

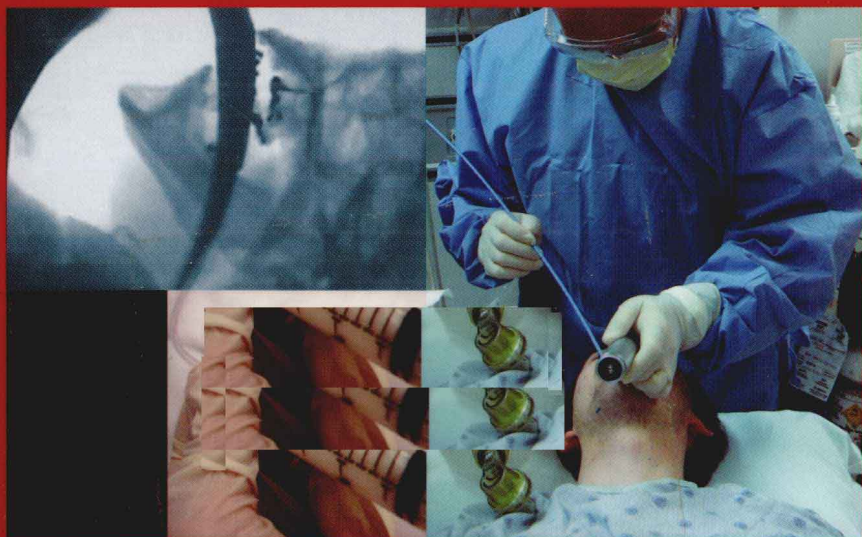
Mc
Graw
Hill

Education

急诊急救实践系列

急诊气道管理

Airway Management in Emergencies



著者 George Kovacs

J. Adam Law

主译 刘双 朱光发



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

第 2 版

Emergency Care

急诊急救临床系列

急诊气道管理

Airway Management
in Emergencies



主编: George Aronoff
副主编: John Lee

主审: 孙 颖 李树刚

人民军医出版社

急诊急救实践系列

急诊气道管理

Airway Management in Emergencies

著 者 George Kovacs

J. Adam Law

主 译 刘 双 朱光发

译 者 (以姓氏笔画为序)

王 君 王生浩 王增智

闫树凤 陈 勇 郭 伟

丽研

主译单

京安贞医院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

急诊气道管理 / (加) 柯瓦克斯 (Kovacs, G.), (加) 亚当 (Law, J. A.) 著者; 刘双, 朱光发主译. --北京: 人民军医出版社, 2012.1
(急诊急救实践系列)

ISBN 978-7-5091-5251-5

I. ①急… II. ①柯…②亚…③刘…④朱… III. ①气管疾病-急诊
IV. ①R562.105.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 224519 号

策划编辑: 郭威 白琳 孟凡辉 文字编辑: 刘新瑞 责任审读: 吴然

出版人: 石虹

出版发行: 人民军医出版社 经销: 新华书店

通信地址: 北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编: 100036

质量反馈电话: (010) 51927290; (010) 51927283

邮购电话: (010) 51927252

策划编辑电话: (010) 51927300-8037

网址: www.pmmp.com.cn

印刷: 京南印刷厂 装订: 桃园装订有限公司

开本: 850mm × 1168mm 1/32

印张: 9.625 字数: 339千字

版、印次: 2012年1月第1版第1次印刷

印数: 0001-2700

定价: 42.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

目 录

第 1 章	导 言	1
第 2 章	气道管理：如何选择恰当时机	4
第 3 章	气道生理学和解剖学	11
第 4 章	供氧装置和简易气囊面罩通气	31
第 5 章	直接喉镜下气管插管	52
第 6 章	非传统插管技术	94
第 7 章	复苏性氧疗措施	130
第 8 章	如何实施清醒气管插管——经口和经鼻	157
第 9 章	快速诱导插管——为什么需要以及如何实施	174
第 10 章	插管后管理	184
第 11 章	气管插管方法	193
第 12 章	困难气道的处理	206
第 13 章	气道药理学	219
第 14 章	中枢神经系统急症	247
第 15 章	心血管急症	253
第 16 章	呼吸急救	259
第 17 章	危重患者	268
第 18 章	婴幼儿和老年患者	274
第 19 章	院前气道管理	283
第 20 章	气道管理的人员因素	290

