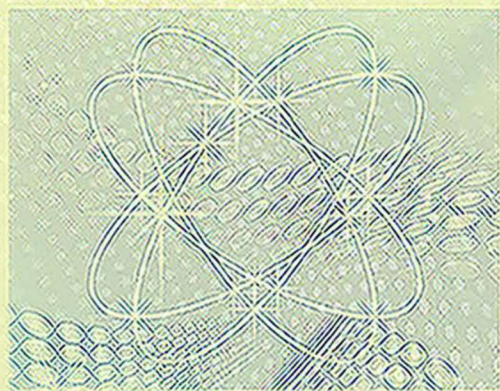


无创呼吸支持－持续气道 正压儿科临床应用

主 编 董声焕



人民军医出版社

无创呼吸支持-持续气道正压 儿科临床应用

NONINVASIVE VENTILATION SUPPORT
CLINICAL APPLICATION OF CPAP
IN PEDIATRICS

主 编 董声焕

编 者 (以姓氏笔画为序)

陈 超 复旦大学附属儿童医院

施丽萍 浙江大学附属儿童医院

高博辉 河北省盐山县阜德医院

董声焕 首都儿科研究所

程晓英 浙江大学附属儿童医院

曾健生 北京儿童医院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

无创呼吸支持—持续气道正压儿科临床应用/董声焕主编.
—北京:人民军医出版社,2016.1

ISBN 978-7-5091-9022-7

I. ①无… II. ①董… III. ①小儿疾病—气管—导管治疗
IV. ①R726.553

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 301283 号

策划编辑:程晓红 文字编辑:邱燕 责任审读:赵民

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—8718

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:京南印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:5 字数:119 千字

版、印次:2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—2500

定价:32.00 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

内容提要

持续气道正压(CPAP)是无创呼吸支持的重要呼吸治疗方法。作者全面、详细介绍了 CPAP 的作用机制、设备使用、临床应用、护理措施、并发症处理等内容,并对 CPAP 的进展,新生儿、婴幼儿和年长儿 CPAP 的应用分别进行了介绍,还特别提到了 CPAP 在基层医院的应用。本书适合从事 CPAP 临床工作的医师阅读,也可作为研究生的参考书。

序

近 30 多年来,我国的新生儿医学有了迅猛发展,至 2012 年,我国新生儿死亡率已由 1990 年的 25/1000 降低为 9/1000,实现了联合国新千年目标(MG4)。据 WHO 资料,早产、低体重已成为新生儿死亡的第一原因,而在早产和极低体重儿中,呼吸窘迫综合征(RDS)最为常见,采用正确的呼吸管理,对提高生存率,减少并发症十分关键。因此,众多的呼吸治疗策略均是针对改善氧合、降低肺损伤及远期并发症而设计。随着肺泡表面活性物质的广泛使用,新生儿和早产儿的呼吸治疗变得更加温和(gentle ventilation),无创性通气地位更为突出;系列的无创通气手段,如 nC-PAP、NIPPV、高流量鼻导管给氧(HFNC)、INSURE 技术等已成为治疗早产儿 RDS 的主流。

《无创呼吸支持-持续气道正压儿科临床应用》一书的出版,为我国儿科和新生儿科医生提供了一部极有价值的临床参考书。董声焕教授作为我国新生儿无创通气技术的最早实践者之一,不仅对该技术有丰富的应用经验,还曾经亲自参与设计和改良无创通气的相关技术,由他主编此书有特殊意义;该书的参编人员均为直接从事儿科和新生儿重症监护工作经验丰富的医务人员,使该书更贴近于临床实践。相信本书的出版,将促进我国儿科和新生儿科无创呼吸支持的技术推广,也为提高早产儿的存活率、降低肺损伤并发症起到十分积极的作用。

浙江大学附属儿童医院 杜立中
中华医学会儿科分会新生儿学组组长
2015 年 4 月 于杭州

前言

无创呼吸支持的重要手段——持续气道正压(CPAP)是介于普通给氧方法和呼吸机治疗中间的一种治疗方法,用较简单的设备,经鼻对呼吸窘迫进行有效治疗。近年来 CPAP 已在新生儿和儿童患者中得到较多应用,由于不进行气管插管,经鼻进行治疗,减少了肺损伤,成为无创呼吸支持重要方法而受到重视。而肺表面活性物质(PS)成功治疗新生儿呼吸窘迫综合征(RDS)以来,PS+CPAP 联合治疗,使部分 RDS 患儿避免了呼吸机的应用,减少了合并症,缩短了治疗时间。虽然 CPAP 设备较简单,操作也不复杂,又能解决一些危重呼吸的问题,但在基层医院尚未得到足够的重视。

