

重症监护常用仪器
应用及管道护理

主 编 姜 华 于瑞欣 王艳丽



天津科学技术出版社

重症监护常用仪器应用及管道护理

主 编 姜 华 于瑞欣 王艳丽



天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

重症监护常用仪器应用及管道护理/姜华,于瑞欣,
王艳丽主编. —天津:天津科学技术出版社,2010.10
ISBN 978-7-5308-5797-7

I. ①重… II. ①姜… ②于… ③王… III. ①险症
—监护(医学)—医疗器械 IV. ①TH773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 198459 号

策划编辑:郑东红

责任编辑:张 跃

责任印制:张军利

天津科学技术出版社出版

出版人:蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编:300051

电话:(022)23332399(编辑室) 23332393(发行部)

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

济南红日印刷有限公司印刷

开本 787×1 092 1/16 印张 21.75 字数 600 000

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定价:88.00 元

编 委 会

主 编

姜 华 于瑞欣 王艳丽

副主编

鲍连娣 王旭辉 孙丽霞

孙瑞坤 王芳英

编 委 (按姓氏笔划排序)

于瑞欣(山东省招远市人民医院)
马春丽(山东省烟台毓璜顶医院)
尹旭辉(山东省招远市人民医院)
王旭辉(山东省招远市人民医院)
王芳英(山东省招远市人民医院)
王艳丽(山东省招远市人民医院)
王翠凤(山东省招远市人民医院)
刘敬波(山东省招远市人民医院)
吕好伟(山东省招远市人民医院)
孙丽霞(山东省招远市人民医院)
孙瑞坤(山东省招远市人民医院)
宋希荣(山东省招远市人民医院)
陈永平(山东省招远市人民医院)
姜 华(山东省招远市人民医院)
姜国栋(山东省招远市人民医院)
郭 敏(山东省招远市人民医院)
鲍连娣(山东省招远市人民医院)
臧雪英(山东省招远市人民医院)

前 言

随着医学科学的飞速发展,重症患者的监护治疗及护理成了一个医院综合医疗水平的体现,其常用的仪器的应用、护理以及管道护理成了重中之重,他不仅是一种诊疗护理方法,也是诊疗护理方法中的辅助措施,在抢救病人生命中至关重要。它涉及到临床各个学科,在临床上的应用领域十分广泛,其应用的类型也非常繁多,因此,针对重症患者的常用的仪器的应用及管道护理也是医护人员经常遇到的问题,我们组织多名具有丰富临床经验的医疗护理人员编写此书。

全书分五篇,它包括呼吸机的应用及护理、临床监测、静脉治疗管路的应用及护理、连续性肾脏替代治疗及护理、微量泵、心脏起搏器除颤仪的应用护理。是一本内容系统、丰富的临床医学书,体现了现代重症医疗护理的新理论新技术。编排上将理论与图形、表格相结合,便于理解应用。

由于作者水平有限,书中疏漏、不当之处在所难免,在此,敬请广大读者斧正,我们将表示衷心的感谢。

《重症监护常用仪器应用及管道护理》编委会

2010年8月

目 录

第一篇 呼吸机的应用及护理

第一章 呼吸机的应用的适应证及相对禁忌证	(1)
第一节 应用呼吸机的目的	(1)
第二节 呼吸机应用的适应证	(1)
第三节 不同病因呼吸衰竭呼吸机治疗选择时机	(2)
第四节 呼吸机应用的相对禁忌证	(3)
第二章 机械通气的基本原理	(4)
第三章 呼吸机的类型及常用的机械通气模式	(6)
第一节 呼吸机的类型	(6)
第二节 机械通气模式	(7)
第四章 应用呼吸机对生理的影响	(16)
第一节 机械通气对呼吸生理的影响	(16)
第二节 机械通气对心血管循环功能的影响	(18)
第三节 机械通气对其他脏器功能的影响	(19)
第五章 呼吸机与病人的连接方式	(21)
第六章 应用呼吸机前的检查	(28)
第七章 使用呼吸机的基本步骤	(29)
第一节 呼吸机参数的预设调节	(29)
第二节 应用呼吸机的基本步骤	(30)
第三节 呼吸机的操作方法	(32)
第八章 呼吸机使用期间常见的报警和处理	(33)
第九章 应用呼吸机常见问题及处理	(39)
第一节 机械通气与自主呼吸的协调	(39)
第二节 气道的湿化和温化	(41)

