

# 气管切开术在重症患儿中的临床应用进展

刘 朵<sup>1,2,3,4</sup>, 刘成军<sup>1,2,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>重庆医科大学附属儿童医院重症医学科, 重庆

<sup>2</sup>国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 重庆

<sup>3</sup>儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 重庆

<sup>4</sup>儿童代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年3月8日; 录用日期: 2025年3月31日; 发布日期: 2025年4月9日

## 摘 要

随着医学发展, 儿童气管切开术适应症发生了显著变化, 长时间机械通气患儿成为行气管切开术的主要人群。气管切开术也逐渐成为儿童重症监护病房常见的干预方式之一, 但在儿童患儿中行气管切开的时机尚无明确共识。目前国内外研究就儿童气切时机选择大多倾向于早期气切, 早期气切将会缩短ICU住院时长、总住院时长、机械通气时长、镇静剂使用时间, 但对死亡率、呼吸机相关肺炎发生率却影响不一。但具体气切时机的选择需结合患者病情情况和基础疾病。本文重点旨在对气管切开术的发展、指征、气管切开术方式及优缺点, 护理及常见并发症, 早晚期气切对预后影响和脱管方案等进行阐述。

## 关键词

气管切开术, 时机, 儿童, 机械通气, 预后

# Tracheotomy in Critically Ill Children: Clinical Applications and Advances

Duo Liu<sup>1,2,3,4</sup>, Chengjun Liu<sup>1,2,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Intensive Care, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

<sup>2</sup>National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Chongqing

<sup>3</sup>Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing

<sup>4</sup>Chongqing Key Laboratory of Pediatric Metabolism and Inflammatory Diseases, Chongqing

Received: Mar. 8<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 31<sup>st</sup>, 2025; published: Apr. 9<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

With the development of medicine, the common indications of tracheostomy in children have

\*通讯作者。

文章引用: 刘朵, 刘成军. 气管切开术在重症患儿中的临床应用进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 1009-1016.

DOI: 10.12677/acm.2025.1541023

changed significantly, and children with prolonged mechanical ventilation have become the main population for tracheostomy in intensive care units. Tracheostomy has also become one of the common interventions in pediatric intensive care units, but there is no clear consensus on the length of time that endotracheal intubation should be maintained in children until tracheostomy. Many literatures suggest that early tracheostomy will shorten the length of ICU stay, total hospital stay, duration of mechanical ventilation, and duration of sedation, but it has different effects on mortality and the incidence of ventilator-associated pneumonia. However, the specific timing of tracheostomy needs to be combined with the patient's condition and underlying disease. The purpose of this article focuses on the tracheostomy's development, indications, methods, advantages and disadvantages of tracheostomy, nursing and common complications, prognosis between early tracheostomy, and weaning options.

## Keywords

Tracheostomy/Tracheotomy, Timing, Pediatric/Children, Mechanical Ventilation, Prognosis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

机械通气常需建立人工气道,而有创机械通气人工气道形式主要包括气管插管和气管切开。对于需要较长时间进行机械通气的患者,气管切开是常用的人工气道方式。与其他人工气道方式相比,一方面,其管腔相对较大、导管较短,气道阻力和通气死腔较小,从而降低呼吸功和有利于气道分泌物的清除;另外一方面,气管切开术避免了长期经口气管插管带来的并发症,可以增加患者舒适度及活动度,可长期留置,因此利于需长期机械通气的危重症儿童[1][2]。

## 2. 适应症

1718年,洛伦兹·海斯特首先提出了“气管造口术”一词用来描述打开、成熟和将一根留置管通过颈部插入气管的过程。从那时起,外科和相关医学学科逐步推进气管切开术的实施和维护[3]。气管切开术最早出现在公元前3600年的埃及绘画中,并在1800年白喉流行期间频繁进行[4]。近些年来,随着B型流感嗜血杆菌和白喉棒状杆菌疫苗接种的出现以及儿科重症监护的改善,急性上呼吸道阻塞导致气管切开术数量大大减少[5]。随着时代和医学的发展,具有复杂医疗需要的婴幼儿成活率提高,所以儿童气管切开术越来越多地应用于具有复杂和慢性疾病儿童,例如长机械通气时间、上呼吸道阻塞(先天性或后天性)、创伤和神经肌肉系统疾病[6],其中长机械通气时间是最常见的原因[7]。

