 结核病有创机械通气的指征 .....	2
4.2 人工气道的选择 .....	2
4.3 人工气道的建立 .....	2
4.4 人工气道固定和气囊管理规范.....	9
4.5 呼吸机相关肺炎的预防.....	14
4.6 人工气道院内感染防控措施 .....	16
4.7 人工气道的撤除评估及操作流程.....	17
参考文献 .....	18



---

## 前 言

本标准按照 GB/T1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国防痨协会归口。

本标准起草单位：深圳市第三人民医院，中日友好医院，兰州大学循证医学中心，宁夏回族自治区第四人民医院，首都医科大学附属北京儿童医院，西安市胸科医院，武汉市医疗救治中心，陕西省结核病防治院，太原市第四人民医院。

本标准主要起草人：李国保、王辰、陈耀龙、柯学、刘淑燕、刘伶俐、申阿东、党丽云、吴文娟、仵倩红、赵爱斌、罗蓝。

---

# 结核病有创机械通气患者气道管理规范

## 1 范围

本标准规定了成人及儿童结核病有创机械通气患者人工气道管理的管理规范。

本标准适用于中国从事呼吸及结核病临床医护人员及相关医疗卫生人员。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

WS 288—2017 肺结核诊断标准

WS 196—2017 肺结核分类标准

WS 392—2012 呼吸机临床应用

WS/T 313—2019 医务人员手卫生规范

WS/T 511-2016 经空气传播疾病医院感染预防与控制规范

WS/T 509-2016 重症监护病房医院感染预防与控制规范

WS/T 311-2009 医院隔离技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

结核病 *tuberculosis*

结核病是由结核分枝杆菌（*mycobacterium tuberculosis*, MTB）引起的经呼吸道传播的传染病。结核菌可能侵入人体全身各种器官，主要侵犯肺脏<sup>[1]</sup>。

### 3.2

有创机械通气 *invasive mechanical ventilation*

在患者自然通气和（或）氧合功能出现障碍时运用经口、经鼻或气管切开的有创方式连接呼吸机使患者恢复有效通气并改善氧合的方法<sup>[2]</sup>。

### 3.3

人工气道 *artificial airway*

为了保证气道通畅而在生理气道与空气或其他气源之间建立有效连接<sup>[3]</sup>。

---

## 4 结核病有创机械通气患者气道管理

### 4.1 结核病有创机械通气的指征

任何因结核病导致的通气和（或）氧合功能障碍。

### 4.2 人工气道的选择<sup>[3]</sup>

#### 4.2.1 经口气管插管

机械通气患者建立人工气道可首选经口气管插管

4.2.1.2 适应证:1.严重低氧血症或高碳酸血症;2.不能自主清除上呼吸道分泌物、胃内反流物或出血,有误吸危险;3.下呼吸道分泌物过多或出血,且清除能力较;4.存在上呼吸道损伤、狭窄、阻塞、气管食管瘘等,严重影响正常呼吸;5.患者突然出现呼吸停止,需紧急建立人工气道进行机械通气;

4.2.1.3 禁忌证或相对禁忌证:1.张口困难或口腔空间小,无法经口插;2.无法后仰(如疑有颈椎骨折);

4.2.1.4 推荐视频喉镜辅助经口气管插管<sup>[4]</sup>。如果患者预测为困难气道插管(MACCOCHA评分 $\geq 3$ ),应从一开始就积极考虑使用视频喉镜<sup>[5]</sup>。

#### 4.2.2 经鼻气管插管

较易固定,舒适度优于经口气管插管,患者较易耐受,但管径较小,导致呼吸功增加,不利于气道及鼻窦分泌物的引流。

4.2.2.1 适应证:除紧急抢救外,余适应证同经口气管插管;

4.2.2.2 禁忌证或相对禁忌:1.紧急抢救;2.严重鼻或颌面骨折;3.凝血功能障碍;4.鼻或鼻咽部梗阻,如鼻中隔偏曲、息肉、囊肿、脓肿、水肿、异物、血肿等;5.颅底骨折;

#### 4.2.3 气管切开

4.2.3.1 适应证:1.预期或需要较长时间机械通气治疗;2.上呼吸道梗阻所致呼吸困难,如双侧声带麻,有颈部手术史,颈部放疗史;3.反复误吸或下呼吸道分泌物较多,患者气道清除能力差;4.减少通气死腔,利于机械通气支;5.因喉部疾病致狭窄或阻塞无法气管插管 6.头颈部大手术或严重创伤需行预防性气管切开,以保证呼吸道通;7.高位颈椎损伤;

4.2.3.2 禁忌证或相对禁忌:1.切开部位感染或化脓;2.切开部位肿物,如巨大甲状腺肿,气管肿瘤等;3.严重凝血功能障碍,如弥散性血管内凝血,特发性血小板减少症等。

### 4.3 人工气道的建立

#### 4.3.1 气管导管的选择<sup>[6]</sup>

气管导管按内径(导管号ID,毫米mm)编号,准备时除按标准准备外,还应准备一根小一号的备用。

##### 4.3.1.1 成人

---

女性通常用 ID7.0~8.0, 插入约 21cm 的长度。男性通常用 ID7.5~8.5, 插入约 22cm 的长度。经鼻插管通常用 ID6.5~7.0, 应比经口插管的标准长度增加 3cm。如有气道狭窄, 需经 X 线片测量气管狭窄内径, 减去 1.5cm 即相当于导管外径, 依次准备 2 根稍小号的导管。

#### 4.3.1.2 儿童

大于 1 岁的小儿可按照下列公式计算所需气管导管的内径和插入深度: (1) ID=年龄(岁)/4+4; (2) 导管插入的长度(到门齿, 厘米 cm)=年龄(岁)/2+12; (3) 小儿个体差异较大, 还应准备大一号和小一号的导管。5 岁以下的小儿一般不用带套囊的气管导管, 如用带套囊的气管导管则用小一号的导管。

#### 4.3.1.3 《新英格兰医学杂志》2007 年 4 月 26 日公布的气管插管规范建议[7]

4.3.1.3.1 气管内插管的型号取决于气管内径, 7.0mm, 7.5mm, 或 8.0mm 的气管内插管适用于大多数成年人(成人气管直径通常为男性 13-27mm 和女性 10-21mm);

4.3.1.3.2 对于小儿可用如下方法推算: (1) [年龄+4]÷4=插管型号; (2) 小儿的手指宽度=插管的外径; (3) 根据小儿的身高或身长推算(如使用 Broselow Pediatric Emergency Tape)。

#### 4.3.2 气管插管的流程与护理配合要点

4.3.2.1 评估: 评估患者插管原因, 有无禁忌症及相对禁忌症。

4.3.2.1.1 适应证: (1) 严重低氧血症或高碳酸血症; (2) 不能自主清除上呼吸道分泌物胃内反流物或出血, 有误吸危险; (3) 下呼吸道分泌物过多或出血, 且清除能力较弱; (4) 存在上呼吸道损伤、狭窄、阻塞、气管食管瘘等, 严重影响正常呼吸; (5) 患者突然出现呼吸停止, 需紧急建立人工气道进行机械通气。

4.3.2.1.2 禁忌证或相对禁忌证: (1) 张口困难或口腔空间小, 无法经口插管; (2) 无法后仰。

4.3.2.2 用物准备: 根据患者体型选择型号合适的气管插管、石蜡油、气管插管导丝、气管插管固定用物(胶布, 寸带)、牙垫、呼吸机处于运转备用状态、喉镜、喉镜灯泡是否明亮、气囊测压表/5ml 注射器。

4.3.2.3 标准预防: 实施操作医务人员按照三级防护要求进行防护, 佩戴 N95 口罩、帽子、隔离衣、手套和护目镜/面屏。

4.3.2.4 遵医嘱给与镇静肌松药物。

4.3.2.5 患者体位准备: 患者仰卧位, 肩下垫软枕, 使头后仰即:下颈椎弯曲,上颈椎伸展-“所谓嗅物位”。对于疑似颈椎损伤的患者,应降低床头。肥胖患者推荐使用斜坡位(胸骨切迹平于外耳道水平)<sup>[8]</sup>。

---

4.3.2.6 患者插管前预氧合：无呼吸衰竭情况下给与 10~15L/分鼻导管或者面罩吸氧，存在低氧血症患者中,持续性正压呼吸器（Continuous Positive Airway Pressure, CPAP）和无创通气<sup>[9,10]</sup>