第三节 呼吸兴奋剂的使用	(43)
第十章 呼吸机治疗的并发症及处理	(44)
第一节 与气管插管、气管切开有关的并发症	(44)
第二节 机械呼吸直接引起的并发症	(46)
第三节 呼吸机相关性肺炎	(49)
第十一章 应用呼吸机治疗期间的相关护理	(55)
第一节 护理的重要性和任务	(55)
第二节 有效及安全的通气治疗	(55)
第三节 病人应用呼吸机治疗时的全面观察	(55)
第四节 人工气道的护理	(58)
第五节 感染的预防及基础护理	(62)
第六节 呼吸机通气效果的观察和常见问题的处理	(65)
第七节 心理护理和教育	(66)
第八节 呼吸机撤离的护理	(67)
第十二章 呼吸机的撤离与拔管	(68)
第一节 撤离呼吸机的指征	(68)
第二节 常用撤机方式	(69)
第三节 撤机失败的常见原因	(70)
第四节 气管导管的拔除	(71)
第十三章 呼吸机的保养与消毒	(73)
第一节 呼吸机保养、消毒的意义	(73)
第二节 呼吸机消毒部件的异同	(73)
第三节 呼吸回路的拆卸和清洁	(74)
第四节 呼吸机的消毒种类和方法	(74)
第五节 病室环境的清洁和消毒	(76)
第六节 呼吸机的维护与管理	(76)

第二篇 临床监测

第一章 体温监测	(78)
第一节 体温监测的意义及监测要点	(78)
第二节 体温变化对机体的主要影响	(81)

第三节	手术期间影响体温的因素	(83)
第四节	体温测量方法	(84)
第二章	循环功能监测	(88)
第一节	心电图监测	(88)
第二节	血流动力学监测	(123)
第三章	呼吸系统监测	(144)
第一节	呼吸生理	(144)
第二节	临床观察	(147)
第三节	呼吸功能测定	(151)
第四节	呼吸道的管理	(158)
第五节	小儿呼吸系统的管理	(166)
第四章	中枢神经系统监测	(170)
第一节	神经体征的监测	(170)
第二节	脑电图	(173)
第三节	颅内压监测	(175)
第四节	脑氧饱和度监测	(190)
第五章	泌尿系统监测	(192)
第一节	尿的观察与处理	(192)
第二节	肾功能监测	(193)
第六章	消化功能监测	(200)
第一节	胃肠黏膜内 PH 监测	(200)
第二节	应激性溃疡	(203)
第三节	胃管的管理	(205)
第四节	肠内营养的监测与护理	(205)
第七章	肝功能监测	(212)
第一节	监测项目	(212)
第二节	围手术期肝功能检查的意义	(220)
第八章	出凝血功能监测	(222)
第一节	正常的止血机制	(222)
第二节	血液凝固	(223)
第三节	出凝血功能监测的临床应用	(225)
第四节	出凝血功能实验室检查的筛选试验	(226)

第五节	血管内皮细胞及血小板的实验室检查	(229)
第六节	凝血第三阶段的实验室检查	(232)
第七节	纤维蛋白溶解系统的实验室检查	(233)
第九章	血气分析与水电解质酸碱平衡	(236)
第一节	血气分析	(236)
第二节	水与电解质平衡监测	(247)
第三节	酸碱失衡	(258)

第三篇 静脉治疗管路的应用及护理

第一章	外周静脉的应用及护理	(265)
第一节	静脉的解剖	(265)
第二节	静脉治疗中的输液用具	(266)
第三节	周围静脉输液输血技术及护理	(268)
第二章	中心静脉置管术及护理	(279)
第一节	股静脉穿刺置管术	(279)
第二节	颈内静脉穿刺置管术	(281)
第三节	锁骨下静脉穿刺置管术	(284)
第三章	经外周静脉置入中心静脉导管术(PICC)及护理	(288)
第四章	中心静脉压监测及护理	(294)
第五章	静脉营养技术及其管道护理	(297)
第六章	植入式静脉输液港技术及护理	(300)