## 3. 气管切开术方式

由于成人与儿童上呼吸道解剖和生理方面存在差异,所以在选择气管切开的方式有所不同。在解剖结构上,首先儿童的喉部较成人位于更上、更前的位置,大约2岁后开始下降;其次,儿童气道中最狭窄的部分为环状软骨,而在成人中最窄部位为声带。在生理情况下,一方面婴幼儿的喉部软骨比成人更加柔软,所以受压时更容易塌陷,另外一方面婴儿声门上下黏膜柔嫩松弛,因此在感染和受伤时更容易发生水[8]。所以儿童在气管切开方式选择上需考虑的儿童特殊的解剖及生理因素。

### 1) 传统气管切开术(Surgically Created Tracheostomy, SCT)

多在手术室进行,需要较大的皮肤切口,逐层分离颈前组织和切开气管前壁,手术创伤相对较大,

但尽可能减少了手术的风险和并发症。

## 2) 经皮扩张气管切开术(Percutaneous Dilated Tracheostomy, PDT)

可在床旁直接实施, 相对术后创口较小、出血及感染风险低和简捷易行, 不易损伤气管软骨, 在临床中择期行气管切开中更常被选用[1]。另外儿童气管更柔软和脆弱, 在扩张器施加压力时气管有塌陷的倾向, 从而增加了气道后壁损伤的风险, 手术的安全性相对较低[8]。

目前国内外研究中传统气管切开术和经皮扩张气管切开术近期及远期并发症并无实质性差异, 但由于床旁 PDT 具有操作简单迅速、创伤相对较小、花费低、美观等优势, 在临床中应用较为广泛。对于颌面颈部畸形、困难气道、极度肥胖和难以纠正的凝血异常患者, 传统气管切开术仍然是首选[1]。

## 4. 气管切开术优缺点

机械通气患者需要建立人工气道, 气管切开是长时间机械通气患者需考虑的人工气道方式[4], 它允许空气直接进入气管进入肺部, 绕过口腔和咽部[9]。而气道阻力大部分来自于上气道, 因此会降低呼吸时做功, 有利于危重症患儿。

气管切开术与气管插管相比具有许多优点, 如减少口咽和喉部创伤, 通过减少气道死腔和降低气道阻力来减少呼吸功, 改善肺分泌物的清除效率, 减少镇静剂的使用, 减少机械通气时间从而缩短 ICU 和住院时间[10][11], 从而有助于患儿语言和营养恢复, 及早回归家庭[12]。气管切开术逐渐在儿童重症监护病房开展, 成为重症监护病房常见的干预方式之一, 这使得需长时间机械通气危重症患儿存活率明显改善。而对需要长时间机械通气的儿童行气管切开时机却没有统一的指导意见。

## 5. 气管切开时机选择及对预后影响

相对于儿童而言, 气管切开术已成为成人重症监护室的常见临床干预措施, 在 10%~24%具有通气需求的患者中进行[8]。

对于成人气管切开时机选择多以 7~10 天为界[2], 将气管插管内 7~10 天内行气管切开称为早期, 将气管插管 7~10 天后行气管切开定义为晚期气管切开。早期气管切开增加了患者舒适度和依从性, 可以减少镇静剂的使用、降低呼吸机相关性肺炎的发病率、缩短机械通气时间、ICU 住院时间及总住院时间[1]。