4.3.2.7 插管时使咽喉部充分暴露，以保证视野清晰。插管过程中声门显露困难时，协助医生按压喉结部位，有助于声门显露或利于声门显露或利用导管管芯将导管弯成 L 形。

4.3.2.8 气管插管成功后，确认气管插管位置：呼气时透明导管有雾气出现、胸廓有起伏运动、听诊可闻及两肺呼吸音对称。

4.3.2.8.1 机械通气时单侧呼吸音消失或者减弱，提示气管导管插入过深进入主支气管，需往外拔出气管插管，进行床边拍片确认导管位置。

4.3.2.8.2 上腹部呼吸音：在通气过程中听到上腹部汩汩声，表明进入食管，应立即拔出重插。

4.3.2.9 气囊充气：压力在 25~30 厘米水柱（cmH<sub>2</sub>O）。

4.3.2.10 妥善固定气管插管及牙垫（固定方式详见 4.4.1）。

4.3.2.11 气道内吸引，清除气道内分泌物，保证气道通畅。

4.3.2.12 接呼吸机进行机械通气。

4.3.2.13 护理观察：气管插管并发症

（1）误入食道：是非常严重的并发症，患者未得到任何的肺通气和氧合，还可能造成胃扩张，增加患者呕吐、误吸风险；（2）导管脱出：经常对管道的位置以及固定进行评估，尤其是患者移动、翻身、进行操作后，烦躁患者进行约束及合理镇静。床旁备简易呼吸器，导管意外脱出时使用简易呼吸器进行通气保证患者供氧，再次准备气管插管；（3）进行口腔护理时，观察患者口唇、牙齿、鼻咽粘膜、咽后壁、喉有无损伤:与气管插管的方式有关；

（4）患者气管插管过程中有使用抢救用药如：肾上腺素、去甲肾上腺素，需关注 患者心率血压变化；（5）气管导管进入右主支气管或左主支气管，未得到及时纠正时，可导致低氧血症。如有怀疑，可将气囊放气后向外退出导管 1~2cm 再确认导管位置，同时观察患者胸廓起伏是否对称，双侧呼吸音是否对称，必要时进行床边胸片检查。

4.3.3 困难气道处理流程与护理要点

4.3.3.1 困难气道定义：具有五年以上临床麻醉经验的麻醉医师在面罩通气时遇到了困难(上呼吸道梗阻),或气管插管时遇到了困难,或两者兼有的一种临床情况<sup>[11]</sup>

4.3.3.2 患者进行气管插管前评估：病史、个人史、手术麻醉史和过敏史;对患者查体;阅读各种检查资料。

气道的评估是查体的重要内容：（1）无打鼾或睡眠呼吸暂停综合征史,气道手术史,头颈部放疗史等；（2）上下门齿距离小于 3cm；（3）病人前伸下颏时上下门齿至少是对齐的；

（4）改良的 Mallampat 分级在Ⅲ级和Ⅳ级的<sup>[9]</sup>。

表 1 改良的 Mallampat 分级

表 1 改良的 Mallampat 分级

分级	观察到的结构
I	可见软腭、咽腭弓、悬雍垂
II	可见软腭、咽腭弓、部分悬雍垂
III	仅见软腭
IV	看不见软腭

4.3.3.3 清醒患者插管前做好宣教及相关解释工作，提高患者配合度，缓解患者紧张焦虑。意识不清患者做好家属相关解释工作。

4.3.3.4 用物准备：喉镜、可视喉镜，纤维支气管镜，各种型号的钢丝气管导管和普通导管，气管插管导丝，鼻咽和口咽通气道，面罩，牙垫，石蜡油，呼吸机处于运转备用状态，气囊测压表/5ml 注射器，气管切开包，气切套管。

4.3.3.5 药物准备：镇静镇痛肌松药：丙泊酚、米达唑仑、瑞芬太尼；肌松药：罗库溴铵；抢救用药：肾上腺素等。

4.3.3.6 开放静脉通路两条以上，遵医嘱准确使用镇静镇痛药。

4.3.3.7 气管插管过程中在喉镜清除口咽分泌物，保持气道通畅，面罩加压通气维持氧供，保证氧合。气管镜下气管插管，口腔内放入口咽通气管，避免损伤纤维支气管镜。

4.3.3.8 气管插管成功后妥善固定气管插管（固定方式详见 4.4.1）。

4.3.3.9 经口、经鼻气管插管失败，需进行气管切开时，准备好气管切开包及用物（气管切开流程详见 4.3.4）。

4.3.3.10 气管插管过程中观察患者生命体征，输液、输血情况，遵医嘱用药，保持气道开放，关注血气分析结果。

#### 4.3.3.11 气道处理 4 类方案参考<sup>[12]</sup>

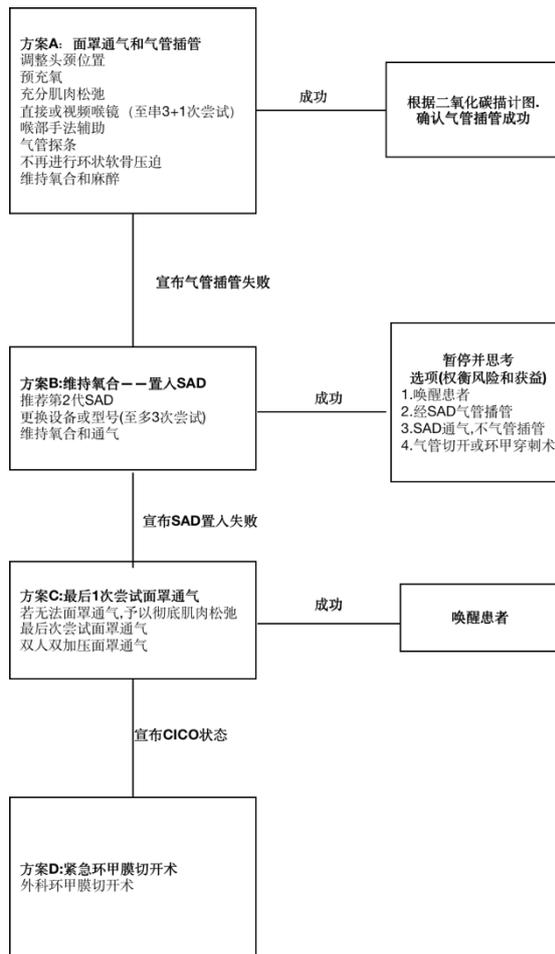


图 1 气道处理 4 类方案参考

#### 4.3.3.12 护理要点

4.3.3.12.1 用物准备齐全，纤维支气管镜、呼吸球囊、喉镜、气管切开包保证处于备用状态。

4.3.3.12.2 注意急救插管空窗期气道管理：保持气道开放状态，让患者处于嗅物位，若患者氧合下降明显，立即行紧急无创通气<sup>[13]</sup>：双人加压辅助通气，在嗅物位下置入鼻咽通气道，双人四手，托下颌加压面罩通气。

4.3.3.12.3 动态评估患者镇静镇痛状态，保证患者自主呼吸的存在，同时及时清除口腔和咽部的分泌物，减少插管过程中对口腔及气道不必要的刺激，避免窒息及气道痉挛的发生<sup>[14]</sup>。

4.3.3.12.4 妥善固定，避免非计划性拔管，烦躁患者进行约束及合理镇静，床旁准备一套气管插管用物备用。

4.3.3.12.5 严密监测生命体征变化，心率、血氧等。

4.3.3.12.6 护理观察：气管插管并发症

4.3.3.12.6.1 进行经口、经鼻气管插管并发症护理观察详见 4.3.2.13。

4.3.3.12.6.2 进行气管切开患者气管插管并发症详见 4.3.4.2.3。

---

#### 4.3.4 气管切开处理流程与护理配合要点

##### 4.3.4.1 气管切开处理流程

###### 4.3.4.1.1 术前评估

4.3.4.1.1.1 评估患者的年龄、意识、病情、呼吸、缺氧程度，是否具有气管切开的指征<sup>[15]</sup>：

(1) 喉及喉以上呼吸道梗阻者，气道塌陷、肺结核大咯血；(2) 呼吸功能不全的危重患者，特别是严重的进行性阻塞性呼吸困难而病因难以接触，需要较长时间呼吸机辅助呼吸者；(3) 气管插管留置时间超过7天，仍需要呼吸机支持者；(4) 气道保护性机制受损，任何原因引起的咳嗽反射，排痰困难导致下呼吸道分泌物淤积阻塞者；(5) 如严重的肺心病和肺性脑病等；(6) 极度消瘦、恶液质状态、呼吸机无力者；(7) 极度呼吸困难无条件行气管插管者。