第 1 章

导 言

► 急诊气道管理

病例 1.1

假设现在是凌晨 3 点，你在急诊科接到护士通知你做好准备，大约 3 分钟后急救人员会送来一位自缢后窒息的 20 岁患者。急救人员未能在现场对患者实施气管插管。在急救室，你看到的是一位躺在担架上呈被动体位、体形魁梧（体重约 100 kg）、下巴上留有胡须的男性患者。患者咳粉红色泡沫痰，听诊上气道可闻及明显啰音。给予简易气囊面罩通气下血氧饱和度（ SaO_2 ）为 82%。

急诊处置该患者时需要考虑以下几个方面的复杂性。急救医师在对患者进行诊断和治疗时必须考虑到普遍性和紧急性这两个治疗中经常会互相矛盾的问题。简单地说就是医师必须时刻准备好去评估“什么是一般性问题，而什么是致命问题”。甚至在如病例 1.1 所需进行的大量急救处理过程中，气道管理和复苏只是紧急处理中的很小的一部分内容。无论如何，尽管所占比例不高，但临床医师必须具备这样的知识、心理准备以及熟练的技能才能够有效处理上述病例中所提到的情况。上述气道管理涉及的核心问题，见表 1-1。

对于急诊医师能力的判断应该是连续的，需具有从处理简单、技术安全，到专家级的处理复杂情况的能力。理论上，肩负急救责任的临床医师应该力争在气道管理方面达到专家级水平。寄希望于通过培训课程获得专家级水平是不现实的，只有通过临床实践才可能获得和掌握安全有效的、对绝大多数患者都适用的气道管理知识及技能。一个新手“从未插入过食管内”的声明可能被另一个新手认为是很有技术的表现，而对一位经验丰富的临床医师来说，这是一种技术不熟练的标志。换句话说，如果你从来没有遇到过困难气道的经历，那么你的经验是不足的！

表 1-1 气道管理的核心能力

认 知	技 能	情 感
<ul style="list-style-type: none"> • 高级气道管理的指征 • 有关的气道解剖和生理学知识 • 困难气道的预测 • 困难气道的处理——无论是否在预料中 • 快速诱导插管和清醒插管的适应证与禁忌证 • 气道药理学 	<ul style="list-style-type: none"> • 气囊面罩通气（包括对困难气道处理） • 直接喉镜检查 and 插管（包括对困难气道处理） • 备用气管插管方法 • 拯救性氧合技术，包括声门外装置和环甲膜切开术的使用 	<ul style="list-style-type: none"> • 危重复苏和管理技术： • 预期和准备 • 领导和沟通能力 • 对形势的评估 • 团队的运作

驾驭程序化技术的能力，不仅取决于制定不错的计划，更取决于具体的实践操作，对具体发生事件的现场及时反馈和随机应变的能力。这一实践应首先在仿真（可进行通气训练的模拟人）上开始，然后过渡到可控制条件下，如在手术室的患者操作和训练。不同的气道管理技术需要练习多少次才算学习并掌握了呢？研究者通过学习曲线发现，直接喉镜检查 and 插管一般要经过 50 次以上的插管才能达到要求的熟练程度。尽管单一最低限度的插管训练次数不能保证操作的成功率和安全性，但其提供的训练次数与提高技能关系的信息是不容争辩的。

仿真人与真人的相似程度在一定程度上决定着由训练转为实际对患者进行插管操作的熟练程度。尽管在训练中和实际操作中所用的插管工具都是一样的，但大多数仿真人的组织结构的工艺与真实患者相比还是有些差别。虽然如此，仿真设备还是为训练操作者掌握技能提供了不可或缺的工具。另外，培训的老师还可以通过授课，向学员传授面临真实气道管理过程中不同情形时所需要的各种认知和人员素质。

医师应该在患者到达之前（以及进行复苏时）了解一些基本情况并调控好情绪。要能有效地救治濒死的患者，仅仅具有认知和心理运动行为是不够的。感到兴奋、担心、焦虑等情绪是很常见的，即使是一位经验丰富的医师在听到要接诊如上所述的那样一位患者时也会高度紧张起来。专业的运动员、演员等承认，在他们的专业领域里遇到一些重大事件时产生的压力在一定程

