

· 指南与共识 ·

基于快速康复的小儿外科围手术期
气道管理专家共识

开放科学
(资源服务)
标识码(OSID)

中华医学会小儿外科学分会心胸外科学组

通信作者:舒强,Email:shuqiang@zju.edu.cn

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.07.001

Expert consensus on perioperative airway management based on enhanced recovery after pediatric surgery

Cardiothoracic Group, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association

Corresponding author: Shu Qiang, Email: shuqiang@zju.edu.cn

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.07.001

随着加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)的推广应用,围手术期气道管理作为儿童加速康复外科的重要环节,受到日益广泛的重视。气道管理不良会增加手术和麻醉并发症的发生,延迟患儿康复;良好的气道管理有利于减少围手术期的心肺并发症,加速患儿康复并减轻家庭和社会负担。气道管理是儿童围手术期,尤其是麻醉过程中重要因素之一,系统的培训和丰富的经验对儿童气道管理至关重要^[1]。目前,我国尚缺乏小儿外科围手术期气道管理方面的共识。本共识整理融合了 Medline、维普、万方医学网等数据库系统 2000~2019 年相关临床实践及国内外研究成果,利用并基于 GRADE 系统(表 1、表 2)进行分级,包括证据推荐程度及质量分级(风险评估),旨在规范小儿外科围手术期气道管理。本专家共识不排除个体化差异。

表 1 GRADE 系统证据质量等级

证据质量等级	定义
高(A)	未来研究几乎不可能改变现有疗效评价结果的可信度
中(B)	未来研究可能对现有疗效评估有重要影响,可能改变评价结果的可信度
低(C)	未来研究很有可能对现有疗效评估有重要影响,改变评价结果的可信度的可能性较大
极低(D)	任何疗效的评估都很不确定

表 2 GRADE 系统证据推荐强度

推荐强度	定义
强推荐(1)	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱推荐(2)	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

一、小儿外科围手术期特点

儿童的生理功能尚未发育完善:①呼吸道发育

仍不完善,易发生呼吸衰竭;②体液量占体重比例较大,出血、脱水易引起休克;③单位体重能量需求较成人高,年龄越小需求量越大;④儿童尤其是婴幼儿的体表面积相对大,易造成术中低体温。

儿童的个体差异较大:个体间的生长发育情况、对外界环境的适应能力均不同,是一生中敏感及变化迅速的时期。小儿外科手术的时机取决于疾病对患儿生长发育及生命的危害性。近年来,ERAS 在成人外科得到了快速推广,很多方法同样适用于小儿,但在气道管理、营养管理、体液管理等各方面,小儿外科有其自身的特点和要求。

二、小儿气道的解剖及生理特点

儿童的呼吸系统脆弱,尤其是新生儿与婴幼儿,其呼吸道(鼻咽腔、气管、支气管)相对成年人更狭窄,而且黏膜下组织也较疏松,受刺激时更容易出现喉痉挛甚至水肿;另外儿童胸腔容积也更小、肺泡弹性差,容易产生呼吸道感染和阻塞。另外儿童非特异性免疫功能较差,呼吸肌肌力弱,容易疲劳,易发生呼吸衰竭。由于上述解剖特点,在手术麻醉插管时容易发生喉水肿或呼吸道阻塞。此外,基础需氧量高,小儿肺功能残余容量较少、氧储备低,易致呼吸暂停和缺氧,进而引起继发性脑损伤;儿童气道随着生长发育也在发展和变化;个体差异较大,气管导管、喉镜、喉罩等型号的选择因人而异^[2-4]。

三、术前危险因素评估及防治措施

(一)术前危险因素,包括以下几项:

1. 年龄 ≤ 1 岁,年龄越小(尤其是新生儿)气道管理难度越大^[2]。

2. 气道手术、耳鼻喉科手术。

3. 合并症 ①上呼吸道感染(upper respiratory

tract infection, URTI), 合并流涕、喉咙痛痒、打喷嚏、鼻塞、咳嗽、发热中的 2 项及以上^[5-7]。此类患儿若存在年龄 <2 岁、早产儿、被动吸烟、呼吸道疾病、气道手术或气管插管等因素发生术后呼吸道并发症风险增高^[5]。术前两周内存在 URTI 者术后呼吸道并发症增加,与喉罩通气给氧相比,气管插管患儿术后主要呼吸道并发症(喉痉挛和支气管痉挛)的发生率是喉罩的 5 倍,是术前无 URTI 手术患儿的 11 倍。②口颌面畸形。③气道结构异常或创伤性气道。④颈胸部占位压迫气管。

