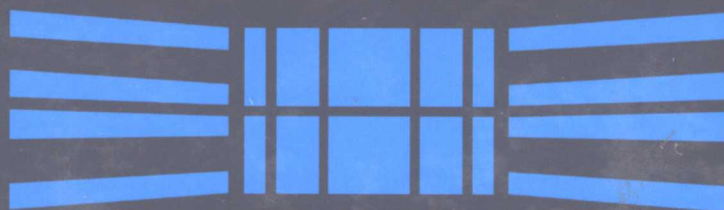


临床麻醉学

CLINICAL ANESTHESIA

第4版



原著 PAUL G. BARASH
BRUCE F. CULLEN
ROBERT K. STOELTING

主译 王伟鹏 李立环



人民卫生出版社

临床麻醉学

CLINICAL ANESTHESIA

第 4 版

原著 PAUL G. BARASH
BRUCE F. CULLEN
ROBERT K. STOELTING

主译 王伟鹏 李立环

人民卫生出版社

敬告：本书的译者及出版者已尽力使书中出现的药物剂量和治疗方法准确，并符合本书出版时国内普遍接受的标准。但随着医学的发展，药物的使用方法应随时作相应的改变。建议读者在使用本书涉及的药物时，认真研读使用说明，尤其对于新药或不常用药更应如此。出版者拒绝对因参照本书任何内容而直接或间接导致的事故与损失负责。

Clinical Anesthesia, 4e Paul G. Barash, et al.

© 2001 by LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, including photocopying, or utilized by any information storage and retrieval system without written permission from the copyright owner, except for brief quotations embodied in critical articles and reviews. Materials appearing in this book prepared by individuals as part of their official duties as U. S. government employees are not covered by the above-mentioned copyright.

临床麻醉学 第4版 王伟鹏, 李立环 主译

中文版版权归人民卫生出版社所有。本书受版权保护。除可在评论性文章或综述中简短引用外，未经版权所有著者书面同意，不得以任何形式或方法，包括电子制作、机械制作、影印、录音及其他方式对本书的任何部分内容进行复制、转载或传送。

图书在版编目 (CIP) 数据

临床麻醉学/王伟鹏等主译. —北京：人民卫生出版社，
2004. 10

ISBN 7 - 117 - 06389 - 0

I. 临… II. 王… III. 麻醉学 IV. R614

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 097538 号

图字:01 - 2002 - 0829

临 床 麻 醉 学

主 译：王伟鹏 李立环

出版发行：人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址：(100078)北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

网 址：<http://www.pmph.com>

E - mail：pmph@pmph.com

印 刷：北京人卫印刷厂(尚艺)

经 销：新华书店

开 本：889×1194 1/16 印张：88.5

字 数：3551 千字

版 次：2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号：ISBN 7 - 117 - 06389 - 0/R · 6390

定 价：252.00 元

著作权所有，请勿擅自用本书制作各类出版物，违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

序 言

从第一版《临床麻醉学》出版到现在已有十二年，这些年来它见证了我们专家曾经经历到的许多最重要的进步。在1989年“管理医疗（managed care）”成为了医疗保健的一个新名词；与之对应，在现代医疗和经济成本方面，管理在患者的处理中也变得越来越重要。目前，所有麻醉原因引起的死亡率已骤然降低，而且，当今的手术室已公认是医院中最安全的地方之一。麻醉医师是为患者提供及保证这种安全环境的先锋。我们原来沿用的技术正在改进，而新技术已为（美国）联邦政府和医学专家所接受。另外，麻醉医师作为“围术期医生”，已经开始参与和指导手术室以外的医疗工作，从术前评估门诊、术后重症监护病房到疼痛门诊，甚至包括导管室和内科介入中心等多元化的医疗实践。最终，危重监护和疼痛治疗都已成为麻醉学的亚专业。儿科麻醉学也在逐渐专业化，麻醉医师也可获得经食管超声心动图的执业证书，这些都是麻醉学飞速发展的结果。

正是在这种麻醉学快速发展和变化的背景下，我们编辑出版了第四版《临床麻醉学》。本书增加了一些新的篇幅，强调了手术室管理和消费控制，在安全方面，我们进行了大量的总结并加以强调，例如有关乳胶制品过敏问题等。最近，关于麻醉药作用机制的研究取得了很大进展，这些研究对新麻醉药的研制和应用起着重要的推动作用。在美国，建立麻醉前门诊正在集中成为一股潮流，因为它是一条通向手术室的重要通道。本书重点涵盖了如何有效地、合乎医学科学而且经济实用地提供医疗服务等内容。目前新药快速推出，加之有关不当和错误用药和医疗差错在社会上不断被公示及人们对草药制剂的日益关心，为了更合理用药，避免意外，我们及时增加一个有关麻醉药与其他药物相互作用的全新篇章。一些新的监测技术，如经食道超声心动图和经颅超声多普勒监测，在相关的心脏外科麻醉、神经外科麻醉和监测技术等章节进行了详细讨论。微创手术是对麻醉医师的新的挑战，同时也提高了我们对患者的治疗质量，因此，本书特别增加了一章来集中介绍微创手术及其麻醉管理，尽管有些撰稿人已经在他们各自的章节中涉及了微创管理内容。随着老年患者数量的增加，甚至一些并不复杂的

手术也对麻醉提出了很大的挑战，我们对老年病章节内容已经进行了重新修订，力图对麻醉医师提供一定帮助。在美国，因为创伤仍然是死亡与疾病的主要因素，所以与其相关的有关创伤麻醉的章节对创伤患者的治疗新进展进行了阐述。清醒镇静方案（conscious sedation protocols）不仅在手术室，而且在医院内相关治疗过程中广泛应用，在这些治疗中，麻醉师无疑将起着主导作用，本书相关章节为大家提供大量信息，以此为基础为我们进入这些领域提供理论准备。最近，麻醉学领域内，还没有像门诊麻醉（office-based anesthesia；译者注：美国医生多数在办公室看病并做简单处理）那样引起了如此多的注意与争论，权威人士就这一领域，在这种环境下使用麻醉药物的复杂性进行了详细总结。除了以上内容，本版书的其他各个章节均已经进行了全面的修订，其中对最新的信息和与当前临床麻醉处理的相关内容给予了重点强调。