但目前儿童气切时机的早晚期界限尚无统一共识。考虑到儿童的生理及解剖、年龄家庭等特殊性质, 认为儿童耐受气管插管时间较成人长, 所以在儿科患者中气切手术时机选择需要考虑更长的时间[8]。目前大多数文献提倡以气管插管 14 天为界限, 气管插管内 14 天行气切称为早期, 气管插管 14 天后称为晚期气管切开[7][13][14], 另外部分文献可将早期气管切开延长至气管插管后 21 天[4]。

### 1) 气管切开术时机对机械通气患儿死亡率的影响

在成人, 多项研究提示气管切开时机对患者出院前死亡率的影响无显著差异。但有部分研究对早期和晚期气切患者持续随访, 并发现早期气切患者的最终死亡率低于晚期气切患者的最终死亡率[15][16]。

针对儿童患儿的研究中, Nukiwa R 等[17]的研究发现早期气切患者住院死亡率最低为 19.2%, 而晚期气切患者死亡率最高达 50.0%, 从而提示早期气管切开术能显著降低死亡率; 但 de Araujo OR 等[7]却得出不同意见, 对于早晚期气切对于死亡率的风险比并未有任何益处( $p = 0.49$ ), 所以气切时机对死亡率没有影响。同时文献中也提及气切后死亡率与气管切开术本身无直接相关, 而是与患儿的基础疾病或疾病进展直接相关[12]。

### 2) 气管切开术时机对呼吸机相关性肺炎发生率的影响

在呼吸机相关肺炎发生率方面, 多项关于成人气管切开术时机的荟萃分析提示气管切开早晚对患者肺炎发生率无显著差异[15][16][18]。

而对于儿童患者, 有文章观察到早晚期气切患者在气管切开术前后患肺炎的患者人数没有差异(87.3% vs 92.7%), 所以早晚期气管切开术对呼吸机相关肺炎无显著影响[19][20]。Chen JR 等[21]文章数据提示 5~10 天气管切开患者发生呼吸机相关肺炎比例为 12.3%, 而晚于 5~10 天患者发生呼吸机相关肺炎比例为 6.8% ( $p < 0.001$ ), 所以提示 5~10 天内进行气管切开术的患者更有可能造成呼吸机相关肺炎, 但是作者在原文中说到由于数据库的原因, 因为无法确定呼吸机相关肺炎发生时间与气管造口术的时间关系, 所以无法确定呼吸机相关肺炎的发生是否与气管切开术有关。为明确气切时机对呼吸机相关肺炎影响, de Araujo OR 等[7]在通过翻阅病程记录并深入了解肺炎发生与气管切开术前后关系后发现早期气切患者的呼吸机相关性肺炎的风险明显降低(RR: 0.56, 95% CI: 0.41~0.76,  $p = 0.0002$ ), 从而得出结论早期气管切开术患者的肺炎发病率较低。

### 3) 气管切开术时机对机械通气时间的影响

气管切开术时机选择对机械通气时间的影响文献报道不一, 在成人中, Andriolo BN 等[15]研究提示气管切开时机对患者机械通气时长无显著差异; 但同时也有多项研究提示早期气管切开显著减少机械通气时长[16][18]。其研究结果不一致的原因可能是与患者原发疾病有关。若患者长期机械通气的原因是神经肌肉源性或创伤性疾病, 则可能仍在气管切开后长时间呼吸机机械通气, 反之若为其它因素, 例如上气道梗阻、呼吸道疾病等因素, 患儿则可能在气切后较短时间脱离呼吸机辅助通气。

在儿童患者中, 多项研究均提示早期气管切开术能缩短机械通气时间[7][19]-[24]。究其原因为上呼吸道是吸气时气道阻力的主要来源, 约占全部阻力的 50%。由于气管造口术绕过上呼吸道, 对于那些长时间机械通气脱机失败或患有神经系统疾病的患者, 气管造口术可能通过减少呼吸功来帮助脱机从而缩短机械通气时间[4]。