4. 既往史 了解既往手术及麻醉史,有无气管插管或其他气道相关操作;既往有无气道手术史或插管困难的经历;有无哮喘史,气道高反应性及过敏病史等。

(二) 术前危险因素评估

1. 通过了解患儿年龄、体重及开口度、牙床、甲颏间距、颈部活动度等评估有无困难气道,有无睡眠呼吸暂停综合征或呼吸困难表现。

2. 疑有肺部氧合异常的情况行 X 线、血气分析检查、胸部 CT;疑有颌面、颈胸部损伤或相关疾病压迫气管时行 X 线、CT 及 CT 血管造影(CTA)检查;疑有咽喉、气管、支气管损伤及先天性气道结构异常、其他相关性疾病影响通气时行纤支镜检查;疑有饱胃患儿术前予胃肠减压。

3. 考虑创伤性气道应进行快速检查、分级,根据结果即刻处理,然后进行再评估。

4. 存在 URTI 或行气道手术医生经验不足容易发生喉痉挛。

5. 对 2 周内存在 URTI 的患儿行择期手术,术后呼吸道并发症发生率增加^[7]。轻度 URTI 的患儿由有经验的麻醉医生施行麻醉,不会造成远期并发症。是否取消手术需要评估风险-受益比,包括:患儿和手术方式可能导致术后呼吸道并发症的危险因素;医疗资源浪费;是否有停手术史;手术等待时间。

推荐意见 1, 1A: 术前 2 周内存在 URTI 并非麻醉禁忌证。

(三) 术前防治措施

1. 物理治疗 协助患儿进行有效咳嗽,体位引流以及手工背部叩击等方法,及时清除呼吸道分泌物,保持呼吸道通畅。

2. 药物治疗 ①对 II 类切口以上的手术及手术范围大、手术时间长等高危因素的 I 类切口手术,术前预防性应用抗菌药物可减少手术切口感染和手术所涉及的器官/腔隙感染,但应根据围手术期用药方

案进行;②术前存在 URTI,术前行苯二氮卓类药物会增加术后呼吸道并发症^[7],不推荐使用,但可以使用右旋美托咪定或可乐定等 α 肾上腺素受体激动剂;麻醉诱导前 10~30 min 给予特布他林、沙丁胺醇等短效支气管扩张剂吸入可以减少术后呼吸道并发症的发生率^[8-9];③如患儿合并哮喘,可给予雾化吸入布地奈德等抗哮喘治疗,有咳嗽气喘等症状的患儿应同时应用支气管扩张剂如特布他林,同时评估气道梗阻的风险,选择合适的手术时机。

3. 麻醉前准备 麻醉医生通过术前访视,对患儿及家长进行必要的宣教和解释,以减轻患儿及其家长的焦虑恐惧,减少患儿的精神创伤。①了解患儿现病史、既往史及麻醉手术史;②体格检查时注意有无牙齿松动和扁桃体肿大,评估患儿有无困难气道,若患儿张口度小于自己手指二横指,需警惕困难气道,可能出现插管困难^[3];③对呼吸道感染患儿根据症状体征及患儿家长对术后并发症的认知情况综合考虑是否手术;伴有清涕、干咳患儿术前行特布他林或沙丁胺醇吸入;伴有脓涕、咳痰患儿应权衡手术的风险-受益比后决定是否手术;伴有体温超过 38.5℃、嗜睡、流黄色脓涕、咳脓痰、听诊肺部哮鸣音、胸部 X 线提示肺炎等情况患儿,择期手术建议推迟 2 周及以上;④对有呕吐风险的患儿,术前行胃肠减压,同时根据实验室检查结果评估患儿重要脏器功能;⑤麻醉前准备好合适的呼吸机、呼吸循环管理物品及药品等。