《临床麻醉学》力求以清楚、简洁和易于临床应用的方式表述概念，这已成为它的鲜明特点。临床方面，我们在全美范围内荣幸地邀请到各领域的优秀专家撰稿。作为编者，我们已经删除了各章节之间的重复内容，并且力求展示麻醉学专业中已达成共识的内容，但是，偶尔也会将在管理患者方面冗长的甚至是有分歧的内容保留下来，因为它们也确实反映了麻醉实践中的现实情况。

我们希望读者能从新版《临床麻醉学》中有所收益，并且我们相信它将会改进您对这一领域和临床处理患者的理解。我们欢迎您对如何编写《临床麻醉学》和与其配套的手册、综述书籍和光盘等提出宝贵的意见与建议，以便尽可能地对临床医生、住院医生和学生有所帮助。

最后，我希望对为本版书的策划、编辑及出版付出辛勤劳动和无私奉献的所有人表示感谢！

Paul G. Barash 医学博士

Bruce F. Cullen 医学博士

Robert K. Stoelting 医学博士

译者序

麻醉学是临床医学中发展最快的学科之一，而且继续保持着高速发展的势头。虽然近几年我国有关麻醉学的专著层出不穷，但来自国外的经典麻醉学的译著并不多见。为了满足广大麻醉医师了解国外临床麻醉学的需求，人民卫生出版社委托我们组织翻译了 Paul G. Barash、Bruce F. Cullen 和 Robert K. Stoelting 教授主编的《临床麻醉学》(Clinical Anesthesia)。

《临床麻醉学》由美国各大医院的 110 多名著名麻醉学家编著，为欧、美及世界各地的麻醉医师使用最多的经典著作之一。翻译的版本为最新出版的第 4 版。该版不同于前三版，主要体现在“新”上。它不但介绍了麻醉学的基本理论、管理经验和操作技术，而且介绍了麻醉学中最新的概念及管理理念。该版除了介绍新药外，还强调了“成本—效益医疗管理”；不但新增了经食管超声心动图、经颅超声多普勒监测内容，而且介绍了微创外科及麻醉技术等。该版《临床麻醉学》体现出麻醉医师已不但是手术室内的患者生命的“保护神”，而且已成为参与患者围术期治疗的“围术期医师”，并逐渐形成疼痛治疗、重症监护、小儿麻醉等亚麻醉专业医师队伍。

我们将《临床麻醉学》翻译版介绍给中国广大的麻醉医师，特别是基层的和难以接触到原文的麻醉医师，不但作为学习临床麻醉学的参考书，而且作为了解西方及世界麻醉管理和发展的窗口。我们希望读者您能从本版书中有所收益，提高您对临床麻醉处理的理解，最终改善对患者的医治质量。

译者、编辑和出版社力求保证出版时本书中的药物选择和剂量符合当前推荐和实际应用的情况。但是，鉴于中、西方患

者的差异及正在进行的研究、政府规章的不同和有关药物治疗与药物相互作用的不断变化，我们建议读者用药时切忌生搬硬套，应认真核对药物说明，确定各种药物在适应证、剂量以及禁忌证和注意事项方面的改变，这在使用某种新药或非常用药物时尤其重要。另外，由于两国在文化、法律、法规、医疗保险、医院管理及宗教习俗等诸多方面存在差异，所以在患者治疗、管理上有一些不同之处，我们在翻译及校对过程中已经将原著中不适合我国国情的相关章节和段落做了删除或注解，但难免仍有一些不适合我国国情的地方，恳请读者在阅读时注意区别。

参加本书翻译的多数是已工作多年，并有在国外学习经历的麻醉医师和麻醉学硕士、博士研究生，审校人员均是具有高级职称的麻醉专家。在翻译和校对中尽力保持原版特点，努力达到“信、达、雅”。由于要求翻译时尽量忠实于原著，所以有些章节或段落难免语言表达生硬，敬请读者谅解。另外，由于翻译和理解水平有限，书中也难免有不当和错误之处，诚恳期望读者予以批评指正。

在此，我们要衷心地感谢阜外心血管病医院领导的指导意见和协调工作；感谢广大译者在繁忙的临床工作中利用业余时间完成大量的翻译和审校工作。

王伟鹏 李立环

2004 年 10 月

目 录

第一篇 麻醉学概论	1	第28章 胸科手术麻醉	723
第1章 麻醉学简史	3	第29章 心血管的解剖和生理	755
第2章 实验设计和统计学	21	第30章 心脏外科麻醉	783
第3章 手术室中的危险	33	第31章 血管外科手术的麻醉	827
第4章 职业责任、风险处理、质量控制	57	第32章 眼科麻醉	865
第5章 价值麻醉、资源利用及手术室管理	63	第33章 耳鼻喉科手术的麻醉	883
第二篇 麻醉学基本原理	85	第34章 肾脏与泌尿外科手术麻醉	897
第6章 麻醉的细胞与分子机制	87	第35章 麻醉与肥胖、胃肠道功能紊乱	927
第7章 酸碱、体液与电解质平衡	107	第36章 微创手术的麻醉	941
第8章 输血治疗与止血	141	第37章 麻醉与肝脏	955
第三篇 麻醉药理学基本原理	179	第38章 骨科麻醉	987
第9章 临床药理学基本原理	181	第39章 麻醉与内分泌系统	1003
第10章 自主神经系统：生理学和药理学	203	第40章 产科麻醉	1023
第11章 非阿片类静脉麻醉药	269	第41章 新生儿麻醉	1051
第12章 阿片类药物	285	第42章 小儿麻醉	1073
第13章 吸入麻醉药	313	第43章 老年病人的麻醉	1083
第14章 肌松药	351	第44章 门诊手术麻醉	1095
第15章 局部麻醉药	379	第45章 监护麻醉	1117
第四篇 麻醉准备	399	第46章 创伤与烧伤	1131
第16章 术前评估	401	第47章 变态反应	1169
第17章 罕见疾病及合并疾病患者的麻醉	419	第48章 药物相互作用	1181
第18章 恶性高热和其他药物遗传病	449	第49章 手术室外的麻醉	1195
第19章 术前用药	477	第50章 器官移植麻醉	1211
第20章 麻醉气体输送系统	491	第六篇 麻醉治疗	1237
第21章 呼吸道的管理	517	第51章 术后恢复	1239
第22章 手术体位	561	第52章 术后急性疼痛的治疗	1265
第23章 麻醉监测	589	第53章 慢性疼痛治疗	1295
第五篇 手术与麻醉	607	第54章 ICU：重症监护	1321
第24章 椎管内麻醉	609	第55章 心肺复苏	1341
第25章 外周神经阻滞	633	附录 心电图	1363
第26章 神经外科麻醉	657	中文索引	1371
第27章 麻醉与呼吸功能	703	英文索引	1389