目前尚无系统全面介绍 CPAP 应用和最新进展的书籍,且所用仪器多为进口产品。为配合我们与北京吉纳高新医疗器械有限公司合作研制的改进型 CPAP 呼吸机,由首都儿科研究所董声焕负责,组织北京、上海、杭州专家和基层医师共同编写本书,以供临床特别是基层推广 CPAP 工作者需要。

本书根据国内外研究和作者的临床经验,综合介绍呼吸生理和病理生理基础、CPAP 的作用、设备的进展和临床应用,并对新生儿、婴幼儿和年长儿的应用进行说明。对无创呼吸支持的进展,无创通气本书也做了介绍。为满足基层医师的需要,本书还专门介绍 CPAP 在基层医院的应用。

本书各章均可单独阅读,为保持完整性,其部分内容会有重叠。由于不同作者经验与引用的文献不同,书中有些意见和观点

不完全一致,我们保留了这一实际情况。有关 CPAP 应用方面的词汇,国际上也未统一,这在本书的不同篇章也有所反映。

本书出版由北京吉纳高新医疗器械有限公司资助,张庆民总经理大力支持,牛仙荣、张恺帮助解决有关打印事宜,以及出版社同仁的辛勤工作,在此表示衷心的感谢。本书若有不当之处,望读者惠于指正。

主编 董声焕

2015 年 5 月 30 日

目 录

第 1 章 小儿呼吸系统生理和病理生理	(1)
第一节 临床呼吸系统生理	(1)
第二节 血液气体	(12)
第三节 呼吸衰竭	(21)
第 2 章 CPAP 的作用	(28)
第一节 CPAP 的基本作用	(28)
第二节 CPAP 对血液气体的影响	(29)
第三节 CPAP 对肺功能的影响	(32)
第四节 CPAP 在不同疾病时的作用	(34)
第五节 CPAP 的副作用	(35)
第 3 章 CPAP 的仪器设备	(37)
第一节 CPAP 的主要设备	(37)
第二节 CPAP 的附属设备和参数调控	(44)
第三节 不同类型的 CPAP 产品	(45)
第 4 章 CPAP 临床应用	(50)
第一节 应用 CPAP 的适应证和禁忌证	(50)
第二节 CPAP 仪器设备的选择	(51)
第三节 CPAP 的临床应用	(52)
第四节 CPAP 无效的原因和处理	(54)
第五节 CPAP 在防治 RDS 的应用	(55)
第 5 章 CPAP 的并发症及防治	(57)
第一节 气压性创伤	(57)
第二节 漏气与堵塞	(59)
第三节 二氧化碳潴留	(60)

第四节	腹胀	(61)
第五节	误吸	(61)
第六节	对各脏器功能的影响	(62)
第七节	皮肤损伤	(62)
第八节	减少并发症的措施	(63)
第 6 章	CPAP 的护理	(65)
第一节	评估和准备	(65)
第二节	操作步骤	(66)
第三节	监护和护理	(68)
第四节	预期结果	(71)
第五节	不良结果	(71)
第六节	护理记录内容	(71)
第七节	注意事项	(72)
第 7 章	CPAP 的进展——无创正压通气	(74)
第一节	无创正压通气特点	(74)
第二节	无创正压通气呼吸机	(77)
第三节	连接界面	(81)
第四节	无创正压通气模式	(81)
第五节	临床应用	(84)
第六节	人机同步性	(87)
第七节	二氧化碳重复吸入	(94)
第 8 章	持续气道正压通气在新生儿的临床应用	(100)
第一节	新生儿 CPAP 模式	(101)
第二节	适应证	(102)
第三节	新生儿使用 CPAP 的多中心总结	(106)
第四节	禁忌证	(108)
第五节	使用方法	(109)
第六节	疗效观察	(110)
第七节	并发症和不良反应	(110)