第四篇 连续性肾脏替代治疗及护理

第一章	概 述	(303)
第一节	CRRT 的进展	(303)
第二节	CRRT 的技术特点	(303)
第三节	CRRT 的适应证	(304)
第二章	连续性血液净化技术原理和方法	(306)
第一节	连续性静脉—静脉血液滤过	(306)

第二节	连续性动(静)脉—静脉血液透析·····	(307)
第三节	连续性动(静)脉—静脉血液透析滤过·····	(308)
第四节	缓慢连续性超滤·····	(309)
第五节	间歇性或日间 CRRT ·····	(310)
第三章	CRRT 的抗凝治疗·····	(311)
第四章	CRRT 的操作程序·····	(314)
第五章	危重患者 CRRT 治疗的综合管理和护理·····	(316)
第一节	CRRT 治疗的综合管理·····	(316)
第二节	CRRT 治疗的综合护理·····	(316)

第五篇 微量泵、心脏起搏器及除颤仪的应用及护理

第一章	微量泵的应用及护理·····	(318)
第二章	心脏起搏器的应用及护理·····	(320)
第一节	起搏器的基本设置及常用起搏方式·····	(320)
第二节	起搏器的应用及护理·····	(321)
第三节	临时起搏器置入术·····	(324)
第四节	永久起搏器置入术·····	(326)
第三章	除颤器的应用及护理·····	(328)
参考文献	·····	(333)

第一篇 呼吸机的应用及护理

第一章 呼吸机的应用的适应证及相对禁忌证

第一节 应用呼吸机的目的

呼吸机是一种将气体送入呼吸道的机械装置,可以代替、控制或改善自主呼吸,起到增加通气量、改善换气功能、减少呼吸肌做功等作用。

呼吸机治疗的目的主要为:

- (1)维持适当的通气量使肺泡通气量满足机体要求。
- (2)改善气体交换功能维持有效的气体交换。
- (3)减少呼吸肌的作功。
- (4)肺内雾化吸入治疗。
- (5)预防性机械通气用于开胸术后或败血症、休克、严重创伤情况下的呼吸衰竭预防性治疗。
- (6)实施吸入全身麻醉。
- (7)支持心功能:呼吸机可代替全部或部分呼吸肌作功,减少了患者呼吸时的能量消耗和氧的消耗,减轻了心脏负担,有利于改善术后循环功能。
- (8)保护脑及肾脏功能呼吸机的应用保证了组织器官的供氧,减轻了低氧对脑、肾的损害,保护了脑和肾及其它重要脏器的功能。

第二节 呼吸机应用的适应证

(1)各种病因所致的呼吸功能衰竭:如急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、神经肌肉疾患、胸部创伤、多发性肋骨骨折、连枷胸、镇静药应用过量等导致的呼吸衰竭。

(2)呼吸生理指标异常:成人的呼吸生理指标达到下列标准之一时,即可开始呼吸机治疗。
①自主呼吸频率 >40 次/分或 <5 次/分。
②自主呼吸潮气量小于正常的 $1/3$ 或肺活量 $<10\sim 15\text{ml/kg}$ 。
③ $\text{PaCO}_2 > 50\text{mmHg}$ (慢性阻塞性肺病除外)且有继续升高趋势或出现精神症状。
④ $\text{PaO}_2 < \text{正常的 } 1/3$ 。
⑤ $\text{P}_{(\text{A-a})\text{O}_2} > 300\text{mmHg}$ (吸纯氧, $\text{FiO}_2 = 1.0$)。
⑥最大吸气压力 $< 25\text{cmH}_2\text{O}$ (闭合气路,努力吸气时产生的负压)。
⑦生理无效腔/潮气量 $> 60\%$ 者。
⑧肺内分流(QS/QT) $> 15\%$ 者。

(3)用于预防目的的机械通气治疗在开胸手术后、败血症、休克、严重外伤情况下,估计病

人在短时间内有发生呼吸功能不全可能时,可预防性应用机械通气以防止呼吸衰竭的发生。

(4)用机械通气做肺内的雾化吸入治疗。

(5)慢性阻塞性肺病(COPD)所致的呼吸衰竭:在合理氧疗的情况下,出现下列指征应行机械通气:①二氧化碳分压进行性增高,伴有意识障碍或昏迷;② $\text{PaO}_2 < 45\text{mmHg}$;③呼吸频率 > 30 次/分钟或呼吸浅慢,呼吸抑制;④ $\text{PaCO}_2 > 70 \sim 80\text{mmHg}$;⑤ $\text{pH} < 7.25$ 。