推荐意见 2, 1A: 伴有困难气道或下呼吸道感染等多个气道危险因素的患儿,应根据患儿风险-受益比综合考虑是否行麻醉手术。

4. 合适的麻醉方案 麻醉医生根据手术部位制定相应的麻醉方案:①非气管内插管麻醉无气道损伤,可缩短术后禁食时间、住院时间;②区域神经阻滞复合全身麻醉减少了阿片类药物的用量及副作用,镇痛完善,苏醒迅速且有效减轻应激反应,加快术后康复^[10];③URT I 的患儿尽量采取保留自主呼吸的静脉麻醉方式,但需防范屏气和喉、支气管痉挛。

推荐意见 3, 1A: 区域神经阻滞、非阿片类药物等多模式镇痛可以减少全麻插管率,有利于术后快速康复。

5. 与家属的充分沟通 了解患儿及家长的心理状态,明确告知术前存在的危险因素可能增加患儿术中术后呼吸道并发症;明确告知禁食对预防反流误吸、保障患儿安全的重要性,解释麻醉的各种操作过程中可能出现的并发症,与患儿及其家长建立充

分信任,征得家属知情同意,缓解家属紧张情绪。

四、术中危险因素的评估及防治措施

(一)术中危险因素

1. 麻醉相关危险因素 ①呼吸道:患儿术中保持自主呼吸时,因体位、舌后坠或麻醉药物均可引起喉、气管、支气管痉挛等呼吸道梗阻甚至呼吸抑制,严重者可导致心律失常及心搏骤停。②气管插管:婴幼儿喉头高,并存在解剖异常、上呼吸道感染等可能,插管困难。可视喉镜有助于声门暴露,增加首次插管的成功率。气管导管选择的型号、深度要恰当。通气模式不当可造成通气不足或过度通气^[11]。对存在 URTI 的患儿,气管插管术后发生呼吸道并发症的概率最高,喉罩次之^[12]。因此,对 URTI 的患儿建议给予非侵入性的气道控制,面罩最优,喉罩次之,不建议行气管插管麻醉。必须气管插管时,选用带囊气管导管,不会增加术后呼吸道并发症,同时减少了不带囊气管导管漏气而导致的再插管率^[7,13],而对 3 kg 以下的患儿使用带囊气管导管仍存在争议。气管导管型号与鼻孔及小指末节关节大小相当,手动呼吸囊与压力限制阀置于 20 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa)手控呼吸有轻微漏气为宜;插管深度判断:双肺呼吸音对称,以直视下套囊进完或到达第二刻度线为准。③非生理因素:术前饱胃、肠胀气、胃食管反流的患儿容易反流误吸,术前胃肠减压。④麻醉药物:选择对呼吸道影响小、术中维持平稳的麻醉药物。⑤监测:加强对呼吸道管理监测,增加呼吸道管理的安全性。小儿基础代谢率高,体温中枢不完善,麻醉后易发生低体温。

推荐意见 4,1B:无误吸风险的 URTI 患儿,推荐使用面罩进行气道管理;疑有困难气道,推荐使用可视喉镜插管及带囊气管导管通气(监测囊压不超过 20 cmH₂O)。

2. 手术相关危险因素 ①特殊体位:侧卧位手术影响通气血流比值(V/Q)和肺的气体交换,俯卧位手术可能导致术中气管导管移位,头低位手术增加胸腔内压;②切口及牵拉:切口过大及过度牵拉,胸廓完整性及胸壁神经、肌肉受损;③胸壁疾病:重症胸外伤、胸部肿瘤和胸壁组织大块切除时可导致胸壁软化;④手术操作:过度挤压、牵拉、钳夹肺组织以及电热器械处理可造成肺损伤;压迫或牵拉心脏和大血管干扰循环,影响呼吸功能;⑤手术时间过长导致气道炎症和肺部并发症;⑥术中并发症:大出血,喉返神经、膈神经、迷走神经损伤等造成气道压迫、影响呼吸功能。