第 9 章	无创通气在婴幼儿和年长儿的应用	(115)
第一节	儿童常用无创正压通气的通气模式	(116)
第二节	适应证	(117)
第三节	禁忌证	(127)
第四节	临床实施	(128)
第五节	疗效预测指标	(133)
第六节	不良反应	(133)
第七节	失败原因	(134)
第 10 章	CPAP 在基层医院的应用	(139)
第一节	CPAP 在盐山县应用的历史	(139)
第二节	临床应用情况	(141)
第三节	CPAP 在基层医院的应用体会	(148)

第 1 章 小儿呼吸系统生理和病理生理

为了更好地理解持续气道正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP)的作用,正确地应用 CPAP 于不同呼吸疾病,本章简要介绍有关呼吸系统的基础知识,包括小儿呼吸系统生理、血液气体和呼吸衰竭。

第一节 临床呼吸系统生理

一、小儿呼吸系统特点

小儿肺容量相对较小,潮气量(每次呼吸量)的绝对值也小于成年人。按体表面积计算肺容量比成年人小 6 倍,潮气量也较小,而代谢水平及需氧量则相对较高,因此在呼吸功能不全时,易出现氧供应不足。按体表面积计,1 岁小儿的能量代谢为成年人的 1.6 倍,而潮气量仅为成年人的 40%~50%。从满足机体代谢需要考虑,小儿肺容量处于相对不利地位。由于小儿胸廓解剖特点的限制,要想满足机体代谢需要,只有采取浅快呼吸这种消耗能量最少的方式,故小儿呼吸频率较快,年龄越小呼吸越快。沈阳医学院(1964 年)对 1579 名健康小儿检查的结果,不同年龄小儿每分钟呼吸次数不同(表 1-1)。

表 1-1 不同年龄小儿呼吸次数的平均值

年龄	每分钟呼吸平均次数(次)
出生至 1 岁	30
1—3 岁	24
4—7 岁	22
8—14 岁	20

新生儿:一般为 40~44/min

二、肺容量与通气

(一)肺容量

肺容量指肺内的气体量,检查主要包括以下项目。

- 1. 潮气量(tidal volume,VT) 安静呼吸时每次吸入和呼出的气量。
- 2. 肺活量(vital capacity,VC) 一次最大吸气后再尽最大能力所呼出的气体量,代表肺扩张和回缩能力。
- 3. 功能残气量(functional residual capacity,FRC) 平静呼气后残留在肺内气量。
- 4. 残气容积(residual volume,RV) 用力呼气后残留肺内气量。
- 5. 肺总量(total lung capacity,TLC) 肺活量与残气容积之和。

5 岁以上小儿渐能合作,可用肺量计进行肺容量检查,但功能残气及残气容积的检查须以氦稀释法或体积描记法测定。图 1-1 示肺容量的各个组成部分。

肺功能检查的数值受年龄、性别、身高、体重等诸因素的影响,以及受检查方法、仪器、患儿合作程度的限制,正常波动范围较大,其评价要结合临床考虑。通常以实测值占预计值 80%以下为呼吸功能减损,50%以下为呼吸功能严重减损。

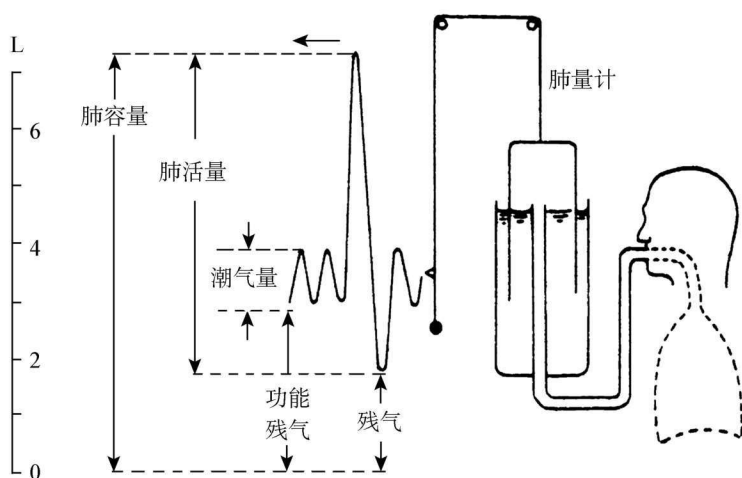


图 1-1 肺容量

(二) 功能残气量(functional residual capacity, FRC)