度上会有助于临场发挥。据说大约有 10% 的人在面临很大的压力或近乎灾难事件时会成为天生的领导者，另外有 10% 会不堪重负，而其余的人则介于两者之间。成功完成心肺复苏中的气道管理需要一支具有能够有效预测、充分了解信息和领导才能的专业团队。

在急诊气道管理的教学过程中，最具有难度的是使学员具有良好认知、心理运动行为和情感反应，能够面对事件时做出简单、恰当的快速反应。医学教育管理人员、教师和学员似乎都对线性图表和公式计算具有天生的好感。在医学文献中很少没有图表，本书亦不例外（如图 11-3、图 12-1）。这些图表主要讲述了进行气道管理的 3 个方面的问题，以此强化感受、认知和技术。

A. 需要进行气道管理吗？

B. 对于预期困难气道患者，什么是最安全、最有效的继续方式（图 11-3）？

C. 一旦遇到困难气道，你将如何处理（图 12-1）？

自从近年来有人试图生产“万能”气道管理工具“Holy Grail”后，人们开始怀疑简化气道管理的决策和步骤的重要性了。这类工具常常标榜仅需要最少的技术就可以解决各种气道问题，似乎使得“困难气道”一词过时了。这一设备的使用可能会逐渐在采用该技术处理困难气道的论文中出现，人们如此热衷于它，是恰当还是过度尚有待观察。事实上，我们在气道管理的决策问题上还没有达到界限分明的程度，也没有类似“傻瓜式”的安全装置处理困难气道。声称“直接喉镜引导气管插管等标准化操作步骤将成为过去”，可能言之尚早。另外，所谓“万能”气道管理工具不适当的宣传可能会起误导作用，并可能会对于气道管理所需核心技术的掌握和传承产生显著的不利影响。

先前提到的病例成功的气道管理绝不只是正确的置入气管插管。最后，评价成功与否要取决于患者能否救治成功。为了提高救治成功率，临床医师必须不断地增强急诊气道管理所需的知识和技术。

第 2 章

气道管理：如何选择恰当时机

► 要点

- 气道管理的基本目标是维持氧合和通气。在此之前，需要简单的气道开放操作和经简易呼吸器面罩通气。
- 插管的目的：a. 打开并维持气道开放；b. 纠正异常的气体交换；c. 保护气道；d. 在可预期的临床恶化之前使气道处于安全状态。

► 引言

成功的气道管理需要正确的决策和良好的操作技能。在临床评估中，患者是否需要行气道管理必须尽早做出决定。然而对于存在自主呼吸的患者，做出此决定往往会明显延迟。本章将叙述哪些患者需要基础气道管理以及气管插管的适应证。

► 病例介绍

注意以下患者的情况介绍。

病例 2.1

患者男性，20 岁，踝骨骨折、距小腿关节脱位。应用基础镇静后症状好转。一段时间后，其配偶前来寻求帮助，诉该患者发绀，呼吸极度困难。血压 170/90 mmHg，心率 100 次/分，呼吸 4 次/分，不吸氧情况下 SaO_2 为 65%。

病例 2.2

患者女性，45 岁，不久前于家中突发剧烈头痛，随即晕厥，被救护车送往急诊科，当时予以吸氧治疗，但患者无反应，并已出现鼾样呼吸。血压 180/100 mmHg，心率 55 次/分，呼吸 25 次/分，非重复呼吸面罩吸氧情况下 SaO_2 为 92%，格拉斯哥昏迷评分（GCS）7 分。

病例 2.3

患者女性，35岁，妊娠8个月。患者发生车祸，当时即感到右侧胸部不适，右臂骨折样疼痛，随即被救护车送至急诊。目前患者昏迷，鼾样呼吸。收缩压50 mmHg，心率140次/分，呼吸35次/分，简易面罩吸氧，吸氧浓度40%的情况下， SaO_2 测不到，GCS 7分。

病例 2.4

患者男性，55岁，其家中失火。尽管其烧伤较为局限，但6小时后患者出现气短，随后肺部出现吸人性喘鸣音。血压160/90 mmHg，心率90次/分，呼吸30次/分，非重复呼吸面罩吸氧情况下 SaO_2 为92%，GCS 15分。