4.3.4.1.1.2 知情同意：告知患者及患者家属气管切开置管的目的、步骤及配合事项。

4.3.4.1.1.3 术前准备：患者术前备皮、剃须；准备器械和设备必要的照明灯、吸引器、氧气、手术器械、气管套管（常为有套囊硅胶套管，根据不同年龄选用不同直径及长度）、药品（局部麻醉药、镇静止痛药）、气切套管固定带等。

###### 4.3.4.1.2 气管切开术实施

4.3.4.1.2.1 体位：一般取仰卧位，肩下垫一小枕，头后仰，使气管接近皮肤，暴露明显，以利于手术；助手坐于头侧，以固定头部，保持正中位。常规消毒，铺无菌巾。

4.3.4.1.2.2 局部麻醉：沿颈前正中，上自甲状软骨下缘，下至胸骨上窝，以利多卡因浸润麻醉，对昏迷、危重或窒息患者，若已无知觉，也可不予麻醉。

4.3.4.1.2.3 切口：多采用直切口（全麻病人可用横切口），自甲状软骨下缘至接近胸骨上窝处，沿颈前正中线切开皮肤和皮下组织。

4.3.4.1.2.4 分离气管前组织：用血管钳沿中线分离胸骨舌骨肌及胸骨甲状肌，暴露甲状腺峡部，若峡部过宽，可在其下缘稍加分离，用小钩将峡部向上牵引，必要时也可将峡部夹持切断缝扎，以便暴露气管。分离过程中，两个拉钩用力应均匀，使手术视野始终保持在中线，并经常以手指探查环状软骨及气管是否保持在正中位置<sup>[16-18]</sup>。

4.3.4.1.2.5 切开气管：确定气管后，一般于第2~4气管环处，用尖刀片自下向上弧形切开1~2个气管环前壁形成气管前壁瓣（切开4~5环者为低位气管切开术），待插管后固定皮下（术后气管套管脱出者，有利于气管套管插入），刀尖勿插入过深，以免刺伤气管后壁和食管前壁而引起气管食管瘘<sup>[19-20]</sup>。

4.3.4.1.2.6 插入气管套管：以弯钳或气管切口扩张器撑开气管切口，插入大小适合、带有管芯的气管套管，插入外管后，立即取出管芯，放入内管，吸净分泌物，并检查有无出血。

4.3.4.1.2.7 创口处理：将气管套管上的带子系于颈部，打成死结以牢固固定。切口一般不予缝合，以免引起皮下气肿，最后用一块开口纱布垫于伤口与套管之间。

###### 4.3.4.2 护理配合要点

---

#### 4.3.4.2.1 术前准备

4.3.4.2.1.1 环境：清洁、整齐、紫外线灯消毒房间 30 分钟，清理陪护人员及探视者。

4.3.4.2.1.2 用物：气管切开包、气切套管、吸痰装置、手术灯、抢救用物。

4.3.4.2.1.3 患者：仰卧位，肩下垫小枕，头后仰，常规消毒，铺无菌巾。

#### 4.3.4.2.2 术中配合

4.3.4.2.2.1 静脉使用短效镇静剂。

4.3.4.2.2.2 以颈前正中线自甲状软骨下缘至接近胸骨上窝处为中心，直径 > 10cm 消毒皮肤。

4.3.4.2.2.3 协助医生以无菌方式开包、实施局部麻醉。

4.3.4.2.2.4 术中及时将气道的血液、分泌物吸引干净，避免血液流入气管，观察生命体征、SpO<sub>2</sub> 的变化<sup>[92]</sup>。

4.3.4.2.2.5 用气囊测压表为气囊充气至 30cmH<sub>2</sub>O，使用寸带固定，系于颈部，寸带固定以可插入一指为宜，注意如颈部水肿病人应随时检查寸带松紧度<sup>[21]</sup>。

4.3.4.2.2.6 用无菌纱布垫于伤口及套管之间。

4.3.4.2.2.7 吸痰，保证气道通畅，并视病情予吸氧或呼吸支持。

4.3.4.2.2.8 整理床单位及病人卧位、用物分类处理。

#### 4.3.4.2.3 术后观察

##### 4.3.4.2.3.1 判断呼吸困难的程度

(1) I 度呼吸困难：安静时无呼吸困难，活动时轻度呼吸困难，如鼻翼煽动，胸骨上窝及锁骨上窝轻度内陷；(2) II 度呼吸困难：安静时有轻度吸入性呼吸困难，活动时加剧，但无烦躁不安的表现；(3) III 度呼吸困难：明显的吸入性呼吸困难，烦躁不安、出汗、轻度发绀；(4) IV 度呼吸困难：呼吸困难得最后阶段，呼吸困难严重、面色青灰、口唇发绀、窒息、昏迷、呼吸心跳停止。

4.3.4.2.3.2 观察气管切开早期的并发症：气管切开早期并发症是指气管切开 24 小时内出现的并发症。

(1) 出血：是最严重的早期并发症。护士要密切观察患者出血症状，及时通知医生处理；

(2) 气胸：是胸腔顶部胸膜受损的表现。胸膜腔顶部胸腔位置较高者易出现，多见于儿童、慢性阻塞性肺疾病患者；(3) 空气栓塞：较少见，与气管切开时损伤胸膜静脉有关；(4) 皮下气肿或纵膈气肿：是气管切开后较为常见的并发症。颈部皮下气肿与气体进入颈部筋膜下疏松结缔组织有关；(5) 导管误入食道：一旦误入应立即拔出导管，保证患者供氧的前提下，按操作步骤重新进行。

##### 4.3.4.2.3.3 观察气管切开的后期并发症<sup>[93]</sup>

(1) 切口感染：感染切口的细菌可能是肺部感染的来源，加强局部护理很重要；(2) 气管切开后出血：主要与感染组织腐蚀切口周围血管有关；(3) 气道梗阻：气管切开被粘稠

---

分泌物附着或形成结痂、气囊疝出而嵌顿管道远端开口、气管切开远端开口顶住气管壁等原因均可导致气道梗阻；（4）吞咽困难：与气囊压迫食管或管道对软组织牵拉影响吞咽反射有关。气囊放气后或拔出气管切开套管可缓解；（5）气管食管瘘：偶见，主要与气囊压迫或低血压引起的局部低灌注有关。

#### 4.3.4.2.3.4 预防非计划性拔管

（1）正确、牢靠固定气管切开管，每天检查并及时更换固定胶布或固定带，气切套管固定带打死结，固定带应系紧，与颈部的间歇以容纳一手指为宜；（2）检查气切套管深度，套管远端应距隆嵴 3-4cm,过浅易脱出；（3）对于烦躁、意识模糊的患者，用约束带将患者手臂固定，防止患者拔管；（4）呼吸机管道不宜固定过紧，应有一定的活动范围，以防止患者翻身或头部活动时导管被牵拉脱出<sup>[21]</sup>。

#### 4.4 人工气道固定和气囊管理规范

##### 4.4.1 人工气道固定规范

人工气道常用的固定方法有胶布、寸带、及专用固定带固定<sup>[20]</sup>。松脱或潮湿后随时更换胶布，每日应注意观察插管深度<sup>[22-23]</sup>。

4.4.1.1 经口气管插管固定：使用弹力胶布+寸带固定法，先用丝绸胶布将牙垫与导管绑定在一起，剪一条长约 35cm，宽 2cm 的胶布，从一端剪开 32cm，未剪开的一端固定在一侧颊部，将气管插管靠向口腔的一侧，剪开的胶布下段以气管插管外露部分为中心，环绕固定管道，上段沿唇周贴好固定。再剪一条长度足够围绕头部一周半的寸带，以双套结方法绑牢导管与牙垫后，一侧经耳根上，一侧经耳垂下绕过脑后在耳后打结。必要时加用丝绸胶布加强固定。