(二)术中防治措施

1. 术中麻醉药物的选择 ①吸入麻醉药(如七氟烷):诱导苏醒迅速,复合其他麻醉药物使用,安全有效,现在广泛应用于小儿麻醉诱导和维持。对支气管起扩张作用,但抑制气道反射的作用弱^[8]。②镇静药:丙泊酚静脉注射后起效快而平稳,呛咳、呃逆发生率低,对气道反射有较强的抑制作用,但对支气管扩张作用轻微,推荐用于高气道风险患儿的麻醉诱导和喉痉挛的治疗^[14];对于保留自主呼吸的患儿,丙泊酚复合瑞芬太尼是较好的麻醉维持方案。③镇痛药物:芬太尼诱导、维持镇痛效果确切,是儿科麻醉中最常见的镇痛药,瑞芬太尼因其起效快、作用时间短,在儿科麻醉中应用广泛。④肌松药:一般选择非去极化肌松药进行诱导和术中维持,罗库溴铵起效较快、作用时间适中,还有其特异性拮抗剂布瑞亭,适用于儿科麻醉特别是气道存在问题的麻醉。⑤区域阻滞用药:酰胺类局麻药利多卡因性能稳定、起效较快,扩散穿透能力均强;罗哌卡因是一种长效酰胺类局麻药,产生运动阻滞与感觉阻滞分离的程度大于布比卡因,心脏毒性较布比卡因低,有血管收缩作用。这两种局麻药在儿科的区域神经阻滞中应用广泛。

推荐意见 5,1A:气管痉挛时需加深麻醉,维持更高的压力通气,必要时使用肌松剂。推荐七氟烷用于支气管痉挛的患儿,丙泊酚用于喉痉挛的患儿。

2. 手术方式的选择 ①特殊体位需求的手术,对术中可能影响麻醉的相关操作,术前与麻醉医生充分沟通。②可能波及气道或影响正常气体交换的手术,术前应有充分的手术预案,必要时准备好体外膜肺氧合。③CO₂气腹对机体影响取决于腹腔内压力。术中需全程监测通气情况,并及时调整。气腹压力:新生儿<6 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),2~12 个月的婴儿<8 mmHg,1~2 岁幼儿<10 mmHg,2~8 岁<12 mmHg。是否需要 CO₂气胸仍存在争议,有研究显示在短小手术中使用 CO₂气胸不会引起高碳酸血症。更多的研究表明 CO₂气胸会引起高碳酸血症和更高的气道峰压,术中视野的清晰度并没有优于对照组,婴幼儿气胸的 CO₂压力大于 4 mmHg 通常是有害的^[15-17]。④术前存在呼吸道或心血管阻塞的纵隔肿瘤,多学科会诊后选择合适的手术方案,以利于患儿术后快速康复。

推荐意见 6,1B:腔镜手术的气腹或气胸压力选择应根据手术视野要求和通气情况综合评估后选择。婴幼儿胸腔镜的 CO₂压力尽量控制在 4 mmHg 以内。

3. 术中监护和气道管理 ①加强呼吸道管理监测,如呼吸、心率、血压、经皮氧饱和度(SpO_2)、心电图、呼气末 CO_2 、体温、尿量、吸入氧浓度、吸入/呼出麻醉药浓度以及血气分析;必要时监测麻醉深度、肌松程度、经食管超声及出凝血时间等,实时了解患儿呼吸情况及意识状态,增加呼吸道管理的安全性;②自主呼吸患儿可通过观察面色、胸廓抬动幅度和频率、双肺听诊及 SpO_2 来管理气道;③对控制气道的患儿,应用可视化操作可以明显减少插管次数,降低术中术后呼吸道并发症,同时对困难气道问题进行快速诊断和处理;④对于需要单肺通气进行支气管阻塞的患儿,可以在纤维镜引导下气管导管外/内放置堵塞器,使用小潮气量高频率($4\sim 7\text{ ml/kg}$)复合呼气末正压通气(PEEP)($4\sim 6\text{ cmH}_2\text{O}$)的通气模式可以减少呼吸道并发症的发生,降低气道峰压、减少肺内分流、提高肺顺应性,超声提示肺实变、肺水肿的发生率低,从而更好地维持氧合^[18-19];⑤术中根据患儿的年龄及病情,调整呼吸参数,维持呼吸、循环及内环境相对稳定;若术中发生气管导管移位,可通过胸部活动度、双肺听诊或胸部 X 线、纤支镜检查等重新评估插管位置^[6,20]。