病例 2.5

患者女性，35岁，因哮喘急性发作在重症监护室接受最大强度的药物治疗，但仍然呼吸困难。吸氧状态下 SaO_2 能达到91%，但明显乏力，且逐渐出现嗜睡。血压170/100 mmHg，心率120次/分，呼吸30次/分，非重复呼吸面罩吸氧情况下 SaO_2 为91%，GCS 14分。

上述病例中所描述的患者均需要紧急气道管理。复苏及气道管理的最终目的是为了保证气体交换，保证氧供优先。很多临床医师都认为气道管理的最终干预措施是气管插管，而其他操作均为基本操作，其实这些操作都有可能挽救生命。识别气道阻塞情况、开放气道、高流量吸氧、面罩吸氧都是至关重要的气道管理技能。在大多数情况下，未采取任何基本生命支持措施前即直接行气管插管是不恰当的。

为了纠正缺氧或维持氧供而采取了基本生命支持措施，但有些患者最终还是需要行气管插管。气管插管经充气气囊密闭气道，既可以提供气道保护，又可以保证气体交换的有效进行。尽管喉上设备，如喉罩通气道（LMA）或食管-气管双腔插管（ETC）也可以提供非常有效的交换，但气管插管仍然是紧急情况下气道管理的金标准。

► 气管插管的适应证

以下四种情况可以实行紧急气管插管。

- A. 保证气道通畅（如任何原因造成的气道阻塞）。
- B. 纠正气体交换异常〔如缺氧和（或）高碳酸血症〕。
- C. 保护气道（如防止胃内容物或血液误吸）。
- D. 抢先建立人工气道（预计患者病情恶化，将出现上述三种情况之一者）。

保证气道通畅

气道阻塞可能是由各种功能性、病理性或机械原因所致。功能性阻塞多发生于昏迷患者，因患者肌肉松弛，导致软腭、舌和会厌倒向咽后壁而造成阻塞。功能性阻塞一般可通过基础生命支持措施而缓解，如压额抬颌法（有脊柱外伤者禁忌）。若患者呼吸困难依然存在，可通过气管插管维持气道通畅以保证充分的气体交换。窒息的患者最初仍需要基础生命支持以维持气道通畅，随即应积极予以面罩加压通气以改善氧合。在此，除非可以迅速纠正导致呼吸暂停的原因，否则，应行气管插管以维持气道开放。

病理性阻塞可能由水肿、血肿、感染、肿瘤等内在原因导致。机械性阻塞多由外在因素引发，如环状软骨过度受压或气管异物等。病理性气道阻塞很少能够被迅速纠正，往往需要通过气管插管获得并维持气道通畅，从而为解除引起阻塞的根本原因争取时间。

无论阻塞性质如何，及早认识阻塞的症状和体征（详述见第4章）并及时安全地处理气道都是至关重要的。

纠正气体交换异常

细胞的代谢和功能取决于氧的分布和细胞摄氧能力。反过来，氧气的分布依赖于良好的肺功能、足量的血红蛋白和有效的心排血量。同时，二氧化碳作为细胞代谢产物需要运输到肺，再通过气体交换排出体外。

呼吸衰竭是肺不能进行有效的气体交换，从而引起缺氧和（或）二氧化碳潴留。缺氧可以通过动脉血气分析得出，也可以通过非侵入性的脉搏血氧仪估测出来。低氧血症的早期临床表现不明显。发绀是低氧血症的晚期临床表现，但在重度贫血或肤色较黑的患者，表现可能并不明显。通气是有效的气体交换的力学，最常用的评价指标是 PaCO_2 。 PaCO_2 显著升高，在临床上往往提示二氧化碳昏迷，表现为意识水平降低，通常伴有呼吸困难。

尽管呼吸衰竭可以通过动脉血气结果来界定（即 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ 伴有或不伴有 $\text{PaCO}_2 > 60 \text{ mmHg}$ ），但是否需要气管插管和通气支持应取决于临床，

而且决策往往在动脉血气分析检查之前就已经确立。

虽然氧合障碍和通气障碍通常一起出现，但也并非总是如此。重症哮喘患者在吸氧状态下血氧饱和度可以维持在90%以上，但仍需要通气支持，原因是呼吸肌疲劳。此外，循环休克的患者可能没有呼吸异常，但仍需要气管插管以优化氧的运输。