4.4.1.2 经鼻气管插管固定 先用丝绸胶布将牙垫与导管绑定在一起，剪一条长度足够围绕头部一周半的寸带，以双套结方法绑牢导管与牙垫后，绕过脑后在耳后打结。必要时加用丝绸胶布加强固定。

4.4.1.3 气管切开固定：准备两根寸带，一长一短，分别系于套管的两侧，将长的一根绕过颈后，在颈部左侧或右侧打一死结，系带松紧度以容纳一个手指为宜。注意不要打活结，以免自行松开，套管固定不牢脱出。

##### 4.4.2 气囊管理规范

###### 4.4.2.1 气囊的作用

气囊的基本作用是防止漏气和误吸；对于气管切开无需机械通气的患者，如果自主气道保护能力好，可将气囊完全放气或更换为无气囊套管。

###### 4.4.2.2 气囊充气方法与压力监测

应使气囊充气后压力维持在 25~30cmH<sub>2</sub>O 压力<sup>[24]</sup>。气囊压力达到 22cmH<sub>2</sub>O 时可见对气管血流具有损伤左右，在 37cmH<sub>2</sub>O 时可完全阻断血流。可采用自动充气泵维持气囊压，无该装置时每隔 6~8h 重新手动测量气囊压，每次测量时充气压力宜高于理想值 2cmH<sub>2</sub>O<sup>[25]</sup>；

---

应及时清理测压管内的积水。不宜常规采用最小闭合技术给予气囊充气，在无法测量气囊压的情况下，可临时采用最小闭合技术充气<sup>[26]</sup>。

#### 4.4.2.3 影响气囊密闭性的因素

4.4.2.3.1 应为患者选择合适型号的人工气道，建立后需仔细判断气囊所在位置。当气囊压足够仍存在漏气时，应考虑改变人工气道位置或更换其他型号的人工气道。

4.4.2.3.2 宜采用聚氨酯制成的圆锥形气囊导管防止呼吸机相关肺炎（ventilator-associated pneumonia, VAP），尤其是长期机械通气患者。

4.4.2.3.3 当患者的气道压较低或自主呼吸较弱以及吸痰时，宜适当增加气囊压；当患者体位改变后，宜重新测量气囊压。

#### 4.4.2.4 气囊上滞留物的清除

4.4.2.4.1 为预防 VAP 发生，应定期清除气囊上滞留物，尤其是气囊放气前。

4.4.2.4.2 清除气囊上滞留物可采用带声门下吸引的人工气道，宜进行间断吸引。

#### 4.4.2.5 气囊漏气试验评估上气道通畅度

4.4.2.5.1 气管插管拔出前宜采用气囊漏气试验评价上气道通畅度，阳性判断标准为：将气囊充气状态时和气囊放气后的呼气量进行对比，成人患者呼气量差值 $\leq 110$  ml，或呼气量差值与气囊充气时呼气量的比值 $\leq 15\%$ <sup>[27]</sup>。

#### 4.4.3 气道净化规范

##### 4.4.3.1 气道净化的目的

（1）保持呼吸道通畅,减少呼吸道阻力；（2）防止分泌物坠积而发生肺不张和肺炎；（3）防止分泌物干结而阻塞呼吸道；（4）对呼吸道分泌物进行观察,必要时做细菌培养,对指导选用抗生素、湿化温化器的调节等均有一定价值<sup>[28,29,94]</sup>。

4.4.3.2 气道净化的方法：包括吸痰，气囊上滞留物清除，有效咳嗽，雾化排痰，胸部物理治疗等。

4.4.3.3 吸痰的适应症：吸痰操作能导致患者气道黏膜机械性损伤和肺容积降低，因此不必要的吸引应当避免<sup>[30]</sup>。当患者出现血氧饱和度下降、压力控制模式下潮气量下降或容量控制模式下气道峰压升高、呼气末 CO<sub>2</sub> 升高等临床症状恶化，怀疑是气道分泌物增多引起时；人工气道出现可见的痰液；双肺听诊出现大量的湿啰音，怀疑是气道分泌物增多所致时；呼吸机监测面板上出现锯齿样的流速和（或）压力波形，排除管路积水和（或）抖动等引起时，才进行吸引。

4.4.3.4 推荐操作标准循证：（1）推荐发现气道内分泌物时按需吸引，而不是按时吸引。（2）吸引过程影响氧合状况时，吸痰前后要给予纯氧 1-2 分钟。（3）建议机械通气患者避免断开呼吸机连接进行吸引操作。（4）建议浅度吸引代替深度吸引，尤其在给婴幼儿患者做吸引操作时。（5）建议吸引操作前不要进行气道内滴注生理盐水。（6）建议在高吸氧浓度或高呼气末期正压（Positive End-expiratory Pressure, PEEP），有肺泡萎陷风险，婴儿患者采用密闭

---

吸引方式。(7) 儿童和成人患者使用小于气管内导管内径 50%的吸引管，内径偏大可导致过大负压，而婴儿患者应使用小于气管内导管内径 70%的吸引管,选择合适的吸痰管，吸痰管外径应小于气管导管内径的 1/2，如 8.0mm 气管插管对应 14Fr 的吸痰管，肺结核患者需要使用密闭式吸痰管吸痰。(8)吸痰动作要轻柔建议气道内吸引时间 $\leq 15$ S（秒），同时注意将吸痰管送进气管插管拔出时再给负压（不建议深部吸引），鼓励患者咳嗽将深部痰液咳出，也可按压锁骨窝刺激患者咳嗽<sup>[31]</sup>。（9）感染控制：遵循疾病预防控制中心规定的标准防护措施，手动通气时，避免污染气道，整个吸引过程保持无菌，所有设备应进行适当的处置或消毒<sup>[95]</sup>。

#### 4.4.3.5 操作前准备

4.4.3.5.1 推荐尽可能使用更小的吸引管，因为吸引压力对潮气量的影响比吸引管型号小。吸引管型号和吸引压力的选择需要联合考虑，大直径的吸引管型号，通过气道内的吸引压力小。成人患者，吸引管不超过气管内导管内径的 50%，儿童和婴儿 50%-66%，不超过 70%。

4.4.3.5.2 吸痰的负压越大，吸痰效果越好，但所造成的肺塌陷、气道损伤也越严重。大多数文献报道的吸痰时所用的负压为 80~12mmHg(1mmHg=0.133kPa)，少部分报道可至 200mmHg。对于痰液黏稠的患者，可适当增加负压，以达到清除痰液的目的。

4.4.3.5.3 每次吸引前应检查负压，压力应在有效清除分泌前提下越小越好。推荐儿童负压在 0.033~0.04MPa，成人小于 0.04~0.053MPa。

4.4.3.5.3 在吸痰操作前后短时给患者吸入高浓度的氧，可减少吸痰过程中氧合降低以及由低氧导致的相关并发症；仅在吸痰前给患者短时吸入高浓度的氧，可使吸痰过程中低氧风险降低 32%；吸痰前后均给氧，可使低氧风险降低 49%，联合肺复张可使低氧风险降低 55%。

4.4.3.5.3.1 吸引前给予成人患者 30-60 秒的 100%吸氧浓度，婴儿患者给予提高原吸氧浓度的 10%。通过以下方式完成操作：(1) 呼吸机调节吸氧浓度。(2) 呼吸机临时高浓度吸氧功能。(3) 不推荐手动通气来提高吸氧浓度。如没有前两项提高氧浓度技术，操作者需要确认维持 PEEP。

4.4.3.5.4 病人应该应用脉搏血氧饱和度监测仪，借以监测吸痰中及吸痰后的氧合程度。

4.4.3.5.5 密闭式吸痰与开放式吸痰：封闭式吸痰因无需断开呼吸机，在吸痰过程中保证了持续的通气和氧合。封闭式吸痰与开放式吸痰相比，能降低肺塌陷的发生率，尤其是在肺塌陷的高危患者（如急性呼吸窘迫综合征等）中更明显。在氧需求和（或）呼气末正压需求高的患者中应用，能降低氧合下降的程度。封闭式吸痰与开放式吸痰相比，能缩短机械通气时间，降低吸痰所致心律失常的发生率。当患者存在以下情况之一时均可应用封闭式吸痰：(1) 呼气末正压 $\geq 10$ cmH<sub>2</sub>O；(2)平均气道压 $\geq 20$ cmH<sub>2</sub>O；(3)吸气时间 $\geq 1.5$ 秒；(4)吸氧浓度 $\geq 60\%$ ；(5)患者吸痰 $\geq 6$ 次/天；(6)断开呼吸机将引起血流动力学不稳定；(7)肺结核等气道传染性病患者。