第一篇

麻醉学概论

第1章

麻醉学简史

JUDITH A. TOSKI, DOUGLAS R. BACON,
ROD K. CALVERLEY

1846年10月16日医学界一场革命的序幕悄然拉开。这一天, William T. G. Morton 医师为一个叫 Edward Gilbert Abbott 的患者用乙醚实施麻醉, 然后外科医师在无痛状态下为该患者进行了一侧颈部血管病变切除术; 这开创了一个解除疼痛的新纪元, 对医学历史学者和麻醉工作者们都有着十分重要的意义。现今, 在手术室、战场、疼痛诊疗中心, 无数的患者得益于麻醉医师的治疗, 而麻醉医师的起源正可以追溯到这一重大事件。通过正确评价个人在麻醉学发展中的贡献, 彻底了解麻醉技术的发展史, 揭示解除疼痛的过程不仅仅是一门技术, 更是一门艺术。

麻醉的早期历史

史前阶段

以往在手术期间控制疼痛并不像今天这样受到重视。几个世纪以来, 人们一度用“残忍”来形容外科医师。尽管当时有一些外科医师承认他们的工作环境令人感到强烈不安, 但大多数医师对患者的痛苦习以为常。手术记录往往会省略掉对患者痛苦的评价。即使是权威的外科教科书也未把疼痛列入讨论的主题。在麻醉出现之前, Robert Liston 医师 1842 年出版“外科要素”一书, 详尽记述了关于四肢、头颈、胸和生殖器等处择期和急诊手术的方法, 却没有任何关于镇痛的讨论。

在乙醚麻醉应用于临床之前, 同 Liston 一样¹, 许多外科医师均认为疼痛是, 并将一直是手术本身一种不可避免的并发症。尽管如此, 仍有许多种不同的药物应用于临床以获得麻醉效果。Dioscorides 医师从公元 1 世纪就开始应用曼陀罗草 (mandragora, 毒参茄) 作为麻醉药, 即以曼陀罗草植物皮和叶用酒煮沸后过滤提纯, 应用于手术、烧伤的患者产生麻醉效果²。该药一直被应用至 17 世纪晚期。

从 9 世纪到 13 世纪, 在手术中缓解疼痛的主要方法是应用催眠海绵。将曼陀罗草叶连同黑颠茄、罂粟等草本植物放在一起煮沸, 熬好的药汁倒在海绵上, 在手术前将这种海绵用热水浸泡过放在患者的鼻子上吸入产生麻醉效果。从那时发表的一些报道来看, 这种海绵的主要成分是不同的剂量的吗啡和东莨菪碱³。除了应用“催眠海绵”外, 欧洲人还采取如催眠、灌酒精、吃草药或植物中的提取物、加压、冰冻等方法减轻疼痛。

11 世纪, 人们发现冷水和冰具有麻醉作用。17 世纪中叶, Marco Aurelio Severino 描述了“冰冻麻醉”: 把雪放在术野周围能产生几分钟的麻醉效果。但这种方法没能流行, 可能由于雪并非一年四季都有⁴。

乙醚在其麻醉作用首次公开演示前的几个世纪便已为人知。在 16 世纪, Paracelsus (1493—1541) 制备了乙醚化合物, 并观察到乙醚可以使鸡睡觉, 苏醒后无异常。他曾建议将乙醚用于疼痛的治疗。

在随后的三个世纪, 乙醚仅在很少的情况下用于治疗。英国著名科学家 Robert Boyle、Isaac Newton 和 Michael Faraday 曾观察过它的一些性质, 但未做持久的研究。乙醚仅作为一种便宜的药物用于消遣和取乐的目的。

同乙醚一样, 氧化亚氮也因具有轻微的令人兴奋作用被人所知, 人们经常为寻求刺激而吸入它。氧化亚氮应用不如乙醚普遍, 主要是因为制备和储存均很复杂。加热放入铁屑的硝酸铵产生的气体经水过滤去除有毒的亚硝基氧化物后生成氧化亚氮。氧化亚氮首先在 1773 年由 Joseph Priestley 合成, 他被列为化学界伟大的先驱之一。

18 世纪末在英格兰, 人们对富含矿物质的水和气体可能存在的增进健康的作用产生了极大的兴趣, 一些水和气体被认为能够预防和治疗疾病, 这导致了矿泉疗养院 (spas) 的发展。由于对气体治疗坏血病、结核及其他疾病的潜在作用有特殊的兴趣, Thomas Beddoes 在临近 Bristol 市 Hotwells 的一个小疗养院旁边开了一家呼吸研究所, 并于 1798 年雇用 Humphry Davy 进行研究工作。