推荐意见 7,2B:从无创到有创的气道控制来减少气道创伤,使用小潮气量及低 PEEP 的保护性通气策略进行单肺通气。

五、术后危险因素评估及防治措施

(一)术后危险因素

1. 复苏时间延长 引起的原因有麻醉药物代谢延迟、呼吸系统并发症(气道梗阻、气道损害、哮喘发作、肺水肿)、循环系统并发症(低血压、高血压、心律失常)、代谢紊乱(低血糖、酸中毒)、体温异常(低体温)、神经系统并发症(代谢性脑病)等。复苏时间延长会延长呼吸机使用时间,增加术后呼吸系统并发症。

2. 气管拔管与术后气道堵塞 气管插管拔除后较麻醉诱导及气管插管时更易发生与气道相关的急症事件,如气道堵塞、气道堵塞后肺水肿、低氧血症、窒息、气道创伤、复苏延迟、谵妄、心血管反应。术后气道堵塞与气道堵塞后负压性肺水肿,易增加供氧需求、延长住院时间、再次气管插管、非计划入住 ICU、心脏骤停、永久性脑损伤、甚至死亡。术后气道堵塞的常见类型包括痰栓或血块堵塞气道、喉痉挛、喉喘鸣、支气管痉挛、严重持续性咳嗽、呼吸暂停等。术后气道堵塞常见于:新生儿尤其是早产儿和肥胖儿;先天性气道发育畸形如喉气管软化或气道

受压或合并呼吸系统疾病如近期呼吸道感染、支气管肺发育不良、肺囊性纤维化、哮喘或过敏性疾病;涉及呼吸道手术或急诊手术;术前或术后长时间机械通气;反复多次气管插管;长时间使用镇静镇痛药物或肌肉松弛剂等。

3. 术后疼痛 新生儿及婴儿已经能感受急性疼痛和术后疼痛,疼痛会限制其呼吸运动,增加肺不张及肺部感染发生率。

(二)术后防治措施

1. 缩短复苏时间 术后尽可能避免使用长效镇痛镇静药物或肌肉松弛剂,以缩短复苏时间。可酌情选用麻醉药物拮抗剂,如阿片类选纳洛酮,苯二氮卓类选氟马西尼,神经肌肉阻滞药选新斯的明。合理使用机械通气,避免过度通气,根据病情合理调节氧浓度,减少各类并发症特别是呼吸机相关性肺炎的发生。

2. 术后监测 术后应严密监测生命体征(心率、血压、脉搏、呼吸、体温、经皮氧饱和度),必要时监测血气分析。出现低氧血症或 CO_2 潴留时,及时行床边胸部 X 线片或肺部 B 型超声检查,注意出现气胸或气道梗阻等并发症。加强对术前呼吸道感染的控制,保持呼吸道通畅,促进痰液排出及肺复张,必要时行支气管镜吸痰。

3. 气道堵塞的防治 术后尽可能早拔管。拔管前需明确该患儿拔管风险程度,若术前存在严重的气管结构畸形、术中气道恶化和术后气道操作受限等高风险问题可考虑延迟拔管。尽可能减少拔管后再次进行气管插管。拔管后注意有无气管插管拔除相关并发症的发生,注意呼吸节律、频率、幅度有无异常。对高度怀疑上气道堵塞的患儿在准备拔管前可进行气囊漏气试验,若气囊漏气试验阳性需提防拔管后气道堵塞的发生。困难气道在术后尤其需谨慎评估气道条件,选择合适时机拔管。拔管后若出现呼吸窘迫、咯血、胸部 X 线提示肺水肿等征象常提示气道堵塞,需给予氧疗、无创正压通气,同时予以雾化吸入性糖皮质激素及支气管扩张剂减轻气道炎症反应等措施,大部分患儿的症状在 24 h 内得到改善。若无创通气下改善不明显,则考虑再次行气管插管正压通气^[21]。

4. 术后镇痛 患儿术后的疼痛可予以对乙酰氨基酚栓或右美托咪定等镇痛镇静处理,也可应用镇痛泵^[22]。对新生儿可采取一些非药物性干预措施来缓解术后疼痛,如口服蔗糖水、非营养性吸吮、婴儿抚触、袋鼠式护理、音乐疗法等^[23]。