### 4) 气管切开术时机对 ICU 住院时间、总住院时间的影响

在成人研究中气切时间的选择对 ICU 住院时间及总住院时间存在不同的争议。有多项研究提示早期气管切开组在随访 28 天后出院概率明显增加, 显著缩短 ICU 住院时长(RR: 1.29, 95% CI: 1.08~1.55,  $P = 0.006$ ) [15][16]。但 Khammas AH 等[18]研究提示早期气切组的 ICU 住院时间为  $26.18 \pm 4.732$  SD, 晚期气切组 ICU 住院时间为  $11.98 \pm 6.596$  SD ( $p = 0.879$ ), 由此提示气切时机的选择对患者 ICU 住院时长并无显著影响。

在儿童患者中也同时存在争议, 部分文献提示早期气管切开术能缩短 ICU 住院时长、总住院时间[7][19]-[22]。一方面, 这是因为早期气切能缩短机械通气时长及减少呼吸功从而帮助脱机, 另一方面, 早期气切可以让慢性呼吸功能不全的患者在家中获得机械通气。因此, 它减少了儿童重症监护病房住院时长和总住院时长。而 Samiei Nasr D 等[24]的文献提示早期气管切开对总住院时长、ICU 住院时长无显著影响, 虽然该作者阐述早期气切可以有效缩短机械通气及镇静时长, 但并未缩短总住院时间及 ICU 住院时间。

### 5) 气管切开术时机对镇痛镇静时长的影响

在成人和儿童相关研究中均发现, 早期气切能显著减少患者镇痛镇静时长[18][19][21][24], 这是因为极大部分镇静剂的使用与有创操作密切相关, 对于长期气管插管机械通气的病人更是不可避免需要长期使用镇痛镇静, 而及早去除气管插管和脱离有创呼吸机能有效减少镇静镇痛药物的使用时长。

### 6) 气管切开术时机对声带损伤的影响

Malkoc A 等人[25]的文献提示气管切开术时机与声带溃疡形成的严重程度相关, 气管插管一周内进行气管切开术能降低声带损伤发生率。

目前, 国际及国内对于早晚期气管气切尚无明确共识, 但仍有文献仍建议重度颅脑或脊髓损伤等特殊疾病行“早期”气管切开对于患儿的预后可能有更大的意义[1][20]。因为重症颅脑损伤患者意识受损,



并且自主排痰能力差、易误吸,极大增加了呼吸机相关肺炎或院内感染的可能性,而早期气管切开可明显缩短机械通气时间以及呼吸机相关肺炎的几率[1]。

儿童患者因其特殊性,大多数重症患者行气管切开术均需取得患儿家属的同意,所以患儿家属[1]等各种因素在气管切开术时机选择上影响较大。患者及家庭、患者本身基础疾病和临床医生认知的显著异质性均会影响行气管切开术的时间[26]。所以在临床中气管切开术时机的选择不仅仅取决于机械通气时长,还取决于其他各方面因素,同时进行气切前均需进行仔细细致的多学科评估[8]。

## 6. 气管切开术的常规护理及并发症

因为气管切开直接绕过鼻子及口腔,所以也失去了上呼吸道中纤毛清除、加热和湿化空气的作用。因此,为避免气管切开的儿童接触干燥的空气、灰尘等有害物质导致出现咳嗽、肺部感染情况,湿化和频繁规律的吸痰对于减少气道结痂、粘液堵塞至关重要。这些均需要护理人员精心的护理与照顾。由于存在保留气管造口管出院的患儿,所以也需要在患儿出院前医务人员对患儿家庭护理人员给予护理指导。通过有效的多学科协作,有可能从根本上减少不良时间发生率并改善气管切开术患者的护理,从而改善患者预后[8]。

虽然现在关于气管切开术后护理流程已经较为完善和规范,但气管切开术后并发症仍有发生。在成人中,约 15%的患者被报道曾发生气管切开的并发症[27]。对于儿童患者,15%~19%气切患儿经历过气管切开术后并发症,儿童气管切开术后的不良事件从轻微到危及生命等不同程度[8],可见儿童较成人气管切开有着更大的风险以及并发症的发生率[28]。