Humphry Davy (1778—1829) 对多种气体进行了一系列的观察, 并把研究的重点放在氧化亚氮上。他和同事们用蒸汽机发明者 James Watt 专门为研究所设计的面罩吸入这种气体。Davy 还用该装置测定氧化亚氮的吸收率, 观察气体对呼吸系统和中枢神经系统的作用。他在 1800 年出版的《氧化亚氮》记载了这些研究结果和该气体的物理特性。现在这本专著中的一些偶然的观察结果, 如氧化亚氮可以短暂缓解剧烈头痛, 消除轻微的头痛, 短暂抑制剧烈牙痛, 以及书中偶尔提及的氧化亚氮在大量的手术中显示出具有抑制躯体疼痛的能力, 可能被用于血运不很丰富部位手术的镇痛⁵等, 还常被引用。他还给氧化亚氮取了一个绰号: 笑气。

在 Boston 市, 乙醚公开演示 20 年前, 一位英国内科医师 Henry Hill Hickman 专门研究了吸入麻醉药缓解手术疼痛

(1823—1824)。他给做实验的鼠和狗吸入了高浓度的二氧化碳,通过观察切割动物后的反应, Hickman 指出二氧化碳具有某些麻醉特性,但并不适用于临床麻醉。

在麻醉的发明史上还有三个人值得一提,他们是 Clarke、Long 和 Wells。William E. Clarke 曾于 1839 年学习化学,并经常吸乙醚或氧化亚氮取乐。1842 年 1 月, Clarke 在 Rochester 市用小罐给一个叫 Hobbie 的年轻女子吸入乙醚后,牙医 Elijah Pope 为她在无痛状态下拔除一颗牙齿⁶。Clarke 实施麻醉的那位女患者在出现歇斯底里后意识丧失。但 Clarke 并没有继续他的麻醉实验⁷。

两个月后,1842 年 3 月 30 日, Crawford Williamson Long (1815—1878) 在美国 Georgia 州通过一个小罐给患者 Venable 吸入乙醚后, Venable 在没有意识的情况下被切除了颈部的肿物⁸。作为一名乡村医师, Long 很少有机会实施乙醚麻醉。但他却是第一位进行比较麻醉药效果试验的人。他希望证明是乙醚产生了镇痛作用而不仅仅是个人的疼痛阈值高或是催眠的结果。在他需要为患者截除两个脚趾时,他在第二次手术中撤掉了乙醚,此时患者感到剧痛,并强烈表示愿意应用乙醚。然而 Long 直到 1849 年才将他的发现发表。

与 19 世纪中叶乡村医师很少有机会进行手术的情况不同,城市的牙医们经常遇到患者因为怕痛而拒绝拔牙。一些牙医开始寻找新的缓解疼痛的办法。美国 Connecticut 州的 Horace Wells (1815—1848) 发现了被其他人忽略的氧化亚氮的镇痛作用。他观察到一个叫 Samuel Cooley 的青年在吸入氧化亚氮后并没有意识到自己撞伤了腿,从而想到氧化亚氮可用于牙科手术镇痛。1844 年 12 月, Gardner Quincy Colton 在科学巡演中准备了氧化亚氮并鼓励观众吸入, Wells 同 Colton 取得联系并大胆在自己身上做实验。Colton 给 Wells 吸氧化亚氮后 Wells 的助手 William Riggs 为他拔除了一颗牙⁹。Wells 醒来后说自己并未感到疼痛,证实试验是成功的。Colton 教 Wells 制备氧化

亚氮,并在患者的嘴中放一根木管,通过这根木管患者可以重复吸入储存在小袋中的氧化亚氮。氧化亚氮被成功地应用于牙科实践。然而几个星期后的 1845 年 1 月, Wells 在哈佛医学院进行的一次拔牙的麻醉演示却失败了。原因可能是因为紧张,麻醉未充分时便进行了拔牙术。Wells 被认为是麻醉的主要先驱,因为他是第一个认识到氧化亚氮麻醉作用的人,氧化亚氮是 19 世纪发现的麻醉药中惟一应用至今的。

William T. Morton

新英格兰移民 William Thomas Green Morton (1819—1868) 曾向 Horace Wells 学习过一些关于麻醉的课程,后又到 Boston 市师从 Charles Jackson 学习乙醚麻醉。乙醚后来被证明比氧化亚氮有更多的优点。

在注射器和无菌技术发明以前,具有起效迅速、效果明显、苏醒迅速特点的麻醉药便是吸入药。在已有的几种吸入药中,乙醚是最好的一种:瓶装液体乙醚易于运输;良好的挥发性能;易于吸入;产生麻醉作用所需的浓度低,患者在吸入空气时也不会出现低氧血症;后来认识到乙醚拥有所有其他吸入麻醉药不具备的惟一特性——麻醉剂量不引起呼吸、循环抑制;诱导速度慢,给患者提供了一个大的安全范围,医师也更容易掌握乙醚麻醉的新技术¹⁰。

在成功地为宠物狗和诊所里的患者实施乙醚麻醉后, Morton 获得邀请在麻省总医院 (Massachusetts General Hospital) 做公开演示。1846 年 10 月 16 日, Morton 获准,在外科医生 John Collins Warren 为一个叫 Edward Gilbert Abbott 的患者行左颈部血管病变切除术前为该患者实施麻醉。Morton 制作了一个乙醚吸入器 (图 1-1),包括一个大的球形玻璃容器,内装浸泡了已染色乙醚的海绵,容器的一端伸出一个管子连接患者的嘴部,另一端开一个口,当患者每次呼吸时空气便会补充进来。