推荐意见 8, 1A: 多模式和个体化镇痛可减少因术后疼痛所产生的拔管困难和复苏延迟发生。

5. 术后抗感染 呼吸道感染是术后重要的并发症之一, 尤其是术后肺炎直接影响患儿的术后恢复, 严重的情况下可致死。因此, 术后应特别关注呼吸道症状与体征及感染指标的动态变化, 如有继发细菌感染的依据, 如外周血白细胞和中性粒细胞明显升高、C 反应蛋白升高、血清前降钙素水平增高等, 应及时给予抗菌药物治疗。

六、小儿外科围手术期气道管理常用药物

(一) 抗感染药物

小儿外科围手术期的呼吸系统感染以病毒感染和细菌感染常见, 非典型病原体及真菌感染相对少见。合理使用抗感染药物, 控制呼吸系统感染对加速围手术期患儿的康复尤为重要。

具体用药参考《抗菌药物临床应用指导原则(2015 版)》^[24]。

(二) 糖皮质激素

对围手术期发生气道痉挛或哮喘的患儿, 应用糖皮质激素可维持气道的稳定性, 加快康复。雾化吸入吸入性糖皮质激素(ICS), 常用的药物包括布地奈德、倍氯米松、氟替卡松等, 能减轻喉部水肿, 改善小气道痉挛, 改善肺功能。其中对于 4 岁及以下的患儿雾化推荐应用布地奈德, 0.5~1.0 mg/次, 根据病情调整雾化剂量、次数及疗程。术后气道痉挛或哮喘发作的患儿, 可联合 β_2 受体激动剂雾化, 重症加用静脉注射甲泼尼龙, 每次注射量 1~2 mg/kg 或氢化可的松琥珀酸钠每次注射量 5~10 mg/kg^[25-26]。雾化吸入 ICS 的副作用小, 安全性好。

(三) 支气管扩张剂

6 岁以下的 URTI 患儿在麻醉前予雾化吸入支气管扩张剂有助于减少术后咳嗽、支气管痉挛等症状^[27]。可选药物包括以特布他林、沙丁胺醇为代表的短效 β_2 受体激动剂和以异丙托溴铵为代表的短效胆碱受体拮抗剂。按年龄及体重给药: 特布他林(< 20 kg, 2.5 mg/次; $\geq$ 20 kg, 5.0 mg/次)、沙丁胺醇(< 5 岁, 2.5 mg/次; $\geq$ 5 岁, 5.0 mg/次), 异丙托溴铵(6 个月至 6 岁 250 μ g/次; 6~12 岁 250~500 μ g/次; 12 岁以上 500 μ g/次)。

推荐意见 9, 1B: ICS、支气管扩张剂有助于维持气道稳定、减少术后并发症。

(四) 祛痰药

对于术后合并肺部并发症的高危因素患儿, 应在术前预防性给予祛痰药。麻醉时间长或者术中严

重肺损伤的患儿, 可使用祛痰药^[21]。雾化给药: 吸入乙酰半胱氨酸 3 ml/次, 1~2 次/d。静脉给药: 氨溴索 7.5~15 mg/次, 2~3 次/d, 12 岁以上患儿严重时可以增至 30 mg/次, 不推荐氨溴索注射液雾化吸入。使用祛痰药后, 应及时为患儿拍背排痰, 尤其是不能自主咳痰的患儿。

七、结语

小儿外科围手术期气道管理是 ERAS 的重要环节, 通过小儿外科、小儿内科、麻醉科、儿科重症等多学科协作, 建立健全小儿外科围手术期气道管理, 促进术后快速康复, 降低围手术期的并发症及病死率, 减少住院费用, 减轻家庭负担。小儿外科围手术期气道管理, 需要医务工作者的不懈努力, 以耐心、恒心、细心的态度在工作中不断学习、探索。

执笔人: 钊金法(浙江大学医学院附属儿童医院)