### 1) 早期并发症:

小儿气管造口术的早期并发症包括出血、感染、粘液堵塞、压疮、肉芽组织、气管皮瘘、皮下肺气肿、纵隔气肿、气胸、意外脱管,其中最常见的是出血、感染、粘液堵塞等。

为防止常见并发症的发生,完善术前常规检查以排除相关禁忌和纠正相关异常指标;术后给予常规治疗及护理对降低患儿早期并发症发生率尤为重要。任何择期行气管切开术的儿童均应排除凝血异常,特别对于那些患有慢性肝病的凝血异常患者和血小板减少症的儿童,尽可能在手术前纠正异常指标[8]。

针对于粘液堵塞管道情况,可以通过适当湿化和气管切口护理、常规吸痰护理进行预防;同时也应对患儿的家庭护理人员进行常规护理指导及培训,避免因管道堵塞情况对患儿生命造成威胁。另外我们需要尤为注意,对于术后立即发生的脱管,可尽快再次进行气管插管获得呼吸保证;除此之外,术后即刻发生的脱管多由气管造口管固定不牢固造成,因此为尽量避免意外脱管情况,术后应确保气管切开端管的充分固定和正确放置,以防止脱管[8]。

### 2) 晚期并发症:

晚期并发症主要包括声门下或气管狭窄、食管损伤、肉芽组织、吞咽问题等。气管切开术晚期并发症多由长期气管造口管刺激及压迫周围组织产生,因此尽量早期脱管才能尽量避免晚期并发症的发生[3][8]。

气管切口周围肉芽组织主要继发于气管造口管的摩擦活动和慢性炎症,通常治疗是局部使用抗生素或类固醇软膏涂抹,有时也可以使用硝酸银烧灼去除肉芽组织。而气道中的肉芽组织在长期保留气切患者中也较常见,通常可以直接通过内镜检查评估,根据肉芽组织的堵塞气道程度做出不同处理,严重堵塞气道的肉芽组织可选择切除[8]。

气管切开可能因为解剖因素改变或气管造口管膨胀后导致食道压力增加进而影响吞咽功能,引起呛咳或厌食,因此长期未脱管患儿极易形成营养缺乏[8][29]。所以对于气管切开术后儿童应当尽快回归口服喂养。气切导管的存在并不是口服喂养的绝对禁忌症[8]。

## 7. 脱管策略

据相关文献报告气管切开脱管失败率从 6.5%~21.4%不等[27]。在患儿情况允许、原发病得到有效控制及缓解情况下, 实施理想的脱管方案促使患儿早日脱管, 从而早日回归正常生活。

### 1) 理想的脱管方案:

① 气管造口缩小和临床观察: 进行脱管实验第一天, 将气管造口管换为较小直径的管道; 若能使用小直径气管造口管耐受 24 小时, 第二天可将气管造口管盖上。但是在此过程中需密切注意造口管是否通畅[7] [8]。

② 完整气道评估: 通过喉镜和支气管镜进行完整气道评估对脱管至关重要。在儿童清醒状态下, 应首先进行软性喉镜检查, 以评估气道情况, 主要包括气管肉芽肿、气管软化和狭窄、声带功能障碍[30]。扁桃体和腺样体也应该同时进行评估, 因为最常见的脱管失败原因是气管造口上方软化、腺样体或扁桃体肥大[31]。如果有阻塞性腺扁桃体肥大的证据, 应进行腺扁桃体切除术/扁桃体切开术的手术治疗。直接喉支气管镜检查可评估气道各个层次的通畅度, 良好的喉支气管镜检查是成功脱管的预测指标, 同时也可进行对长期气管切开患者的气道治疗与监测, 如清除肉芽组织、扩张气道等[7] [31]。