此外，对于那些无力咳嗽的患者，为了纠正其气体交换，应充分吸痰，协助其排出下呼吸道的分泌物。

保护气道

清醒的患者，其气道反射完整，可以通过吞咽和（或）咳嗽排出分泌物及其他对气道有害的物质。咽反射通常被认为对呼吸道有一定保护作用，但是后来的研究发现，有1/3的患者咽反射减弱或消失，而且咽反射本身有引发呕吐的危险性，故其对气道的保护作用受到了质疑。

对于任何反射，都必须存在完整、协调的感觉和运动传导通路，并通过中枢相连接。当患者意识水平减低时，保护性气道反射就会消失。充分吸痰是气道管理中的一项重要内容，临床医师应随时做好快速吸痰的准备，并可以安全重置患者的体位。

一般情况下患者的吞咽能力和咳嗽反射被认为是一种保护性反射，但是对于存在意识障碍的患者，能否通过咳嗽等反射清除气道内的呕吐物或血液仍是一个未知数。后咽部存在大量分泌物或液体则强烈提示气道保护性反射障碍，同样，如果患者能够耐受放置口咽通气道亦提示咽反射和咳嗽反射受损。

GCS通常被认为是患者气道保护能力的一种粗略指标。高级创伤生命支持方案中建议GCS评分低于8分的患者应行气管插管，除非其意识障碍可以迅速改善或恢复。不幸的是，临床上应用GCS评分作为评价指标困难重重。患者自己排出分泌物的能力应和意识障碍程度（通过GCS或其他方式来判断）一并作为评价指标，而不是仅仅依赖于GCS评分。

► 抢先建立人工气道

以上讨论的是需要立即进行气管插管的患者。但是，临床医师应该经常预测患者的临床病程，包括患者现在的状况、恶化的可能性和其他问题，如是否需要行紧急辅助检查（如CT扫描）或是否需要转入其他科室。如果已经预测到患者有进一步恶化的风险，即使此时并非插管的最佳环境（如缺乏

训练有素的专业医护人员或完善的设备), 或并非插管最佳时机(如患者出现进行性气道水肿), 对此类患者行抢先气管插管也是可取的。

需要注意的是, 积极的气道干预措施(如气管插管)并不是没有并发症的。气管插管作为心肺复苏“ABC”(即开放气道、人工呼吸、心外按压)的一部分, 目的是为了打开并维持气道通畅和纠正气体交换异常, 这是必需的。与上述情况不同的是, 抢先气管插管所面临的情况是预测到患者病情即将恶化, 尤其是面对那些气道通畅并且有足够气体交换的患者。后者的风险/效益分析结果可能倾向于推迟气管插管, 直到条件更成熟并具备专业医护人员。

► 病例回顾

在此, 我们参照上面讨论的气管插管的四类指征回顾一下前面介绍的 5 个病例。

病例 2.1

患者男性, 20 岁, 踝骨骨折、距小腿关节脱位。应用基础镇静后症状好转。一段时间后, 其配偶前来寻求帮助, 诉患者发绀严重, 呼吸极度困难。血压 170/90 mmHg, 心率 100 次/分, 呼吸 4 次/分, 不吸氧情况下 SaO_2 为 65%。

随着骨折治疗后疼痛的减轻, 患者逐渐出现呼吸困难, 这是因为镇静/镇痛药物对呼吸有很强的抑制作用。发绀是缺氧的晚期表现, 此时应评估患者气道的通畅性以及呼吸幅度。应该通过压额抬颌法打开患者气道, 如果患者仍未恢复自主呼吸, 应立即给予面罩下正压通气。使用纳洛酮(联合或不联合苯二氮䓬类受体拮抗药氟马西尼)可能有助于自主呼吸和意识的迅速恢复, 此时尚无气管插管的必要。其他的临床症状也可能在插管前得以逆转, 主要包括如下内容。