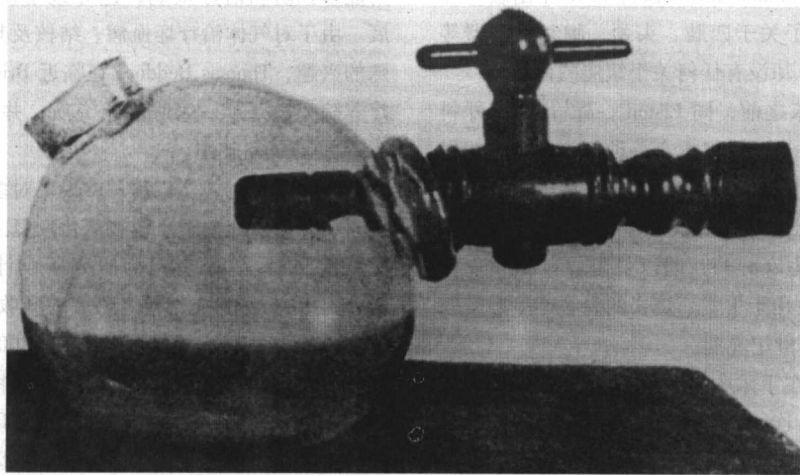


图 1-1 Morton 的乙醚吸入器 (1846)。

Gilbert Abbott 后来回忆说:他知道在进行手术,但没有感到疼痛。在手术结束时, Warren 向观众们宣布:“先生们,这里没有欺骗,这完全是真实的¹¹。” Oliver Wendell Holmes 很快

建议用“麻醉”一词来形容这种短暂的感觉消失状态。

当 Morton 麻醉技术的细节被公布于众后,消息传遍美国及世界各地,麻醉很快在英国、法国、俄罗斯、南非、澳大利

亚开始实施。尽管外科手术可以在无痛、睡眠下进行，手术数量并没有迅速增长。几年以后，麻醉才在全球普及。

产科患者的“福音”

James Young Simpson 是苏格兰 Edinburgh 市一个成功的产科医师，是应用乙醚行分娩镇痛的先驱之一。但他对乙醚的效果不很满意，开始寻找令患者更舒适、起效更快的麻醉药。他带领同事为寻找新的吸入麻醉药进行了大胆的试验，亲自吸入英国药剂师为他们收集的多种挥发性化学物质，其中包括 David Waldie 推荐的氯仿（1831 年首次合成）。1847 年 11 月 4 日在 Simpson 的家中，Simpson 和他的朋友们吸入了这种气体，很快就丧失了意识，苏醒后他们对这个成功发现兴奋不已。两个星期后，他便把关于首次应用的报告投递至《柳叶刀》（*The Lancet*）杂志。尽管 Simpson 把氯仿引入临床，并成为在妇女分娩时应用麻醉药的支持者，但他自己实施麻醉时用的药量很少，他的目的仅仅是使患者在做手术或分娩时感到更舒适。

关于分娩时是否应给予麻醉的问题在 19 世纪受到宗教观点的影响。Simpson 强调分娩痛是生理和解剖的科学原因所致，而不是宗教惩罚的结果，他认为直立行走的人必须有强健的骨盆肌肉来支撑腹部内容物，因此子宫的肌肉必须很发达并产生强有力的收缩才能克服骨盆肌肉的阻力而顺利分娩，而正是子宫的强烈收缩产生了疼痛¹²。Simpson 的观点引起不同的反响。Samuel Ashwell 医生在《柳叶刀》上发表社论批评他的观点，许多医师随声附和，其中也包括一些出于医学目的反对分娩麻醉的人。总之，Simpson 并没有能改变关于分娩疼痛的主流观点¹³。只有 John Snow（1813—1858），这位与 Simpson 同时代的英格兰人，通过两次用氯仿为 Victoria 皇后分娩镇痛而使自己成为著名的产科麻醉医师¹⁴。此后，关于分娩时应用麻醉是否合适的争论也从此停止。

第一位麻醉医师：John Snow

John Snow（图 1-2，略）是一位内科医师，发表了多篇生理方面的论文。他对麻醉很感兴趣，他基于对患者反应的观察提出乙醚麻醉分期和程度的概念，直到 70 年后才被修改。

Snow 不仅使对麻醉生理的认识加深一步，而且促进了麻醉器械的研发。在从事麻醉两个星期后，Snow 设计出第一台制作精巧的乙醚吸入器¹⁵。他设计的最出名的器具便是带有一个单向活瓣，具有可塑性，与患者的口鼻相匹配的面罩，它与现代的面罩已非常近似（图 1-3）。面罩通过一个呼吸管与挥发器（图 1-4）相连¹⁶。

第二年，John Snow 发明了氯仿吸入器，他认识到氯仿有诸多优点，更愿意应用氯仿麻醉。与此同时，他进行了一系列特殊的实验观察，这些实验的视角和方式方法都是惊人的，可以同一个世纪后精确复杂的科研方法相媲美。Snow 认为一个好的麻醉药不应仅能消除疼痛，更应具有较好的抑制躯体运动



图 1-3 John Snow 的面罩（1847）。呼气活瓣能向上翘起使患者呼吸空气。

的作用。他克服当时技术条件的不足，用不同浓度的乙醚和氯仿对多种动物进行麻醉，测算动物对强烈刺激不产生体动的麻醉药浓度，即现代概念的最低肺泡有效浓度（MAC）¹⁷。Snow 评价了大量有麻醉潜能药物的麻醉作用，尽管没有发现比氯仿或乙醚优越的麻醉药，但测算出吸入麻醉药溶解度、蒸气压和麻醉强度之间的关系。他的结论当时并未受到足够的重视，直到二次世界大战后，Charles Suckling 利用 Snow 的原理合成氟烷。Snow 还制造了一种实验性的紧密循环装置，他本人用此装置吸入氧气，呼出的二氧化碳被氢氧化钾吸收。Snow 出版了两本很有影响的著作：《乙醚吸入麻醉》（1847）和《氯仿及其他麻醉药》（1858）。