但需注意：(1)封闭式吸痰影响呼吸机的触发；(2)不能降低 VAP 的发生率。

---

#### 4.4.3.6 吸痰步骤

4.4.3.6.1 吸痰操作包括通过人工气道将吸痰管置入气管，及吸痰管撤出过程中的负压吸引。吸痰管每次经过人工气道都被认为是吸痰操作。

4.4.3.6.2 推荐使用浅层吸痰，这样可以预防对气管粘膜的损伤。与浅层吸痰相比，深层吸痰并没有显示出优越性，同时也可能导致更多的副作用。

4.4.3.6.3 吸痰时间宜限制在 15 秒以内，吸痰时间越长，吸痰导致的肺塌陷和低氧也越严重。

4.4.3.6.4 在开放式吸痰操作中遵循无菌技术原则。一根吸痰管只用于一次吸痰。操作过程中要轻、稳、准、快。

4.4.3.6.5 吸痰时先吸引气管插管或气管切开导管内分泌物，更换吸痰管后再吸引口、鼻腔内分泌物。

4.4.3.6.6 吸引过程中应观察患者呼吸、面色、痰液颜色、性状和量等，如有异常应立即暂停吸引。

#### 4.4.3.7 操作后注意事项

4.4.3.7.1 应评估吸引后的效果，观察气道吸引后的不良反应。

4.4.3.7.2 应记录吸引的时间、痰液的颜色、性状和量。

4.4.3.7.3 吸引操作后应给予至少 1 分钟的高浓度氧，尤其患者在吸引前和或吸引中并发低氧血症。

4.4.3.7.4 不例行给予过度通气。

4.4.3.7.5 有明显肺泡萎陷证据时可以尝试肺复张手法。

4.4.3.7.6 监测患者的不良反应。

4.4.3.8 吸引不当的并发症：（1）气道黏膜损伤：出现、感染、穿孔；（2）缺氧：与通气不足有关；（3）肺不张：吸引过深、过久；（4）心律失常：刺激黏膜呛咳与缺氧。

4.4.3.9 声门下吸引：声门下吸引可有效地清除积聚在气囊上方的分泌物，降低 VAP 的发生率、延迟 VAP 的发生时间减少抗生素的使用，缩短机械通气时间。持续声门下吸引和间断声门下吸引效果和预防 VAP 的效果无明显差别[32]。

4.4.3.10 经鼻吸痰：在尚未建立人工气道而咳嗽能力差、痰液较多的患者中，经鼻吸引可降低插管率、减少窒息的发生率。经鼻吸引困难时或出血风险较大的患者，可建立并通过口咽通气道行气管内吸痰。

4.4.3.11 口腔吸引：持续口腔吸引可减少 VAP 的发生率、延迟 VAP 的发生时间。在翻身前给予口腔吸引，亦可减少 VAP 的发生率。

4.4.3.12 支气管镜吸痰：使用支气管镜在可视的条件下吸痰，能较好地避免气道损伤，且能在气道检查的同时进行气道内分泌物吸引，尤其是对常规吸痰不畅的患者临床效果更好。

4.4.3.13 气道反流：气管插管可直接损伤咽喉部，破坏气道自然防御功能和纤毛清除细菌的

---

能力,削弱咳嗽反射机制。阻碍会厌和声门的关闭及吞咽功能的协调性,聚集在咽部的分泌物顺着插管进入声门之下,堆积在气囊之上。4.4.3.13.1 防止误吸评估:(1)功能评估:气道各部位的组织结构发生退行性改变;黏膜萎缩变薄,神经末梢感受器的反射功能迟钝,食道蠕动能力减弱。(2)吞咽评估:洼田饮水试验。

4.4.3.13.2 进行吞咽训练:可通过洼田饮水试验及糊状饮食试验等判断患者是否存在吞咽困难,无吞咽困难的患者可选择经口进食,存在吞咽困难的患者可选择留置胃管及鼻肠管给予胃肠营养。

#### 4.4.3.13.3 预防措施

4.4.3.13.3.1 经口食物误吸的预防:体位:大于45度的半坐卧位,不能坐起的患者可侧卧位,健侧进食,环境要求安静,进食过程不宜说话,若出现呛咳现象,立即停止进食,鼓励咳嗽,经叩背部,将食物咳出,对于咳嗽、多痰、喘息的患者,进食前要鼓励坐位或半坐位30分钟以上避免进食时误吸,进食后至少保持坐位0.5-1小时,防止食物返流咽部,食物要求不易松散,有适当粘性的食物,这样通过咽及食管时易变形而且很少在粘膜上残留等,避免过于发粘的食物,一口进食量为3-4毫升,速度不可过快,进食后要观察口腔内有无食物残渣。

4.4.3.13.3.2 留置胃管误吸的预防:鼻饲时要抬高床头30°-45°,至鼻饲结束后至少半小时。鼻饲前要确认胃管的位置,确定在胃内,尽可能选择管径较细的管道,这样可降低鼻饲流质的速度和滴速,从而降低误吸的发生率,持续鼻饲,每4小时回抽,间断鼻饲,每次鼻饲前要回抽,若回抽超过100m以上,适当延长鼻饲间隔的时间,每次鼻饲量一般200ml为宜,注入速度不宜过快,鼻饲的温度为37-42°,鼻饲后避免翻身,叩背及吸痰以免刺激患者咽喉部,加强口腔护理,预防吸入性肺炎。

4.4.3.13.3.3 呼吸道的护理:对于意识清醒的患者指导并鼓励患者进行有效的咳嗽,咳痰,今早下床活动,对于心功能不全,意识障碍等,应床边备吸引器,按需吸痰,发生呕吐时,及时吸出呼吸道分泌物,避免误吸。

#### 4.5 VAP的预防<sup>[33]</sup>

##### 4.5.1 与器械相关的预防措施

4.5.1.1 呼吸机清洁与消毒:呼吸机的消毒主要是指对呼吸机整个气路系统,如呼吸回路、传感器、内部回路及机器表面的消毒。应遵照卫生行政管理部门对医疗机构的消毒管理规定和呼吸机的说明书规范进行,所有一次性部件使用后应按照卫生部门相关规定丢弃并保证环境安全若未按照呼吸机说明书的正规程序执行,可能会影响其安全性和有效性<sup>[34]</sup>。

4.5.1.2 呼吸回路的更换:机械通气患者无需定期更换呼吸回路,当管路破损或污染时应及时更换<sup>[35,36]</sup>。

##### 4.5.1.3 湿化器类型及更换时间

4.5.1.3.1 建议结核病机械通气患者采用湿热交换器(HMEs)或含加热导丝的加热湿化器(HHS)作为湿化装置<sup>[37-39]</sup>。

---

4.5.1.3.2 HMEs 建议每 5~7 天更换 1 次,当 HMEs 受污、气道阻力增加时应及时更换<sup>[40,41]</sup>。

4.5.1.3.3 吸痰装置及更换频率:推荐使用密闭式吸痰装置,其不影响患者与呼吸机管路的连接,可维持呼气末正压和减少对周围环境的污染<sup>[42]</sup>。

除非破损或污染,密闭式吸痰装置无须每日更换<sup>[43,44]</sup>。

4.5.1.3.4 纤维支气管镜:在结核重症监护室(ICU)内,纤维支气管镜(以下简称纤支镜)的应用常包括纤支镜引导下气管插管、纤支镜诊断(分泌物取样、活检)和经纤支镜气道分泌物引流等。年龄>60岁、机械通气时间>5天、血清白蛋白含量>30g/L、有意识障碍、应用制酸剂、侵入性操作、留置胃管可能是 ICU 机械通气患者呼吸机相关性肺炎的危险因素<sup>[45,46]</sup>。建议严格管理内镜的消毒、灭菌和维护。

#### 4.5.2 与操作相关的预防措施

##### 4.5.2.1 鼻窦炎

气管插管患者继发鼻窦炎是 VAP 的高危因素,且缺乏临床特征。当机械通气患者出现不明原的发热时,需考虑是否并发鼻窦炎,并行影像学检查评估,并及时治疗。经口气管插管可降低鼻窦炎的发病率<sup>[47]</sup>。