- 室性心律失常——可通过除颤来逆转。
- 低血糖——可通过补充葡萄糖来纠正。
- 变态反应——可能对肾上腺素有反应。

在上述情况下, 仍然可能需要基本气道管理, 同时根据治疗效果, 也可能需要气管插管。

病例 2.2

患者女性，45岁，不久前于家中突发剧烈头痛，随即晕厥，被救护车送往急诊科。当时予以吸氧治疗，但患者无反应，并已出现鼾样呼吸。血压180/100 mmHg，心率55次/分，呼吸25次/分，非重复呼吸面罩吸氧情况下 SaO_2 为92%，格拉斯哥昏迷评分7分。

在评估该患者的基础生命体征时，打鼾可能提示功能性气道梗阻，导致其神志欠佳。其他提示可能存在功能性阻塞的征象，包括肋上和肋间的凹陷和反常呼吸，即吸气时胸部下陷而腹部抬高。此时应通过压额抬颌法打开气道，插入口咽通气道。若此时气道是通畅的，则应通过非重复呼吸面罩吸氧。患者行气管插管的目的：气道管理，气道保护，预计病情恶化。该患者缺乏气管插管作为气道保证，一般状况差，无法到影像科行相关辅助检查。

病例 2.3

患者女性，35岁，妊娠8个月。患者发生车祸，当时即感到右侧胸部不适，右臂骨折样疼痛，随即被救护车送至急诊科。目前患者昏迷，鼾样呼吸：收缩压50 mmHg，心率140次/分，呼吸35次/分，简易面罩吸氧，吸氧浓度40%的情况下，血氧饱和度测不到，格拉斯哥昏迷指数为7分。

该患者也存在气道功能性阻塞。对这名昏迷的外伤患者，颈椎的保护措施非常必要。但是护颈圈的前部应该去掉，以手动方式保持线性稳定。对此类患者可通过下颌前推法开放气道，但不可以使用压额抬颌法。吸氧浓度应调至100%。此外，患者不应采取仰卧位，因为受孕子宫压迫主动脉-腔静脉，会导致仰卧位低血压综合征。患者右侧脊柱板上应放置楔形保护垫。治疗上应积极迅速补液，同时重新评估生命体征。在这种情况下，下腔静脉受压缓解后，可恢复心脏前负荷，血压可迅速升至100/70 mmHg。目前患者已清醒，可通过自主的气道呼吸，不需要行气管插管。

病例 2.4

患者男性，55岁，其家中失火。尽管其烧伤较为局限，但6小时后该患者出现气短，随后出现哮鸣音，血压160/90 mmHg，心率90次/分，呼吸

30次/分，非重复呼吸面罩吸氧情况下血氧饱和度为92%，格拉斯哥昏迷评分为15分。

吸入性烫伤的患者可逐步发展为呼吸道水肿，最终会威胁到呼吸道的通畅。若闻及吸气相的喘鸣音多提示喉头狭窄，喘鸣音往往提示气道近完全阻塞。该患者需要行气管插管以获取并维持气道通畅，并预期临床恶化。准备插管的同时，将床头摇高，给予氨氧混合气体，可以为插管争取更多的时间。

病例 2.5

患者女性,35岁,因哮喘急性发作在重症监护室接受最大强度的药物治疗,但仍然呼吸困难。吸氧状态下血氧饱和度能达到91%,但明显乏力,且逐渐出现嗜睡。血压170/100 mmHg,心率120次/分,呼吸30次/分,非重复呼吸面罩吸氧情况下血氧饱和度为91%,格拉斯哥昏迷评分为14分。

该患者目前呼吸道通畅,除了供氧外不需要其他基本气道干预。但是由于气体交换障碍(PaCO_2 逐步升高),为进一步预期临床恶化,患者需行气管插管。患者已得到了最大强度的药物治疗,但随着呼吸肌的疲劳,其状况会越来越差,并且缺氧表现会越来越明显,而且由于二氧化碳昏迷,会丧失对气道的自主保护作用。

► 总 结

上述病例中,有些患者应注意迅速开放气道,但只需要暂时气道支持,而另外一些患者则需要行气管插管。无论哪种方式,保持气道开放和维持气体交换都是至关重要的。首先应根据需要进行无创操作以维持氧供和通气,然后根据患者情况决定是否进一步行气管插管。气管插管的目的是为了获得并维持气道通畅、纠正气体交换、保护气道及延缓预期的临床恶化。