John Snow 之后 19 世纪的英国麻醉

19 世纪后半叶，人们随机研究了许多种化合物的麻醉性能，但均以失败告终。在 1844 年到 1847 年间偶然发现的氧化亚氮、乙醚、氯仿一直应用了几十年。后来氯乙烷和乙烯作为麻醉药被常规应用，它们的发现也充满了偶然性。氯乙烷和乙烯在 18 世纪合成，在乙醚麻醉作用发现后，曾在德国观察是否具有麻醉作用，但几十年来一直未被重视。氯乙烷曾一度被用作表面麻醉药和抗刺激药，当氯乙烷洒在皮肤上后迅速挥发掉使皮肤“冰冻”。在 1894 年，一次偶然的机会使氯乙烷重新被用作麻醉药。当时，瑞典的一名牙医 Carlson 把氯乙烷喷在患者的嘴里来“冰冻”牙齿的脓疮，却惊奇地发现患者迅速失去了意识，后来氯乙烷成为一种常用的吸入麻醉药在许多国家应用。

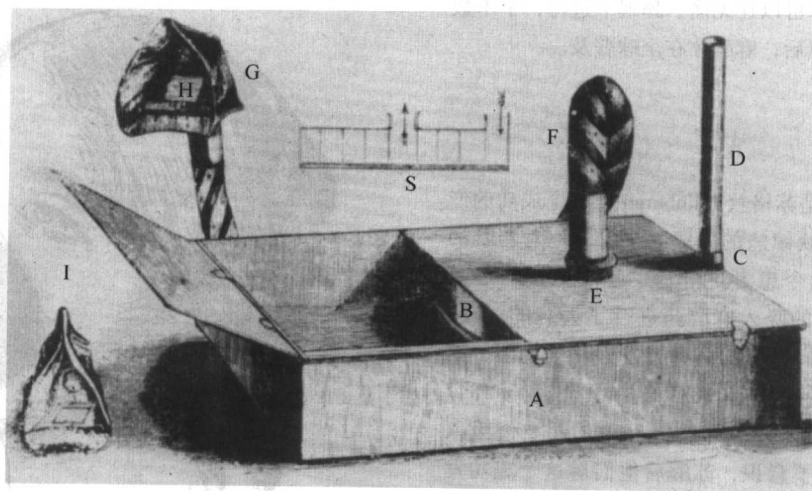


图 1-4 John Snow 的乙醚吸入器 (1847)。装乙醚的腔 (B) 中包含一个螺旋圈, 这样从铜管 (D) 进入腔中的空气将被乙醚饱和然后经向上的软管 (F) 流向面罩 (G)。乙醚腔放在热水浴 (A) 中。

在 1858 年 John Snow 去世后, Joseph Clover (1825—1882) 成为伦敦首席麻醉医师 (注: 在美国 19 世纪的麻醉医师称为 anesthetist 而 20 世纪为 anesthesiologist, 在英国和加拿大的麻醉医师则一直为 anesthetist, 因为他们未受到来自麻醉护士的竞争)。他在为患者实施麻醉时用手触摸患者的脉搏 (图 1-5)。这是 1860 至 1880 年间最先进的麻醉方法。对于监测患者脉搏, 现代的临床医师会很容易接受, 且已被视为一种保障安全的简单的常规方法, 但在那时却颇受非议。Clover 强调应重视氯仿对心脏的副作用, 但遭到了 Baron Lister 等苏格兰主要外科医师的批评, 他们在指导高年级医学生实施麻醉时主张“要密切观察呼吸等简单指征, 不要去摸脉搏以免转移注意力¹⁸。” Lister 还建议: “表面上看事先检查胸部是必不可少的, 其实不必要, 预先警告患者更易使其发生晕厥¹⁹。”在这种氛围下麻醉进步缓慢。相反, Clover 通过观察氯仿对动物的作用后劝其他麻醉医师持续监测患者脉搏, 一旦脉搏出现不规则或变得衰弱应暂时停止麻醉。

Clover 是第一个通过 Clover 袋 (图 1-5) 知道氯仿浓度而实施麻醉的人。从风箱泵出一定容量的空气通过装有已知容量氯仿液的可加热的挥发罐, 可以得到浓度为 4.5% 的氯仿气体, 这个装置的特征是具有弹簧支撑的由象牙制成的呼吸和吸气活瓣, 面罩部位的活瓣可以使麻醉药被空气稀释。1868 年, Clover 报道 1 802 例应用该装置实施麻醉的人无一例死亡, 但是在后来的回顾研究中, 他报告了远期致死性, 他认为死亡的原因是没有认识到稀释氯仿的的空气的容量计算错误²⁰。1870 年后, Clover 更偏爱应用氧化亚氮—乙醚混合气进行麻醉。他设计的这种手提式的麻醉装置在他死后几十年仍普遍应用。

Clover 不仅在研究麻醉药方面做了很多工作, 还十分精通气道管理。他是第一个主张把患者的下颌向前抬起以克服舌后坠引起上呼吸道梗阻的英国人, 该方法现在世界通用。在气管插管首次在麻醉中应用前, Clover 在 1877 年发表了一篇里程碑般的个案报道。患者口腔内长了一个肿物, 麻醉后尽管托起患者的下