③ 盖帽试验: 患儿可在脱管过程中间断进行, 若患儿可耐受盖帽实验, 则倾向于脱管成功, 但需要注意的是初始盖帽实验需在白天患儿清醒状态下进行, 夜间一般不进行盖帽实验, 避免因气管造口管堵塞造成患儿窒息和心脏骤停情况[7] [8]。

④ 多导睡眠图(PSG)监测: 多导睡眠图可有效评估患者睡眠时咽喉肌肌张力降低时的上呼吸道生理状态[32], 能有效判断睡眠时上呼吸道是否有阻塞情况。PSG 预测脱管成功率指标包括呼吸暂停低通气指数(睡眠过程中, 每小时呼吸暂停超过 10 秒钟的次数)、血氧低于 90%时间占总睡眠时间比率、最低氧饱和度[33]。呼吸暂停次数越多(呼吸暂停 > 10 次/小时)、血氧低于 90%时间占总睡眠时间越长、最低氧饱和度越低, 则提示脱管成功率可能越低。有文献表明 PSG 参数可能会辅助确定患者是否能成功脱管[30] [32] [34]。

⑤ 入院脱管及脱管后观察: 在患者可以耐受上述脱管前准备时即可入院进行脱管, 并在脱管后在医院观察 24~48 h, 在此过程中需要密切监测患者有无气道阻塞迹象, 若出现气道阻塞表现, 适时做出进行处理[30]。若无明显不适可出院, 出院后应继续随访患儿情况[8]。

⑥ 无创通气(NIV): Fauroux 等人[35]报道了 15 名儿童(2~12 岁), 由于喉镜或支气管镜评估显示小尺寸闭式气管提示上呼吸道通畅, 夜间多导睡眠图监测正常, 因此建议进行脱管术, 但在未无创通气的情况下, 直接脱管后立即或延迟出现气道阻塞性症状。若在脱管后给予 NIV 后, 所有患者均成功进行脱管, 因此对于气切后反复脱管试验失败的儿童给予无创辅助通气有助于早日脱离气管切开术[8]。

## 8. 小结

目前气管切开术越来越多地应用于儿科患者, 气管切开术的适应症发生了显著的变化, 主要应用于延长机械通气时间患儿, 但对气管造口术“最佳”时间的定义仍无明确共识, 气切时机的选择应根据患者的具体情况确定。儿童气管切开术是需要多学科协作、标准化气管切开术方案及广泛的工作人员教育和家庭参与。未来我们也将致力于将完善标准化气管切开术流程及方案应用于临床, 以提高和改善气切患儿生活及生存质量。

## 参考文献

- [1] 隋峰, 李文雄. 机械通气患者气管切开术的适应证、时机与方式[J]. 国际外科学杂志, 2012, 39(2): 122-125.
- [2] 中华医学会重症医学分会. 机械通气临床应用指南(2006) [J]. 中国危重病急救医学, 2007(2): 65-72.