第 3 章

气道生理学和解剖学

► 要点

- 氧输出量取决于泵输出量（心排血量）、携带工具（血红蛋白）和氧饱和度。
- 采用预吸氧法可以延长氧解离释放的时间，相反减少氧储存（功能残气量, FRC）的因素和氧消耗（ VO_2 ）增加的因素则使氧耗竭时间缩短。
- 在临床上存在低血流灌注状态时，指氧饱和测得的数值可能不准确。
- 会厌是进行气管插管时的一个重要标志，看到会厌是插管即将成功的标志之一，而不是紧张的理由。
- 喉镜下直接气管插管时，若舌骨会厌韧带还处在谷底位置时过早上提会厌，常会导致不能很好地看到声门入口。
- 环甲膜后置入的气管套管的**最大外径或套管芯的直径不应超过 8.5 mm。
- C-L（Cormack-Lehane）分级和声门开放程度（POGO）计分均描述了声门的可见程度。对 C-L 分级进行修正将有助于指导临床医师如何进一步完成气管插管。
- 当对儿童进行气管插管时，无论是生理还是解剖上儿童的气道与成年人均很相似。当面对危重症儿童时，Broselow 形管明显有助于医师更快地完成操作。

► 气道生理学的介绍

低氧是危重症患者常见的终末事件。人体的细胞需要氧气来维持基本的生理代谢需要。尽管在一些组织中的细胞可以在无氧的状态下以无氧代谢短暂存活，但在心脏、大脑等重要器官中的细胞只能依赖有氧代谢存活。人体内的氧储存是有限的，这些器官需要持续的氧气供应维持正常的生理和功能需要，一旦缺氧将很快死亡。

► 氧经济学

在通常情况下，细胞依赖自动的氧输送与供应系统保持正常代谢，流动的是氧气。细胞的存活依赖于氧输送 (DO_2) 和氧消耗 (VO_2) 的平衡。

肺泡通气量

大气*中的氧气沿着氧的压力梯度移动，通过呼吸道和肺泡，经过动脉血和毛细血管进入组织和细胞。在肺泡内氧分压 ($P_{A}O_2$) 从 150 mmHg 降到 100 mmHg 左右，氧摄取主要取决于肺泡毛细血管的血供和通气带来的与氧供之间的平衡。在肺毛细血管中脱氧血液的部分压力，经由肺动脉回到肺内，大约在 40 mmHg。氧经过氧气的压力梯度由肺泡弥散到肺毛细血管。

在一个理想的肺部，血液离开肺泡毛细血管到肺静脉内进行充分氧合，而没有肺泡 / 动脉氧分压差。事实上，因为以下原因，这一情况不会发生。

- 通气 - 灌注失衡。理想状态下，所有的肺泡应该接受到同样的肺泡通气，所有的肺毛细血管也应该是同等的血流灌注。但事实上，一些肺泡是处于过度通气的，另一些肺泡则是过度灌注的。
- 分流。分流发生在肺泡灌注良好但没有通气的环境下[一种极端的通气 - 灌注 (V/Q) 情况]。这部分缺乏氧供的血液没有进行氧合的机会，最终仍以乏氧状态回流到肺静脉。当生理性心脏供血系统和支气管静脉回流到肺静脉时会存在少量的分流。其他产生分流的原因包括肺不张、肺泡水肿导致的肺实变、气道闭塞性病变。
- 弥散异常。通常情况下，氧气依靠氧压力梯度从肺泡腔向毛细血管内弥散，而通常在血流经过 1/3 的毛细血管时这一过程就已完成。即使在心排血量增加的情况下（如运动）也通常都能完成。因此，在没有严重肺部疾病的情况下弥散障碍导致肺泡 / 动脉氧分压差 ($P_{A}aO_2$) 的变化总是轻微的。

* 在海平面上，760mmHg 压力情况下，空气由 21% 的氧气、78% 的氮气和 1% 的其他气体构成。由此可得第一次吸气的氧分压是 159 mmHg ($760 \times 21\%$)。吸入的气体经过上气道的湿化，总体的压力值要稍大于各气体分压之和，水蒸气所占压力约为 47 mmHg，从而计算得到氧分压值近似 150 mmHg [$(760 - 47) \times 21\%$]。