4.5.2.2 声门下分泌物引流:采用声门下分泌物引流可有效预防肺部感染<sup>[48,49]</sup>,持续吸引和间断吸引声门下分泌物均可明显降低 VAP 的发病率<sup>[50,51]</sup>;

4.5.2.3 抬高床头:结核病机械通气患者应抬高床头(推荐抬高 30°~45°)以降低 VAP 的发病率<sup>[52]</sup>。

4.5.2.4 肠内营养:经鼻肠营养与经鼻胃内营养相比,可降低 VAP 的发病率<sup>[53-57]</sup>,建议结核病机械通气患者选择经鼻肠管进行营养治疗。

4.5.2.5 气管内导管套囊的压力:每 4 小时监测套囊压力,使之保持在 20-25cmH<sub>2</sub>O(1cmH<sub>2</sub>O=0.098kPa)可降低 VAP 的发病率<sup>[58-60]</sup>

建议:结核病机械通气患者应定期监测并持续控制气管内导管的套囊压力。

4.5.2.6 控制外源性感染:引起 VAP 的病原体常可通过医护人员及环境感染患者<sup>[61,62]</sup>。进行严格的手卫生可降低 VAP 的发病率<sup>[63-66]</sup>。

建议:医护人员应进行严格的手卫生(包括洗手及酒精消毒等)。

##### 4.5.2.7 口腔卫生

建立人工气道在一定程度上破坏了结核病机械通气患者口鼻腔对细菌的天然屏障作用,因此对机械通气患者进行严格有效的口腔卫生护理是对气道的重要保护<sup>[67,68]</sup>。在普通口腔护理的基础上分别采用 2%、0.2%及 0.12%洗必泰护理口腔,可有效降低 VAP 的发病率<sup>[68-72]</sup>。

建议:结核病机械通气患者使用洗必泰进行口腔护理。

4.5.2.8 选择性消化道去污染(selective digestive tract decontamination,SDD)或选择性口咽部去污染(selective oropharyngeal decontamination,SOD):SDD 是通过清除患者消化道内可能引起继发感染的潜在病原体,主要包括革兰阴性杆菌、甲氧西林敏感的金黄色葡萄球菌及

---

酵母菌等，达到预防严重呼吸道感染或血流感染的目的<sup>[73,74]</sup>。可降低 VAP 的发病率，也不增加细菌的耐药和治疗总费用<sup>[75-77]</sup>。

建议：结核病机械通气患者可使用 SDD 或 SOD 策略预防 VAP。

#### 4.5.2.9 集束化方案(ventilator care bundles, VCB)

机械通气患者的 VCB 主要包括以下 4 点<sup>[78]</sup>：(1)抬高床头；(2)每日唤醒和评估能否脱机拔管；(3)预防应激性溃疡；(4)预防深静脉血栓。

随着研究的深入，许多新的措施因可降低 VAP 发病率而被加入到 VCB 中,包括口腔护理、清除呼吸机管路的冷凝水、手卫生、戴手套、翻身等<sup>[79,80]</sup>。

目前的研究表明，对机械通气患者实施 VCB 可有效降低 VAP 的发病率<sup>[81]</sup>。

建议：结核病机械通气患者应实施 VCB。

### 4.6 人工气道院内感染防控措施

#### 4.6.1 布局、设备及设施<sup>[82]</sup>

4.6.1.1 病房布局合理：应设置缓冲前室及单床小隔间，如采用空气调节的应采用负压系统，应设置双门密闭式传递。

4.6.1.2 中心监护系统、信息系统应具有医疗质量管理和医院感染监控的功能。

4.6.1.3 每床使用面积应 $>15\text{m}^2$ ，床间距应 $>1.5\text{m}$ ，建议设置耐药隔离间、菌阳隔离间和单床隔离间。设置处置间：包括医疗废物暂存间、洁具间、患者污物处置间、污洗间和污衣间。

#### 4.6.2 医院感染控制制度<sup>[83]</sup>

4.6.2.1 制定严格的具有结核病特点的医院感染管理相关制度；

4.6.2.2 相关设备与措施；

4.6.2.2.1 应对医护人员及相关人员手卫生规范的培训并进行记录。执行标准预防，落实个人防护；

4.6.2.2.2 应设置手卫生设备（应为非手动式洗手装置）。每个床位旁应配备快速手消毒剂，洗手设施建议设置在缓冲间或治疗室；手卫生设施及设备应齐全，包括洗手池、流动水、干手纸巾、一次性外包装洗手液及垃圾桶；

4.6.2.2.3 制定消毒剂管理的相关规定，明确有效浓度范围及物品浸泡时间等；

4.6.2.2.4 应制定医疗垃圾管理的相关规定及措施；

4.6.2.2.5 应配置空气消毒设备；

#### 4.6.2.3 质量控制制度

4.6.2.3.1 制定预防呼吸机相关性肺炎、导管相关性血流感染、留置导尿管相关性感染等制度与措施；

4.6.2.3.2 应对抗菌药物使用情况、医院感染管理情况进行定期分析及评价，制定整改措施；

4.6.2.3.3 制定对主管部门监管意见的分析、评价、反馈及整改措施；

4.6.2.3.4 建立对医院感染是否得到有效控制的评价标准。

#### 4.6.3 气道管理操作医务人员的分级防护<sup>[83-85]</sup>

医护人员预防感染的基本医疗防护用品包括：口罩/呼吸器、护目镜、面屏、一次性防护服或隔离衣、手套等。

4.6.3.1 对结核病机械通气患者进行气道管理至少实施二级防护。

4.6.3.2 对气管镜检查、气管插管、气管拔管、吸痰这种可能产生大量气道分泌物、飞沫、气溶胶的操作，实施三级防护。

4.6.4 人工气道的吸痰操作<sup>[86-89]</sup>。

4.6.4.1 结合患者临床表现按需吸痰，首选密闭式吸痰方式，吸痰前可给予 2min 纯氧预吸氧。

4.6.4.2 采取浅吸痰方式进行操作，每次吸痰应<15 秒，吸痰时负压应维持在 80~150mmHg 之间。

4.6.5 床旁支气管镜操作<sup>[83-85]</sup>

4.6.5.1 操作场所尽可能在负压病房内床旁进行，并根据传染病的要求及时消毒室间和设备。

4.6.5.2 严格掌握操作适应证，必须使用三通接头避免操作中断开呼吸机回路。

4.6.5.3 操作相关医务人员一律需三级防护，严格执行手卫生。予以麻醉镇静，缩短操作时间。

#### 4.7 人工气道的撤除评估及操作流程

4.7.1 结核病有创接卸通气撤机评估指标 表 2（WS 392—2012 呼吸机临床应用）

表 2 机械通气撤机评估指标

撤机基础	导致机械通气的病因好转或祛除
撤机的筛查试验	1. 足够的氧合(如:PaO <sub>2</sub> ≥7.89kPa, 且 FiO <sub>2</sub> ≤0.4-0.5; PEEP≤5cmH <sub>2</sub> O-8cmH <sub>2</sub> O; PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ≥150~200); 2. 稳定的心血管系统: 心率、血压稳定; 不需(或最小限度的)血管活性药; 3. 无高热; 4. 无明显的呼吸性酸中毒; 5. 血色素正常或接近正常; 6. 足够的精神活动(可唤醒的, 没有连续的镇静剂输注); 7. 稳定的代谢状态; 8. 有排痰能力。
3min 自主呼吸试验	1. 呼吸频率/潮气量(浅快指数)应<105; 2. 呼吸频率应>8 次/min 且<35 次/min; 3. 自主呼吸潮气量应>4mL/kg; 4. 心率应<140 次/min 或变化<20%, 没有新发的心律失常; 5. 氧饱和度应>90%。

4.7.2 气管插管的拔管流程<sup>[90]</sup>

(1) 已撤离呼吸机做功, 氧浓度<40%, 血气正常。

(2) 咳嗽反射、吞咽反射恢复,可自行排痰。

- 
- (3) 潮气量 $>5\text{ml/kg}$ 、呼吸频率 $<20$  次/分,小儿呼吸频率 $<30$  次/分。
  - (4) 无喉头水肿,上呼吸道通气。