(6)重症支气管哮喘经积极的内科治疗,患者于24~48小时症状无好转或恶化,且出现下列指征之一者:①严重的呼吸肌疲劳;② $\text{PaCO}_2 > 6\text{kPa}(45\text{mmHg})$,且呈上升趋势;③由低氧或二氧化碳潴留引起神志改变;④极度呼吸困难但哮鸣音明显减轻。

(7)心跳骤停后的支持。

第三节 不同病因呼吸衰竭呼吸机治疗选择时机

上述的呼吸机治疗适应证的呼吸生理指标,是对所有呼吸衰竭而言。在不同疾病情况下,机械通气时机的掌握也有所差异。

(1)上呼吸道梗阻引起的呼吸衰竭,主要表现为吸气困难或吸呼性困难。治疗的关键是解除梗阻或建立人工气道(如气管插管或气管切开)。然后再根据自主分钟通气量是否满足机体需要而决定是否应用呼吸机。

(2)由于吸入气体氧浓度不足而致的低氧血症,主要表现为RR增快、MV增加,治疗的关键是提高吸入氧浓度。应注意吸入氧浓度应逐步提高,以防突然吸入纯氧而引起呼吸暂停。如果发生了继发性的中枢或肺部功能障碍,应给予呼吸机治疗。

(3)由ARDS、充血性心力衰竭、肺炎、肺水肿、支气管哮喘等所致的呼吸衰竭,主要表现为进行性缺氧、进行性呼吸性酸中毒、气体交换障碍。在吸入氧浓度达到60%的条件下, PaO_2 仍低于 60mmHg 或 PaCO_2 大于 45mmHg , pH 小于7.3,应开始机械通气治疗。心功能不全的患者,在进行心脏治疗的同时,给予适当的机械通气治疗,可以起到减少肺泡内液体、增加氧弥散、改善通气/血流比值和心肌氧供需平衡等作用,利于心衰的纠正。

(4)由镇静剂过量、脑外伤、颅内感染、脑水肿等所致的中枢性呼吸衰竭,在呼吸中枢抑制尚不严重时,为减少呼吸功消耗,防止呼吸突然停止,应积极保证呼吸道通畅,早期开始呼吸机通气。

(5)慢性阻塞性肺疾患(COPD)或慢性神经肌肉疾患所致的急性呼吸衰竭恶化时,主要表现为缺氧、呼吸性酸中毒、意识障碍。在吸氧过程中如出现呼吸性酸中毒进行性加重, PaO_2 仍 $< 45\text{mmHg}$, $\text{RR} > 30$ 次/min,或 $\text{pH} < 7.25$,应开始机械通气。

(6)神经肌肉疾患(如多发性肌炎、格林-巴利综合征、重症肌无力、肌肉弛缓症、严重肌营养不良等)引起的呼吸衰竭,主要特点为呼吸驱动力不足,如最大吸气负压不足 $25\text{cmH}_2\text{O}$ 或肺活量 $< 15\text{ml/kg}$,或 $\text{RR} > 30$ 次/min,均应开始用呼吸机。

(7)对于严重创伤或手术后呼吸功能不全者,尤其是肥胖患者,需要及早呼吸机支持,改善缺氧状态,减少呼吸肌做功,预防ARDS的发生。

第四节 呼吸机应用的相对禁忌证

凡是病人出现了呼吸衰竭,都应进行机械通气。严格地说,用呼吸机治疗没有绝对的禁忌证。但对于一些特殊疾患,应采取一些必要的处理才能进行呼吸机机械通气或者采取特殊的通气方式,否则将给病人带来不利。

一、大咯血或严重误吸引起的窒息性呼吸衰竭

大咯血或严重误吸引起的窒息,不宜立即用呼吸机进行正压通气。因为气道被血块或误吸物堵塞,正压通气可能把血块、误吸物压入小支气管而发生阻塞性肺不张,给以后的治疗及病人的恢复带来不利。应首先采取措施吸出血液或误吸物后再正压通气。但也不能长时间抽吸而加重缺氧,可以在开放气道后抽吸5~10s,用简易呼吸器缓慢、低压通气几次后再抽吸。对于肺、气道持续出血者,可以采用头低位通气,以防血液流入小支气管。另一种方法可以采用高频通气的同时进行气道抽吸。总的原则是,努力做到既避免或减少气道阻塞又能尽可能保证通气量供给。