参与本共识执笔的专家(按单位及姓名首字母拼音排序): 广州市妇女儿童医疗中心(田航); 解放军总医院第七医学中心附属八一儿童医院(封志纯); 南京医科大学附属儿童医院(莫绪明、唐维兵); 山东大学齐鲁儿童医院(武玉睿); 上海交通大学医学院附属新华医院(蔡威); 上海市儿童医院, 上海交通大学附属儿童医院(吕志宝); 首都医科大学附属北京儿童医院(王晓玲); 四川省人民医院(刘文英); 浙江大学医学院附属儿童医院(陈志敏、方罗、胡瑶琴、胡智勇、施丽萍、舒强、谈林华、钊金法、吴秀静)

参与本共识讨论的专家(按单位及姓名首字母拼音排序): 重庆医科大学附属儿童医院(李明); 广州市妇女儿童医疗中心(刘威); 华中科技大学附属同济医院(冯杰雄); 解放军总医院第七医学中心附属八一儿童医院(洪小杨); 南京医科大学附属儿童医院(莫绪明、唐维兵); 山东大学齐鲁儿童医院(武玉睿); 上海交通大学医学院附属新华医院(谢伟); 上海市儿童医院, 上海交通大学附属儿童医院(吕志宝、张育才); 首都医科大学附属北京儿童医院(李晓峰、王焕明、曾骥、张潍平、张学军); 四川省人民医院(刘文英); 苏州大学附属儿童医院(汪健); 天津市儿童医院(詹江华); 浙江大学医学院附属儿童医院(陈志敏、方罗、胡瑶琴、胡智勇、李建华、施丽萍、舒强、谈林华、钊金法、王金湖、吴秀静、叶文松)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Crewdson K, Lockey DJ, Røislien J, et al. The success of pre-hospital tracheal intubation by different pre-hospital providers: a systematic literature review and meta-analysis[J]. Crit Care, 2017, 21(1): 31. DOI: 10.1186/s13054-017-1603-7.
- [2] Hansen M, Meckler G, Lambert W, et al. Patient safety events in out-of-hospital paediatric airway management: a medical record review by the CSI-EMS[J]. BMJ Open, 2016, 6(11): e012259. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012259.
- [3] Klucka J, Štourač P, Štouděk R, et al. Controversies in pediatric perioperative airways [J]. Biomed Res Int, 2015,