- [3] Fuller, C., Wineland, A.M. and Richter, G.T. (2021) Update on Pediatric Tracheostomy: Indications, Technique, Education, and Decannulation. *Current Otorhinolaryngology Reports*, **9**, 188-199. <https://doi.org/10.1007/s40136-021-00340-y>
- [4] Ertugrul, I., Kesici, S., Bayrakci, B. and Unal, O.F. (2016) Tracheostomy in Pediatric Intensive Care Unit: When and Where? *Iranian Journal of Pediatrics*, **26**, e2283. <https://doi.org/10.5812/ijp.2283>
- [5] Özmen, S., Özmen, Ö.A. and Ünal, Ö.F. (2009) Pediatric Tracheotomies: A 37-Year Experience in 282 Children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **73**, 959-961. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.03.020>
- [6] Carron, J.D., Derkay, C.S., Strope, G.L., Nosonchuk, J.E. and Darrow, D.H. (2000) Pediatric Tracheotomies: Changing Indications and Outcomes. *The Laryngoscope*, **110**, 1099-1104. <https://doi.org/10.1097/00005537-200007000-00006>
- [7] de Araujo, O.R., Azevedo, R.T., de Oliveira, F.R.C. and Colleti Junior, J. (2022) Tracheostomy Practices in Children on Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Jornal de Pediatria*, **98**, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2021.07.004>
- [8] Watters, K.F. (2017) Tracheostomy in Infants and Children. *Respiratory Care*, **62**, 799-825. <https://doi.org/10.4187/respcare.05366>
- [9] Baiu, I. and Backhus, L. (2019) What Is a Tracheostomy? *JAMA*, **322**, 1932. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14994>
- [10] Esteban, A., Anzueto, A., Alía, I., Gordo, F., Apezteguía, C., Pálas, F., et al. (2000) How Is Mechanical Ventilation Employed in the Intensive Care Unit? An International Utilization Review *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **161**, 1450-1458. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.5.9902018>
- [11] Frost, E.A.M. (1976) Tracing the Tracheostomy. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, **85**, 618-624. <https://doi.org/10.1177/000348947608500509>
- [12] Tiszler, M., Chávez, X., Frydman, J. and Caprotta, G. (2015) Tracheostomy in Pediatric Critically Ill Patients. *Journal of Pediatric Intensive Care*, **1**, 201-205. <https://doi.org/10.3233/pic-12033>
- [13] Ackerman, K., Saley, T., Mushtaq, N. and Carroll, T. (2018) Pediatric Long-Term Endotracheal Intubation and Role for Tracheostomy: Patient and Provider Factors. *Journal of Pediatric Intensive Care*, **8**, 78-82. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676117>
- [14] Bhakta, S., Raut, S. and Nandi, M. (2021) Tracheostomy before 14 Days: Is It Associated with Better Outcomes in Pediatric Patients on Prolonged Mechanical Ventilation? *Indian Journal of Critical Care Medicine*, **25**, 435-440. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23791>
- [15] Andriolo, B.N., Andriolo, R.B., Saconato, H., Atallah, Á.N. and Valente, O. (2015) Early versus Late Tracheostomy for Critically Ill Patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2018**, CD007271. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd007271.pub3>
- [16] Griffiths, J., Barber, V.S., Morgan, L. and Young, J.D. (2005) Systematic Review and Meta-Analysis of Studies of the Timing of Tracheostomy in Adult Patients Undergoing Artificial Ventilation. *BMJ*, **330**, Article No. 1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.38467.485671.e0>
- [17] Nukiwa, R., Uchiyama, A., Tanaka, A., Kitamura, T., Sakaguchi, R., Shimomura, Y., et al. (2022) Timing of Tracheostomy and Patient Outcomes in Critically Ill Patients Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Single-Center Retrospective Observational Study. *Journal of Intensive Care*, **10**, Article No. 56. <https://doi.org/10.1186/s40560-022-00649-w>
- [18] Khammas, A. and Dawood, M. (2018) Timing of Tracheostomy in Intensive Care Unit Patients. *International Archives of Otorhinolaryngology*, **22**, 437-442. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1654710>
- [19] Adly, A., Youssef, T.A., El-Begermy, M.M. and Younis, H.M. (2017) Timing of Tracheostomy in Patients with Prolonged Endotracheal Intubation: A Systematic Review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, **275**, 679-690. <https://doi.org/10.1007/s00405-017-4838-7>
- [20] Romero, J., Vari, A., Gambarrutta, C. and Oliviero, A. (2009) Tracheostomy Timing in Traumatic Spinal Cord Injury. *European Spine Journal*, **18**, 1452-1457. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1097-3>
- [21] Chen, J., Gao, H., Yang, Y., Wang, Y., Zhou, Y., Chen, G., et al. (2022) A U-Shaped Association of Tracheostomy Timing with All-Cause Mortality in Mechanically Ventilated Patients Admitted to the Intensive Care Unit: A Retrospective Cohort Study. *Frontiers in Medicine*, **9**, Article ID: 1068569. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1068569>
- [22] Huang, H., Zhang, G., Xu, M., Chen, G., Zhang, X., Zhang, J., et al. (2020) The Impact of Tracheostomy Timing on Clinical Outcomes and Adverse Events in Intubated Patients with Infratentorial Lesions: Early versus Late Tracheostomy. *Neurosurgical Review*, **44**, 1513-1522. <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01339-7>
- [23] Rodriguez, J.L., Steinberg, S.M., Luchetti, F.A., et al. (1990) Early Tracheostomy for Primary Airway Management in the Surgical Critical Care Setting. *Surgery*, **108**, 655-659.
- [24] Samiei, N.D., Khoundabi, B., Monshizadeh, A.G., et al. (2020) Beneficial Outcomes of Early Tracheostomy in Patients Requiring Prolonged Mechanical Ventilation. *Tanaffos*, **19**, 350-355.