二、伴有肺大泡的呼吸衰竭

伴有肺大泡的病人,机械正压通气可使大泡内压增高引起破裂而发生自发性张力气胸。这类病人用呼吸机时应注意以下几个方面:

- (1)用呼吸机前尽量明确肺大泡的程度、范围、有无自发性气胸的病史及平时咳嗽的程度。
- (2)用正压通气时,应适当降低正压,并将压力限制适当调低。
- (3)用正压通气过程中要严密观察胸廓的起伏和病情的变化,尤其是要经常听诊双侧呼吸音,以及早发现气胸的发生。如果发生气胸,应尽快进行闭式胸腔引流。
- (4)可以采用高频通气,以减少气胸发生的可能。
- (5)避免使用呼气末正压(PEEP)。

三、气胸

未经引流的气胸,尤其是张力性气胸,应尽可能做到先建立胸腔闭式引流,然后再进行机械通气,病情不允许时应力争两者同时进行。

四、心肌梗塞继发的呼吸衰竭

过去认为心肌梗塞病人忌用呼吸机,因能增加心脏负担,使心排血量减少和血压下降。现在认为,心肌梗塞若伴有肺水肿、呼吸衰竭,在积极治疗原发病的同时,应积极给予呼吸机治疗。但要选择适当的通气方式,可用低压或高频通气,将机械通气对循环的影响降到最低程度,并且严密观察病情的变化,最好持续监测血流动力学的变化。

五、低血容量性休克病人

在血容量未补足以前,应尽量避免应用机械通气治疗。但当低血容量休克已造成呼吸功能障碍,低氧血症已危及病人生命时,应毫不犹豫地应用机械通气,同时尽快补足血容量。

六、肺组织功能完全丧失

尤其是换气功能严重障碍者,呼吸机治疗没有效果。

(姜 华 于瑞欣)

第二章 机械通气的基本原理

任何呼吸机的工作原理都是建立一个大气与肺泡之间的压力差来作为吸气动力。目前临床上使用的呼吸机是在呼吸道开口(口腔、鼻腔或气管插管或气管切开插管导管)以气体直接施加正压(高于大气压),使其超过肺泡内压而产生压力差,促使气体进入肺内(即吸气);呼气期,正压释放,由于胸廓的弹性回缩,使肺泡压高于大气压,肺泡内的气体排出体外(即呼气)。

任何正压通气方式都具有三个必备的机械功能:驱动、限定和切换。

一、驱动(又称触发)

是指呼吸机切换到吸气的方式。常见的三种驱动方式为:时间驱动、压力驱动和流量驱动。

(1)时间驱动(时间触发):呼吸机按照设定的频率进行通气,不受病人自主吸气的影响。时间驱动常用于控制通气。

(2)压力驱动(压力触发):当病人出现自主呼吸时,吸气时,气道内压降低为负压,此负压值达到预设的触发水平时即触发呼吸机送气而形成同步吸气。一般触发灵敏度的设定,成人 $-2\sim-4\text{cmH}_2\text{O}$,小儿 $-1\sim-2\text{cmH}_2\text{O}$ 。

(3)流量驱动(流量触发):现代呼吸机在整个呼吸周期都在呼吸环路中传送一种基础气流,当病人自主呼吸时,基础气流发生变化,呼吸机检测到该变化达到触发灵敏度时,触发呼吸机送气。一般预设触发灵敏度为 $0.05\sim0.1\text{L/s}$ 。

(4)现代先进的呼吸机可同时具有这三种驱动方式,以供临床选用。有的呼吸机还设有手动呼吸,即操作者可以根据病人的病情需求随时触动供给一次呼吸。

二、限定(控制呼吸)

呼吸机限定输送气体的量的方式有四种:容量限定、压力限定、双重限定和流速限定。

(一)容量限定(潮气量恒定,压力不固定)

预设潮气量,通过改变流量、压力和吸气时间三个变量来设定潮气量的大小。如有管路漏气或气道压过高时可引起通气量不足。

(二)压力限定(压力固定,容量不固定)