- 2015;368761. DOI:10.1155/2015/368761.
- [4] 中华医学会麻醉学分会. 小儿麻醉气道和呼吸管理指南 (2014) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014; 257-264. Chinese society of Anesthesiology. Guidelines for airway and respiratory management in pediatric anesthesia (2014) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014; 257-264.
- [5] Regli A, Becked K, von Ungern-Sternberg BS. An update on the perioperative management of children with upper respiratory tract infections [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2017, 30(3): 362-367. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000460.
- [6] Malviya S, Voepel-Lewis T, Siewert M, et al. Risk factors for adverse postoperative outcomes in children presenting for cardiac surgery with upper respiratory tract infections [J]. *Anesthesiology*, 2003, 98(3): 628-632. DOI: 10.1097/00000542-200303000-00009.
- [7] von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, et al. Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study [J]. *Lancet*, 2010, 376(9743): 773-783. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)61193-2.
- [8] Regli A, von Ungern-Sternberg BS. Anesthesia and ventilation strategies in children with asthma: part II: intraoperative management [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2014, 27(3): 295-302. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000075.
- [9] von Ungern-Sternberg BS, Habre W, Erb TO, et al. Salbutamol premedication in children with a recent respiratory tract infection [J]. *Paediatr Anaesth*, 2009, 19(11): 1064-1069. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2009.03130.x.
- [10] Rove KO, Edney JC, Brockel MA. Enhanced recovery after surgery in children: Promising, evidence-based multidisciplinary care [J]. *paediatr Anaesth*, 2018, 28(6): 482-492. DOI: 10.1111/pan.13380.
- [11] Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC) [J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(12): 1764-1780. DOI: 10.1007/s00134-017-4920-z.
- [12] Luce V, Harkouk H, Brasher C, et al. Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications [J]. *Paediatr Anaesth*, 2014, 24(10): 1088-1098. DOI: 10.1111/pan.12495.
- [13] Drake-Brockman TF, Ramgolam A, Zhang G, et al. The effect of endotracheal tubes versus laryngeal mask airways on perioperative respiratory adverse events in infants: a randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2017, 389(10070): 701-708. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31719-6.
- [14] Hong H, Hahn S, Choi Y, et al. Evaluation of propofol in comparison with other general anesthetics for surgery in children younger than 3 years: a systematic review and meta-analysis [J/OL]. *J Korean Med Sci*, 2019, 34(15): e124. DOI: 10.3346/jkms.2019.34.e124.
- [15] Sancheti MS, Dewan BP, Pickens A, et al. Thoracoscopy without lung isolation utilizing single lumen endotracheal tube intubation and carbon dioxide insufflation [J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(2): 439-444. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2013.04.060.
- [16] Neunhoeffer F, Warmann SW, Hofbeck M, et al. Elevated intrathoracic CO₂ pressure during thoracoscopic surgery decreases regional cerebral oxygen saturation in neonates and infants-A pilot study [J]. *Paediatr Anaesth*, 2017, 27(7): 752-759. DOI: 10.1111/pan.13161.
- [17] Tytgat SH, van Herwaarden MY, Stolwijk LJ, et al. Neonatal brain oxygenation during thoracoscopic correction of esophageal atresia [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(7): 2811-2817. DOI: 10.1007/s00464-015-4559-1.
- [18] Lee JH, Bae JI, Jang YE, et al. Lung protective ventilation during pulmonary resection in children: a prospective, single-centre, randomised controlled trial [J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122(5): 692-701. DOI: 10.1016/j.bja.2019.02.013.
- [19] Kneyber MC, Zhang H, Slutsky AS. Ventilator-induced lung injury. Similarity and differences between children and adults [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014, 190(3): 258-265. DOI: 10.1164/rccm.201401-0168CP.
- [20] Schmidt AR, Weiss M, Engelhardt T. The paediatric airway: basic principles and current developments [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2014, 31(6): 293-299. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000023.
- [21] 车国卫, 吴齐飞, 邱源, 等. 多学科围手术期气道管理中国专家共识 (2018 版) [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2018, 25(7): 545-549. DOI: 10.7507/1007-4848.201804082. Che GW, Wu QF, Qiu Y, et al. China expert consensus on multidisciplinary respiratory management during perioperative period [J]. *Chin J Clin Thoracic Car Sur*, 2018, 25(7): 545-549. DOI: 10.7507/1007-4848.201804082.
- [22] Park SJ, Shin S, Kim SH, et al. Comparison of dexmedetomidine and fentanyl as an adjuvant to ropivacaine for postoperative epidural analgesia in pediatric orthopedic surgery [J]. *Yonsei Med J*, 2017, 58(3): 650-657. DOI: 10.3349/ymj.2017.58.3.650.
- [23] Christine G, Sandra Juul. Avery's Disease of the Newborn [M]. 10th ed. Amsterdam: Elsevier, 2017; 432-445. DOI: 10.1016/B978-1-4377-0134-0.10035-6.
- [24] 《抗菌药物临床应用指导原则》修订工作组. 抗菌药物临床应用指导原则 (2015 版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015; 13-15. Revision working group of Guideline principles for clinical use of antibiotic. Guideline principles for clinical use of antibiotic (version 2015) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015; 13-15.
- [25] 中华医学会麻醉学分会编. 中国麻醉学指南与专家共识 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017; 269-278. Chinese Society of Anesthesiology. Chinese Anesthesiology Guidelines and Expert Consensus [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017; 269-278.
- [26] 中华医学会儿科学分会呼吸学组. 儿童支气管哮喘诊断与防治指南 (2016 年版) [J]. *中华儿科杂志*, 2016, 54(3): 167-181. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2016.03.003. The Subspecialty Group of Respiratory Diseases, The Society of Pediatrics. Guideline for the diagnosis and optimal management of asthma in children [J]. *Chin J Pediatr*, 2016, 54(3): 167-181. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2016.03.003.
- [27] Dadure C, Sabourdin N, Veyckemans F, et al. Management of the child's airway under anaesthesia: the French guidelines [J/OL]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2019, pii: S2352-5568(19)30070-0. DOI: 10.1016/j.accpm.2019.02.004.

(收稿日期: 2019-05-14)