- 
- [25] Malkoc, A., Nguyen, D.T., Wong, S. and Wong, D.T. (2023) Optimal Tracheostomy Timing through Modeling Based on Severity of Vocal Cord Injury. *Respiratory Care*, **68**, 255-259. <https://doi.org/10.4187/respcare.10176>
- [26] Tekin, P. and Bulut, A. (2024) Tracheostomy Timing in Unselected Critically Ill Patients with Prolonged Intubation: A Prospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article No. 2729. <https://doi.org/10.3390/jcm13102729>
- [27] Leung, R. and Berkowitz, R.G. (2005) Decannulation and Outcome Following Pediatric Tracheostomy. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, **114**, 743-748. <https://doi.org/10.1177/000348940511401002>
- [28] 冯勇, 奚玲, 余晓旭, 等. 小儿气管切开术 33 例临床分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2013, 27(2): 98-100.
- [29] 谷红俊, 赵珺燕, 王巧云, 等. 气管切开长期带管患者生活质量状态及护理进展[J]. 护理学杂志, 2008(23): 69-71.
- [30] O'Connor, H.H. and White, A.C. (2010) Tracheostomy Decannulation. *Respiratory Care*, **55**, 1076-1081.
- [31] Beaton, F., Baird, T., Clement, W.A. and Kubba, H. (2016) Tracheostomy Decannulation at the Royal Hospital for Sick Children in Glasgow: Predictors of Success and Failure. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **90**, 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.07.013>
- [32] Gurbani, N., Promyothin, U., Rutter, M., Fenchel, M.C., Szczesniak, R.D. and Simakajornboon, N. (2015) Using Polysomnography and Airway Evaluation to Predict Successful Decannulation in Children. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, **153**, 649-655. <https://doi.org/10.1177/0194599815591531>
- [33] Quinlan, C., Piccione, J., Kim, J., Beck, S.E., Brooks, L., Chandy-Patel, R., et al. (2019) The Role of Polysomnography in Tracheostomy Decannulation of Children with Bronchopulmonary Dysplasia. *Pediatric Pulmonology*, **54**, 1676-1683. <https://doi.org/10.1002/ppul.24474>
- [34] Robison, J.G., Thottam, P.J., Greenberg, L.L., Maguire, R.C., Simons, J.P. and Mehta, D.K. (2014) Role of Polysomnography in the Development of an Algorithm for Planning Tracheostomy Decannulation. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, **152**, 180-184. <https://doi.org/10.1177/0194599814557467>
- [35] Fauroux, B., Leboulanger, N., Roger, G., Denoyelle, F., Picard, A., Garabedian, E., et al. (2010) Noninvasive Positive-Pressure Ventilation Avoids Recannulation and Facilitates Early Weaning from Tracheotomy in Children. *Pediatric Critical Care Medicine*, **11**, 31-37. <https://doi.org/10.1097/pcc.0b013e3181b80ab4>