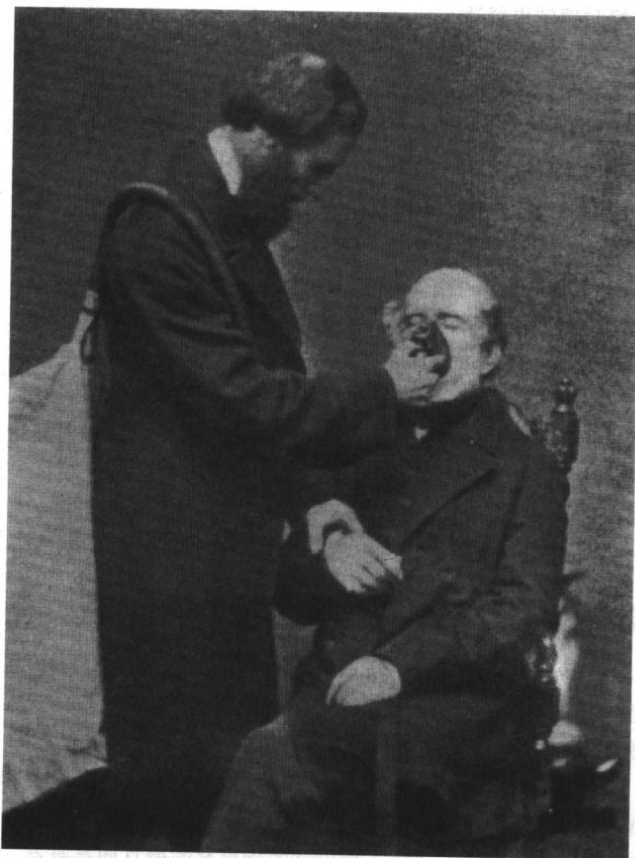


图 1-5 Joseph Clover 通过 Clover 袋的软管输出空气和氯仿麻醉患者。

颌肿物仍完全阻塞了气道, 他经患者的环甲膜放置了一根自己设计的细的可弯曲的导管, 通过这根导管维持呼吸并完成麻醉直到肿物被摘除。Clover 后来说: “在此前我虽从未用过这种导管, 在我做过的数千例麻醉中, 它却一直是必备物件之一²¹。”

Clover 的麻醉记录和发表的文章强调要时刻关注患者生命安全, 且能够准确预料患者可能发生的情况, 并做出有效、细

致的准备。

Frederick Hewitt (1857—1916), 最早于 1884 年在伦敦的一家医院获准实行麻醉。他后来被誉为 30 年来英国最优秀的麻醉学家。Hewitt 改进了便携式乙醚和氧化亚氮吸收器。认识到氧化亚氮和氧气混合会导致缺氧, 他设计了第一台能按不同比例输送氧气和氧化亚氮的麻醉机。通过他的影响力确保麻醉作为英国所有医学院课程, 他的专著《麻醉药及其应用》在 1893 年首版, 随后又发行了 5 版, 被认为是第一本真正意义的麻醉学教科书。在 1908 年, Hewitt 发明了一种麻醉时放入口中帮助通气, 解除上呼吸道梗阻的重要器具——“气道开通器”, 开创了人工气道辅助通气的先河。

19 世纪晚期的美国麻醉

在 19 世纪后半叶, 美国的麻醉从业者没有获得英国同行那样的成就可能有多种原因。在美国, 乙醚是主要的麻醉药, 而实施麻醉的人往往是医学生、初级医师、护士和一些非专业人士。美国的这种麻醉处于从属地位的状态, Thomas Eakins 的著作《十字门诊》(1876) 和《爱格纽诊所》(1889) 都把外科医师作为关注的焦点, 而实施麻醉的人处于从属地位。

然而正是在这个时期美国人使氧化亚氮重新应用于临床。向 Horace Wells 介绍过氧化亚氮麻醉的 Gardner Quincy Colton 从 California 州回来后组建了 Colton 牙科协会。在东部的几个城市他开办的牙科诊所中都配备有吸氧化亚氮的袋子, 这可能是从 Wells 失败的经历中获得经验, 袋子容积为 30 升²²。

Colton 发现如果不被氧气或空气稀释, 氧化亚氮将使人窒息。第二年, Chicago 市的外科医师 Edmund Andrews 观察研究氧—氧化亚氮混合气后证实如果大脑得不到供氧的话, 氧化亚氮将没有麻醉作用。尽管应用氧—氧化亚氮混合气麻醉很安全, 但不便之处是患者一般需被邀请到他的家中, 因为在闹市中带着一个大气袋子既招眼又尴尬²³。四年后 Andrews 报道用 750 磅压力将氧化亚氮液化, 这样携带一小罐就足以麻醉三个患者。早期尽管 Andrews 对此充满热情, 但很少有外科医师应用氧化亚氮麻醉, 直到 19 世纪末麻醉的另一伟大贡献——区域麻醉出现后, 氧化亚氮结合区域麻醉才开始广泛应用。

19 世纪区域麻醉的发现

可卡因从可卡叶中提取, 是第一种被发现的局部麻醉药。几个世纪前在秘鲁, 人们已经知道可卡叶具有使粘膜和暴露组织麻木的作用, 在那里民间的外科医师在行颅骨环锯术时把可卡叶嚼碎, 把汁液滴在患者的创面上, 这是一种独特的麻醉方式, 患者和医师同时分享药物的麻醉作用。当 Albert Niemann 从可卡叶中提纯出活性生物碱可卡因后, 许多学者进行了实验研究, 发现可卡因有表面麻醉及注射部位的局部麻醉作用, 1884 年维也纳的外科实习医师 Carl Koller 将该药用于临床。

Carl Koller (1857—1944) 的成功与他从事眼科学专业的经历有关。当时虽然乙醚麻醉已发现 40 多年, 但面罩吸入乙

醚行全身麻醉用于眼科手术有诸多限制, 如被麻醉的患者往往不能够与外科医师合作; 麻醉设备侵占视野影响操作; 当时由于缝合技术受限, 眼睛手术切口都不缝合, 氯仿和乙醚麻醉后经常发生呕吐可引起眼球内容物突出导致永久性失明, 因此眼科的多数手术都是在没有麻醉下进行的。

在作医学生时, Koller 曾在维也纳的一个实验室工作, 试图发现眼科表面麻醉药以克服全麻的限制, 但吗啡、水合氯醛等药物都无效。

1884 年, Koller 的朋友 Sigmund Freud 对可卡因的中枢刺激作用产生了兴趣, 并用信封装了少许样本送给他。Koller 无意间舔了舔漏出的可卡因粉, 结果舌头变麻木了。此后他在实验室制备了可卡因晶体悬液并观察了药液对青蛙、兔、狗眼睛的麻醉作用。当把药液滴在自己的角膜上, 令他们喜出望外的是, 眼睛对针刺没有感觉²⁴。

1884 年 9 月 15 日在汉堡举行的德国眼科大会上, Koller 的朋友在大会上宣读了他的论文, 掀起了眼科及其他学科手术方式的革命。第二年在欧洲和美国的医学杂志上出现了 100 多篇支持应用可卡因的文章。