---

## 参 考 文 献

- [1] World Health Organization. Tuberculosis. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis> (Accessed on Oct 10, 2021).
- [2] Robert C Hyzy, Jakob I McSparron. Overview of initiating invasive mechanical ventilation in adults in the intensive care unit. UpToDate. <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-initiating-invasive-mechanical-ventilation-in-adults-in-the-intensive-care-unit> (Accessed on Oct 10, 2021).
- [3] 中华人民共和国卫生部. 中国卫生行业标准-临床常用急救操作技术第3部分: 氧疗及人工气道建立[M]. 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 2012.
- [4] 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): 323-52.
- [5] De Jong A, Molinari N, Terzi N, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 187(8): 832-9.
- [6] 麻醉学(第四版), 曾因明, 人民卫生出版社, 2018年7月, ISBN: 9787117266804, 155-158.
- [7] Christopher Kabrhel, Todd W. Thomsen, Gary S. Setnik, et al. Orotracheal Intubation [J]. *New England Journal of Medicine*, 2010, 363(4), 398-398.
- [8] 唐轶珣, 孔高茵. 《危重症气管插管管理指南》解读: 气道管理计划A [J]. *实用休克杂志(中英文)*, 2019, 3(03): 176-8+83.
- [9] Pourmand A, Robinson C, Dorwart K, et al. Pre-oxygenation: Implications in emergency airway management [J]. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(8): 1177-83.
- [10] Baillard C, Fosse J P, Sebbane M, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006, 174(2): 171-7.
- [11] 田鸣, 邓晓明, 朱也森, et al. 困难气道管理专家共识 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2009, 25(03): 200-3.
- [12] 薄禄龙, 刘毅, 邓小明. 非预计困难气管插管的处理流程与安全管理: 2015版“成人非预计困难气管插管管理指南”解读 [J]. *临床误诊误治*, 2016, 29(05): 72-74.
- [13] 夏玲蓉. 30例困难气道患者全麻时的护理配合 [J]. *中国医药科学*, 2012, 2(12): 136-137, 146.
- [14] 于布为, 吴新民, 左明章, et al. 困难气道管理指南 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(1): 93-98.
- [15] 李庆印, 陈永强. 重症专科护理 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021.
- [16] Eckart Klemm, Andreas Nowak. *Tracheotomy and Airway* [M]. Springer, Cham, 2020.

- 
- [17] 陈犹白, 张海钟. 气管切开术 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 29(17): 1581-1586.
- [18] Brass P, Hellmich M, Ladra A, et al. Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 7(7): Cd008045.
- [19] 原华. 气管切开术后并发症的预防及护理 [J]. 中国实用护理杂志, 2012, 28(21): 57-8. 赵飞, 邹琪, 何先弟, et al.
- [20] 赵飞, 邹琪, 何先弟, et al. 小切口联合改良经皮气管切开术在困难气管切开中的应用 [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(11): 895-8.
- [21] 谭小平. 气管切开护理的新进展 [J]. 中国妇幼健康研究, 2017, (s2)
- [22] 武淑萍, 杨晶, 杨阳. 老年呼吸专科护理技术 [M]. 北京:科学出版社,2019: 239-248.
- [23] 王志红. 《危重症护理学》 [M]. 人民军医出版社, 2007.
- [24] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 人工气道气囊的管理专家共识(草案) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(11): 816-9.
- [25] 徐婷婷, 李茂琴, 许铁. 持续声门下吸引负压对气管切开患者气囊压的影响 [J]. 护理学杂志, 2012, 27(22): 50-2.
- [26] 通耀威, 谢志毅, 蒋晓芳, et al. 人工气道气囊压力监测及影响因素的研究进展 [J]. 实用临床医学, 2020, 21(5): 86-91.
- [27] 张金秋, 刘钰, 潘菲, et al. 人工气道气囊压力影响因素及监测方法的研究进展 [J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(30): 4161-5.
- [28] 杨磊. 气道净化技术--气道分泌物引流及气道保护技术 [J]. 中国临床医生, 2006, 34(1): 15-6.
- [29] Belli S, Prince I, Savio G, et al. Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 544826.
- [30] 杨阳, 武淑萍, 袁熹娜. 机械通气患者气道分泌物清除的临床实践与进展 [J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(30): 4149-55.
- [31] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组. 成人气道分泌物的吸引专家共识(草案) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(11): 809-11.
- [32] 李江闽, 刘火根, 王彦芬, et al. 不同声门下负压吸引对呼吸机相关性肺炎预防效果的 Meta分析 [J]. 中华急危重症护理杂志, 2020, 1(5): 439-47.
- [33] 中华医学会重症医学分会. 呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南(2013) [J]. 中华内科杂志, 2013, 52(6): 524-43.
- [34] Masterton R G, Galloway A, French G, et al. Guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia in the UK: report of the working party on hospital-acquired

- 
- pneumonia of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2008, 62(1): 5-34.
- [35] Samransamruajkit R, Jirapaiboonsuk S, Siritantiwat S, et al. Effect of frequency of ventilator circuit changes (3 vs 7 days) on the rate of ventilator-associated pneumonia in PICU [J]. *J Crit Care*, 2010, 25(1): 56-61.
- [36] Chu S M, Yang M C, Hsiao H F, et al. One-week versus 2-day ventilator circuit change in neonates with prolonged ventilation: cost-effectiveness and impact on ventilator-associated pneumonia [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2015, 36(3): 287-93.
- [37] Gillies D, Todd D A, Foster J P, et al. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 9(9): Cd004711.
- [38] 王曾庚, 杨春丽, 聂祥碧, et al. 热湿交换器和加热湿化器对呼吸机相关性肺炎发生率影响的荟萃分析 [J]. *江西医药*, 2013, 48(1): 42-4.
- [39] 徐小勇, 魏淑珍, 张峰, et al. 热湿交换器和加热湿化器对呼吸机相关性肺炎的预防价值 [J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2011, 10(3): 241-6.
- [40] Thomachot L, Leone M, Razzouk K, et al. Randomized clinical trial of extended use of a hydrophobic condenser humidifier: 1 vs. 7 days [J]. *Crit Care Med*, 2002, 30(1): 232-7.
- [41] Davis K, Jr., Evans S L, Campbell R S, et al. Prolonged use of heat and moisture exchangers does not affect device efficiency or frequency rate of nosocomial
- [42] 李晖, 何宝珍, 李艳. 开放式与密闭式气管内吸痰对传染病房患者呼吸道感染影响的对比研究 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2015, (15): 3473-4,9.
- [43] Stoller J K, Orens D K, Fatica C, et al. Weekly versus daily changes of in-line suction catheters: impact on rates of ventilator-associated pneumonia and associated costs [J]. *Respir Care*, 2003, 48(5): 494-9.
- [44] Darvas J A, Hawkins L G. The closed tracheal suction catheter: 24 hour or 48 hour change? [J]. *Aust Crit Care*, 2003, 16(3): 86-92.
- [45] 李淑媛, 盖鑫, 张建, et al. ICU机械通气患者呼吸机相关性肺炎危险因素与干预措施 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2016, 26(1): 76-8.
- [46] Xie D S, Xiong W, Lai R P, et al. Ventilator-associated pneumonia in intensive care units in Hubei Province, China: a multicentre prospective cohort survey [J]. *J Hosp Infect*, 2011, 78(4): 284-8.
- [47] Holzapfel L, Chastang C, Demingeon G, et al. A randomized study assessing the systematic search for maxillary sinusitis in nasotracheally mechanically ventilated patients. Influence of