预设气道压,通过改变流量、容量和时间三个变量来维持气体回路管道内的压力。潮气量的大小与病人气道压、气道阻力和肺的顺应性有关。

(三)双重限定(容量控制,压力调节)

在确保预先设定的潮气量等的基础上,自动连续测定肺顺应性、流量和压力的关系,并据此反馈调节下一次通气的吸气压力水平,避免因气道压过高引起气道损伤。

(四)流量限定

预设流速,通过改变压力、容量和时间三个变量来达到预设的流速。其潮气量的大小与吸气时间成正比。

三、切换

呼吸机由吸气转换成呼气方式。有四种切换方式:时间切换、容量切换、流速切换和压力切换。

(一)时间切换(time cycling)

达到预定的吸气时间后,即由吸气转换为呼气。吸气期的气道压、气流速度及吸入气量均随肺部及气道情况而变化。时间切换只保证吸气时间。如为恒流驱动,对吸气量的影响较小,但气道压有变化;如为恒压驱动,则对吸入气量的影响较大。

(二)容量切换(volume cycling)

呼吸机预调的吸入气量送入肺后即转向呼气。因此,无论肺和气道的情况如何,都吸入预定的潮气量,而气道压和吸气流速不恒定,并且与驱动方式(压力与流速)有关。如为恒流驱动时,需调节吸:呼比值。

(三)流速切换(flow cycling)

呼吸机内装有流速感应阀,当吸气流速小于一定值($1\sim 4\text{L} / \text{min}$)时,即停止吸气转向呼气。流速恒定,肺内压、吸气量和吸气时间都不恒定。

(四)压力切换(pressure cycling)

呼吸机内装有压力感知系统,无论恒压驱动或恒流驱动,只要吸气时,气道压力达到预定值时,即转换为呼气。其吸气时间、流速、气量均受预定压力、气道阻力及胸肺顺应性的影响。

现代呼吸机常将以上三种基本的机械功能进行不同的组合,以获得更好的临床效果。

(姜 华 于瑞欣)

第三章 呼吸机的类型及常用的机械通气模式

第一节 呼吸机的类型

现代呼吸机通过气管导管或气管切开套管以一定的压力向病人送入一定量的气体使肺泡扩张,产生吸气动作。当机器送气停止时,管道与大气相通,胸廓与肺被动地回缩,产生呼气动作,此类型的呼吸机称为正压型呼吸机,目前临床常用的呼吸机均为正压型呼吸机。根据呼吸机由吸气相转换为呼气相的切换机制可分为以下几种类型。

一、定压型呼吸机(压力切换型呼吸机)

预设气道高压限制,通常压力设置在 $15 \sim 20 \text{cmH}_2\text{O}$ 之间。呼吸机将气体送入患者的气道,使肺泡扩张产生吸气,当病人气道压达到预设的高压限制值时,安全阀门打开,机械通气停止,转入呼气相。病人潮气量的大小需用监测装置测量。其缺点是:①当病人肺顺应性降低或气道阻力升高时,压力很快即达到预定值,送气时间短,因而潮气量减小。②当管道漏气时,压力达不到预定值,呼吸机持续送气,使吸气时间延长。③氧浓度不易调节。这类呼吸机变化条件多,需要有经验的医务人员调节使用。

二、定容型呼吸机(容量切换型呼吸机)

吸气是呼吸机按预设的容量向病人送气,肺泡扩张。呼气是依靠患者胸廓和肺的弹性回缩力将肺泡内气体排出体外。优点是潮气量可以预先调定,不论肺的病变如何,潮气量是相对稳定的。一般都配有电子监测及报警系统。缺点是当气道内压力或胸腔内压力过高时,潮气量难以达到预定值。管道漏气时,患者的实际潮气量将减少。这类呼吸机性能可靠,监测系统完善,目前应用广泛。

三、定时型呼吸机(时间切换型呼吸机)

给病人预设吸气时间,呼吸机将气体送入患者的气道,当机器送气到达预设时间时机械通气停止,进入呼气相。患者开始呼气,呼气时气道内仍有低压气流通过。呼气时间、吸入氧浓度、呼吸频率及吸/呼比值均可调节,同步性能好。

四、复合型呼吸机(定时、限压、持续气流型呼吸机)