功能残气量(FRC)的重要生理功能是保持动脉氧分压的稳定。FRC 增大表示肺过度充气,如严重气道阻塞的肺气肿;FRC 降低表示肺容积减少,如肺实质病变。功能残气量决定于肺和胸壁的静态压力平衡,在婴儿,胸壁外向的伸展力很小而肺内向回缩力稍小于成年人,因此功能残气量较小,不利于气体交换。随年龄增长胸壁变硬,抵抗肺回缩,功能残气量增加。新生儿功能残气量相对较成年人小,成年人功能残气量在肺容量 30%处,而新生儿功能残气量在肺容量 10%处,呼吸道梗阻易于引起气道关闭。CPAP 的作用可使减小的功能残气量增加。由于婴儿功能残气量相对较小,肺内氧储备也相对小于成年人,但氧耗量却相对较高,因此易出现氧供给不足。高度柔软的胸壁使婴儿在呼吸负担增大时难以有效增加通气量。

(三)闭合气量

当肺容量为肺总量 30% 左右时,小气道有闭合倾向,在小气道开始闭合时的肺容量称闭合气量。气道闭合时使气体滞留,影响气体交换。肺病变使肺容量减低时,小气道口径变小,可引起早期气道闭合,使闭合气量增加,甚至超过功能残气量。

(四)呼吸无效腔与肺泡通气

呼吸无效腔是每次呼吸中未进行气体交换的部分。生理无效腔(dead space, VD)包括解剖无效腔和肺泡无效腔两部分,正常人肺泡无效腔甚小,生理无效腔与解剖无效腔几乎相等。生理无效腔占潮气量比例(VD/VT)是表明通气效率的重要指标,有重要临床意义。潮气量 $\times$ 呼吸频率=每分钟通气量。肺泡通气量是每分钟通气量减去无效腔通气量后的通气量,即代表有效通气量,是反应肺通气功能的一项基本指标。若代谢情况不变,肺泡通气量减少,动脉 CO₂ 分压(PaCO₂)将增高。

三、呼吸力学

(一)呼吸动力

呼吸过程中,肺泡与外界有压力差作为动力,气体才能进入肺内,为此需克服两方面的阻力,即肺和胸廓的弹性阻力(与顺应性和肺容量有关)及气体流动时的摩擦力(与气道阻力和气体流速有关)。新生儿出生后肺膨胀,第一次吸气开始,由于胸廓扩展,肺被牵拉,有回缩的弹力,胸腔内形成负压。正常人自主呼吸时,吸气由胸腔负压引起,为负压呼吸。机械呼吸时,气体被压入肺内,胸膜腔内压也因此变为正值。

(二)顺应性

呼吸器官的弹性阻力以顺应性表示,通常顺应性以单位压力改变所产生的体积变化表示。

$$\text{顺应性} = \text{潮气量} / \text{压力差}$$

顺应性表示方法不同,顺应性包括肺和胸壁顺应性。临床最

关心的是反映肺病变的肺顺应性,但测定方法复杂,临床常用的是肺和胸壁的总顺应性。有效动态顺应性较易测定,它是在应用呼吸机的患儿,根据吸气时压力的峰值和呼气终末的压力值(PEEP)得出的压差,计算顺应性。它除了反映肺和胸廓弹性阻力,还包括克服气道阻力成分。根据我们测定,不同年龄婴幼儿有效动态顺应性不同(表 1-2)。

表 1-2 不同年龄小儿有效动态顺应性

	例数	有效动态顺应性(ml/kPa)
新生儿	4	26.3 ± 6.6
1~2 个月	24	54.4 ± 16.7
13~24 个月	10	94.7 ± 29.3
25~41 个月	4	129.9 ± 20.4
总计	42	68.4 ± 34.5

(三)气道阻力

气道阻力以每秒(s)内通过 1L 气流所产生的压力差表示:

$$\text{气道阻力} = \text{压力差(kPa)} / \text{流速(L/s)}$$

气道阻力是非弹性阻力的主要成分,在管道中的气流为层流时,其阻力(R)与管道半径(r)的 4 次方成反比,与管道长度(l)及流体黏滞性(η)成正比,此即 Poiseuille 定律:

$$R = 8\eta l / \pi r^4$$

据此,临床影响气道阻力最重要的因素就是气道直径,因气道半径减半时阻力将增加 2^4 即 16 倍。

气道阻力通常用“阻断法”测定,患者是信号源,需很好地配合才能进行。近年发展的脉冲震荡技术(impluse oscillometry, IOS)将信号源外置,由振荡器产生外加的压力信号,通过测量呼吸系统因压力改变引起的气体流速变化,检测呼吸阻抗,具有