- 
- nosocomial maxillary sinusitis on the occurrence of ventilator-associated pneumonia [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999, 159(3): 695-701.
- [48] Leasure A R, Stirlen J, Lu S H. Prevention of ventilator-associated pneumonia through aspiration of subglottic secretions: a systematic review and meta-analysis [J]. *Dimens Crit Care Nurs*, 2012, 31(2): 102-17.
- [49] Wang F, Bo L, Tang L, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an updated meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 72(5): 1276-85.
- [50] Fujimoto H, Yamaguchi O, Hayami H, et al. Efficacy of continuous versus intermittent subglottic secretion drainage in preventing ventilator-associated pneumonia in patients requiring mechanical ventilation: A single-center randomized controlled trial [J]. *Oncotarget*, 2018, 9(22): 15876-82.
- [51] Wen Z, Zhang H, Ding J, et al. Continuous Versus Intermittent Subglottic Secretion Drainage to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia: A Systematic Review [J]. *Crit Care Nurse*, 2017, 37(5): e10-e7.
- [52] Wang L, Li X, Yang Z, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2016(1): Cd009946.
- [53] Davies A R, Morrison S S, Bailey M J, et al. A multicenter, randomized controlled trial comparing early nasojejunal with nasogastric nutrition in critical illness [J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(8): 2342-8.
- [54] Hsu C W, Sun S F, Lin S L, et al. Duodenal versus gastric feeding in medical intensive care unit patients: a prospective, randomized, clinical study [J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(6): 1866-72.
- [55] Li Z, Qi J, Zhao X, et al. Risk-Benefit Profile of Gastric vs Transpyloric Feeding in Mechanically Ventilated Patients: A Meta-Analysis [J]. *Nutr Clin Pract*, 2016, 31(1): 91-8.
- [56] Montejo J C, Grau T, Acosta J, et al. Multicenter, prospective, randomized, single-blind study comparing the efficacy and gastrointestinal complications of early jejunal feeding with early gastric feeding in critically ill patients [J]. *Crit Care Med*, 2002, 30(4): 796-800.
- [57] White H, Sosnowski K, Tran K, et al. A randomised controlled comparison of early post-pyloric versus early gastric feeding to meet nutritional targets in ventilated intensive care patients [J]. *Crit Care*, 2009, 13(6): R187.
- [58] Bouadma L, Mourvillier B, Deiler V, et al. A multifaceted program to prevent ventilator-associated pneumonia: impact on compliance with preventive measures [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(3): 789-96.

- 
- [59] Rello J, Soñora R, Jubert P, et al. Pneumonia in intubated patients: role of respiratory airway care [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996, 154(1): 111-5.
- [60] Nseir S, Zerimech F, Fournier C, et al. Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 184(9): 1041-7.
- [61] Hedin G, Blomkvist A, Janson M, et al. Occurrence of potentially pathogenic bacteria on the hands of hospital patients before and after the introduction of patient hand disinfection [J]. *Apmis*, 2012, 120(10): 802-7.
- [62] Mehta Y, Gupta A, Todi S, et al. Guidelines for prevention of hospital acquired infections [J]. *Indian J Crit Care Med*, 2014, 18(3): 149-63.
- [63] Salahuddin N, Zafar A, Sukhyani L, et al. Reducing ventilator-associated pneumonia rates through a staff education programme [J]. *J Hosp Infect*, 2004, 57(3): 223-7.
- [64] Rosenthal V D, Guzman S, Crnich C. Impact of an infection control program on rates of ventilator-associated pneumonia in intensive care units in 2 Argentinean hospitals [J]. *Am J Infect Control*, 2006, 34(2): 58-63.
- [65] Koff M D, Corwin H L, Beach M L, et al. Reduction in ventilator associated pneumonia in a mixed intensive care unit after initiation of a novel hand hygiene program [J]. *J Crit Care*, 2011, 26(5): 489-95.
- [66] Rosenthal V D, Guzman S, Safdar N. Reduction in nosocomial infection with improved hand hygiene in intensive care units of a tertiary care hospital in Argentina [J]. *Am J Infect Control*, 2005, 33(7): 392-7.
- [67] Tantipong H, Morkchareonpong C, Jaiyindee S, et al. Randomized controlled trial and meta-analysis of oral decontamination with 2% chlorhexidine solution for the prevention of ventilator-associated pneumonia [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2008, 29(2): 131-6.
- [68] Munro C L, Grap M J, Jones D J, et al. Chlorhexidine, toothbrushing, and preventing ventilator-associated pneumonia in critically ill adults [J]. *Am J Crit Care*, 2009, 18(5): 428-37; quiz 38.
- [69] Grap M J, Munro C L, Elswick R K, Jr., et al. Duration of action of a single, early oral application of chlorhexidine on oral microbial flora in mechanically ventilated patients: a pilot study [J]. *Heart Lung*, 2004, 33(2): 83-91.
- [70] Koeman M, van der Ven A J, Hak E, et al. Oral decontamination with chlorhexidine reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006, 173(12): 1348-55.

- 
- [71] Richards D. Oral hygiene regimes for mechanically ventilated patients that use chlorhexidine reduce ventilator-associated pneumonia [J]. *Evid Based Dent*, 2013, 14(3): 91-2.
- [72] Yao L Y, Chang C K, Maa S H, et al. Brushing teeth with purified water to reduce ventilator-associated pneumonia [J]. *J Nurs Res*, 2011, 19(4): 289-97.
- [73] Silvestri L, van Saene H K. Selective decontamination of the digestive tract: an update of the evidence [J]. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*, 2012, 4(1): 21-9.
- [74] Silvestri L, van Saene H K, Weir I, et al. Survival benefit of the full selective digestive decontamination regimen [J]. *J Crit Care*, 2009, 24(3): 474.e7-14.
- [75] de Smet A M, Kluytmans J A, Cooper B S, et al. Decontamination of the digestive tract and oropharynx in ICU patients [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(1): 20-31.
- [76] Bergmans D C, Bonten M J, Gaillard C A, et al. Prevention of ventilator-associated pneumonia by oral decontamination: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001, 164(3): 382-8.
- [77] Pneumatikos I, Koulouras V, Nathanail C, et al. Selective decontamination of subglottic area in mechanically ventilated patients with multiple trauma [J]. *Intensive Care Med*, 2002, 28(4): 432-7.
- [78] Getting started kit : prevent ventilator -associated pneumonia [ DB/OL]. Institute for Healthcare Improvement [2013-04-04] .[http:// www. ihi. org/ HIVPrograms/ Campaign/](http://www.ihl.org/HIVPrograms/Campaign/).
- [79] Abbott C A, Dremsa T, Stewart D W, et al. Adoption of a ventilator-associated pneumonia clinical practice guideline [J]. *Worldviews Evid Based Nurs*, 2006, 3(4): 139-52.
- [80] Hatler C W, Mast D, Corderella J, et al. Using evidence and process improvement strategies to enhance healthcare outcomes for the critically ill: a pilot project [J]. *Am J Crit Care*, 2006, 15(6): 549-55.
- [81] Zilberberg M D, Shorr A F, Kollef M H. Implementing quality improvements in the intensive care unit: ventilator bundle as an example [J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(1): 305-9.
- [82] 李国保, 柯学, 陈圆圆. 结核病重症加强治疗病房建设与管理专家共识(2018) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41(01): 19-24.
- [83] Honda H, Iwata K. Personal protective equipment and improving compliance among healthcare workers in high-risk settings [J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2016, 29(4): 400-6.
- [84] Centers for Disease Control and Prevention. Considerations for selecting protective clothing used in healthcare for protection against microorganisms in blood and body fluids[EB / OL].(2018-01-30)[2020-02-06].<https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/protectiveclothing/>
- [85] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委办公厅关于加强疫情期间医用防护用品管理工作的通知[EB/OL]. (2020-02-03) [2020-02-09]. <http://www. go>

- 
- [86] Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction[J]. *J Adv Nurs*, 2005, 51(3): 245-251.
- [87] Grap M J. Not-so-trivial pursuit: mechanical ventilation risk reduction [J]. *Am J Crit Care*, 2009, 18(4): 299-309.
- [88] Celik S S, Elbas N O. The standard of suction for patients undergoing endotracheal intubation [J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2000, 16(3): 191-8.
- [89] Selvaraj N. Artificial humidification for the mechanically ventilated patient [J]. *Nurs Stand*, 2010, 25(8): 41-6.
- [90] 中华医学会麻醉学分会. 2014版中国麻醉学指南与专家共识——气管导管拔管的专家共识[J]. 人民卫生出版社, 2014.
- [91] Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J*. 1985;32(4):429-434.
- [92] 陈鸿武, 林锡群. PETCO<sub>2</sub>和SpO<sub>2</sub>监测在气管插管时判断是否误入食道中的应用[J]. *中国伤残医学*, 2007, 15(5): 57-57.
- [93] Fernandez-Bussy, Sebastian, Mahajan, et al. Tracheostomy Tube Placement, *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*: October 2015 - Volume 22 - Issue 4 - p 357-364.
- [94] Belli S, Prince I, Savio G, et al. Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:544826.
- [95] 耿梦杰, 宋渝丹, 赵飞, et al. 国内外医务人员结核感染控制现状的比较研究 [J]. *中国防痨杂志*, 2013, 35(08): 581-586.