此型呼吸机的基本切换方式为时间切换,在时间切换的基础上加上限压装置,使气道压限制在预设范围,但即使压力已经达到预设值也不形成压力切换,而是继续送气直至达到预设时间方转为呼气相。由于有持续气流及压力限制,因此可在预设时间内产生一个平台压力,使呼吸机可以在病人气道阻力增加及肺顺应性下降的情况下,定时给病人送气,不会产生过高的气道压及造成肺的压力性损伤。这种呼吸机性能的改善可更准确地根据病人生理及病理需要提供通气支持。

第二节 机械通气模式

一、间歇正压通气(intermittent positive pressure ventilation, IPPV)

也称机械控制通气(CMV)。即呼吸机不管病人自主呼吸情况如何,在吸气相时均按预调的通气参数产生正压,将气体压入肺内;随吸气动作的进行,压力上升至一定水平或吸入的容量达到一定水平,呼吸机停止供气,呼气阀打开时,病人的胸廓回弹和肺被动性萎缩,产生呼气,呼吸机周而复始的工作,形成 IPPV。是临床出现最早、应用最普遍的通气模式,也是目前机械通气最基本的通气模式,很多通气模式均是在此基础上的改良和进一步完善。IPPV 又分为定容 IPPV 和定压 IPPV,主要适用于各种通气障碍为主的呼吸衰竭的病人,尤其是慢性阻塞性肺疾病(COPD)和中枢、神经肌肉系统的疾病,同时也适用于无自主呼吸的病人。IPPV 可改善病人的通气和氧合,促使 CO_2 排出,提高 PaO_2 ,以维持正常的呼吸功能。它的优点是:此类呼吸机构造简单、容易操作、使用方便。缺点是:如有自主呼吸,可发生人机对抗。若调节不当可发生通气不足或过度,尤其是定压 IPPV。不利于自主呼吸的锻炼。

二、同步间歇正压通气(SIPPV)

和 IPPV 的区别在于病人自主吸气触发呼吸机供给 IPPV 通气。其特点为:①预调触发敏感度(吸气负压、流速或容量大小)。②病人自主吸气只要达到触发敏感度,即触发呼吸机供给一个预调的 IPPV 通气。所以总呼吸频率不恒定,节律也不稳定。③预调 IPPV 的量(定容式)或压力(定压式)。④为防止自主呼吸停止或吸气微弱不能触发呼吸机,一般都设有安全保险装置,即预调 IPPV 频率。若在 IPPV 所定的呼吸周期内无自主呼吸或吸气微弱不能触发,在周期结束时呼吸机自动供给一个 IPPV。也就是说, SIPPV 频率必然大于或等于预调的 IPPV 频率。⑤当自主呼吸强而快时, SIPPV 频率明显增加,可发生过度通气。应监测 MV、呼吸频率等,及时调整潮气量和触发敏感度。⑥ SIPPV 时也可使用吸气平台和叹息。⑦目前的呼吸机将 IPPV 和 SIPPV 结合而成为辅助控制通气模式(assist-control ventilation, A-CV),病人有自主呼吸时可以进行辅助呼吸,病人没有自主呼吸时进行控制呼吸。

三、双相气道正压通气(biphasic positive airway pressure, BIPAP)

是指自主呼吸时,交替给予两种不同水平的气道正压。应用此模式时病人的基本呼吸方式是持续气道正压通气(CPAP),但 CPAP 水平不是恒定的,而是交替地在高压水平(Phigh)和低压水平(Plow)之间定时切换。利用从 Phigh 切换至 Plow 时功能残气量的减少,增加呼出气量,从而提供通气辅助。BIPAP 临床上主要应用于呼吸机治疗向完全自主呼吸过渡的撤机阶段。应用 BIPAP 模式比 CPAP 模式更能增加病人的氧合作用。

四、间歇指令性通气(intermittent mandatory ventilation, IMV)

为在病人自主呼吸的同时,间断给予 IPPV 通气,即自主呼吸+IPPV。自主呼吸的气流由呼吸机的持续大流量恒流供给($70\sim 90\text{L/min}$)。IPPV 由呼吸机按预调的频率、潮气量、吸气时间等供给。总分钟通气量等于机械 MV+自主呼吸 MV。IPPV 可是定容(常用),也可是定压。

五、同步间歇指令通气(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)

自主呼吸的 f 和 TV 由病人控制,间隔一定的时间(可调)行同步 IPPV。即呼吸机在每分