操作简便,无须患者配合的优点,仅需受检者几个自助呼吸波,就能快速得到呼吸阻力的各项参数,更适合在学龄前小儿应用。

(四)呼吸功

呼吸功是指呼吸运动时克服空气阻力所消耗的能量,单位焦耳。正常时呼吸功消耗于弹性阻力约 65%,非弹性阻力约 35%。机体可根据需要调节潮气量和呼吸频率。顺应性减低时,采取浅快呼吸,气道阻力增加时,采取慢而深的呼吸。机体以消耗最少的能量,做最小的呼吸功来维持呼吸频率。

(五)呼吸肌

呼吸肌对呼吸的作用,类似心脏对循环的泵作用,它是呼吸泵的动力,从出生后即不停止工作,直到呼吸停止。安静呼吸时,呼吸肌主要在吸气时起作用,膈是主要的吸气肌,膈肌收缩时牵拉中心腱向下,同时使下部肋骨向外、向上,胸腔体积增大。平静呼气是被动运动,主要靠肺和胸廓弹性回缩,气道阻塞时,用力呼气为主动运动,主要的呼气肌为腹肌,作用是压腹壁向内,增加腹内压,推横膈向上,并拉肋骨向下、向内,使胸廓变小。

呼吸肌的纤维有不同类型,成年人的膈肌一半为快速氧化型肌纤维,不易疲劳;早产儿和新生儿缺少不易疲劳的肌纤维,易于发生呼吸肌疲劳。呼吸肌疲劳是指肌肉在负荷下工作,能量消耗超过能量供给,引起肌力和速度的丧失,但休息后可恢复。呼吸肌疲劳是呼吸衰竭的潜在原因,当呼吸肌疲劳进一步发展,不能维持需要的通气,则为泵衰竭,导致 CO_2 潴留。临床通气衰竭的患儿,多有呼吸肌疲劳的因素。

(六)肺的时间常数

肺的时间常数是顺应性和呼吸道阻力的乘积,以秒(sec)为单位。它反映肺泡充满气体所需要的时间和肺泡充气后排出所需时间,是肺脏力学特征的重要参数。据计算,一个时间常数的时限,肺泡充气 63%,两个时间常数肺泡充气 87%,三个时间常

数肺泡充气 95%。肺泡全部充气或将气体全部排出需五个时间常数。

肺脏是由大小不同肺泡组成的,支气管的口径、长短也不一致,各肺泡单位的顺应性和阻力不尽相同,因此肺各部分的时间常数也不一致,这是肺脏通气不均匀的原因之一,也是动态顺应性和静态顺应性数值不同的基础。

四、肺 循 环

肺循环分两部分,右心室-肺动脉-肺静脉-左心房,是肺循环的主要部分,执行气体交换功能;支气管动脉是支气管和肺泡的营养血管。

(一)肺循环特点

为适应肺循环气体交换的主要功能,循环的血管具有管壁薄、长度短、口径粗的特点。肺泡的毛细血管网是全身最密的,且多吻合支与静动脉短路。由于肺泡的面积(成年人)有 70m^2 ,肺毛细血管内的血流是极薄的,非常有利于气体交换。

肺循环与体循环对缺氧的反应不同。缺氧时脑、心、肾部位血管扩张,在肺循环缺氧时引起血管收缩,这可减少肺通气障碍区域的血流量,改变通气/血流比例,改善缺氧状态。

(二)肺循环的压力

正常成年人肺动脉舒张压 8mmHg,收缩压 25mmHg,平均压 15mmHg。肺循环的低压是由其功能决定的。从减轻右心负担角度而言,肺动脉只要能将血液泵向全肺,即可完成气体交换。肺换气面积减少,肺循环阻力加大(如肺血管栓塞),肺血流量增加(如先天性心脏病),呼吸性酸中毒和缺氧等均可使肺动脉压增高,严重的肺动脉高压可导致心力衰竭。

五、肺的换气

肺完成气体交换须进行两方面工作。首先要将空气自外界