美国的外科医师们迅速拓展了可卡因的应用领域。1884 年 10 月报道可卡因能有效麻醉鼻腔、口腔、喉、气管、直肠和尿道, 次月发表了皮下注射可卡因的报道。1884 年 12 月, 两位年轻的外科医师 William Halsted 和 Richard Hall 报道可卡因能阻滞面部及手臂感觉神经, Halsted 甚至进行了臂丛阻滞, 但他是在患者行吸入全麻后直视下操作的。不幸的是, 由于具有成瘾性, 用可卡因进行自身试验是很可怕的。

19 世纪末尝试了其他局部麻醉技术。神经科医师 Leonard Corning 吸取了 Hall 和 Halsted 的经验, 在 1885 年创造了“脊髓麻醉”。Corning 为了评价可卡因对治疗神经疾病的特殊作用, 他首先用该药对狗行脊髓麻醉, 发现很快产生了阻滞效果并使狗后腿运动迟缓; 然后他又用该方法治疗一个手淫成瘾者, 首量无效, 在第二个剂量应用后患者的腿“有了睡觉的感觉”, 大约 20 分钟后, 患者的下肢失去了感觉²⁵。尽管 Corning 在上述两例中均没有谈到有脑脊液漏出, 但可能对狗进行的是脊髓麻醉, 而对人实施的是硬膜外麻醉。Corning 并没有描述该治疗的益处, 而是把注意力集中在可卡因麻醉能否成为泌尿生殖外科乙醚麻醉的一种替代方法上²⁶。

另外两位作者 August Bier 和 Theodor Tuffier 记述了真正的脊髓麻醉, 其中提及脑脊液漏出及注入可卡因后短时间起效。通过比较 Bier、Tuffier、Corning 文章的原文, 可以认为 Corning 实施的是硬脊膜外注射, 而 Bier 应是最早行脊髓麻醉的人²⁵。

进入 20 世纪

脊髓麻醉

14 年后, 脊髓麻醉用于外科手术。在这期间, 德国 Kiel 的 Heinrich Quincke 介绍了他的腰椎穿刺技术。他建议在第 3 或 4 腰椎间隙穿刺是最安全的, 因为这一穿刺点要比脊髓的终

止点低,不会损伤脊髓。1899年,外科医师 August Bier 在 Kiel 第一次应用 Quincke 的技术实施了脊髓可卡因麻醉。他在 6 个患者的鞘内注入少量可卡因,但因为有一些患者在手术时仍疼痛大叫而另一些则出现了呕吐、头痛, Bier 认为有必要进行一次临床试验。

Bier 教授允许他的助手 Hildebrandt 医师为他行腰椎穿刺,但当穿刺针穿过硬脊膜后, Hildebrandt 没能及时用注射器塞上穿刺针,致使大量脑脊液流出。Hildebrandt 自愿成为第二个受试者。他们取得了惊人的成功, Bier 这样记录:“23 分钟后,铁锤重重砸在胫骨上都没有感到疼痛。25 分钟后,大力挤压、拉拽睾丸也不疼²⁷。”当晚,两个人都发生了剧烈的头痛。他们最初将此归罪于庆祝时狂欢过度,但在床上休息了 9 天后, Bier 的头痛才缓解。Bier 后来认为头痛是因为大量的脑脊液丢失所致,要求以后应尽力避免。粗穿刺针引起较高的并发症发生率以及可卡因所致的毒性反应是 Bier 后来对脊髓麻醉失去兴趣的主要原因。

其他国家的外科医师很快开展了脊髓麻醉法,他们的观察有许多相关之处。法国人 Theodor Tuffier 最早发表 125 例的系列研究,他建议药液应该在看见脑脊液流出后注入脊髓鞘内。最早报道脊髓麻醉的美国人 New Orleans 市的 Rudolph Matas,他的第一个患者出现麻醉后假性脑膜炎,后来他应用 Philadelphia 市(费城) E. W. Lee 推荐的密封灭菌药液和 Halsted 提倡的戴灭菌手套,结果大大降低了这一常见并发症。1899 年, San Francisco 市的 Dudley Tait 和 Guidlo Cagliari 对动物和行脊柱矫形治疗的患者进行了实验研究,他们建议应用优质针头来减少脑脊液漏出并且提倡穿刺前对皮肤及深部组织进行局部浸润麻醉,在此前该方法也曾由 William Halster 提出。最先提出浸润麻醉的是柏林人 Carl Ludwig Schleich。1900 年,美国早期麻醉学家 Ormond Goldan 发表了一篇很好的“可卡因脊髓麻醉”过程的麻醉记录。同年, Heinrich Braun 将一种新的肾上腺提取物——肾上腺素用于延长局麻药的作用时间获得很大成功。Braun 开展了多种神经阻滞方法被欧洲专家们称做“传导麻醉之父”。Braun 还是第一个应用普鲁卡因的人,普鲁卡因是最早的替代毒性较大的可卡因的合成局麻药之一。随着普鲁卡因和其他合成局部麻醉药的出现,推动了脊髓麻醉的进一步发展。

1907 年以前,许多麻醉医师对脊髓麻醉药效果不佳感到失望。在伦敦的外科医师 Arthur Barker 解释原因之前,大部分人认为药物的传播仅仅是通过局部扩散²⁸。Barker 依据人体脊柱曲线的形状制造了一个玻璃管,溶液从一个 T 型接头注入腰部,染色溶液可显示其播散范围是否受限,他在局麻药液中加入 5% 的葡萄糖使之成为高比重液,患者的头放在枕头上能使麻醉药在乳头平面以下。Lincoln Sise 在 1935 年认同 Barker 的工作,并推荐应用可卡因的高比重液。John Adriani 在 1946 年应用高比重液进行鞍区阻滞及会阴部麻醉更加创新了此概念。当 Adriani 的患者注射药液后始终保持坐位使药物依比重下降至骶部神经。

Tait、Jonnesco 和其他早期脊髓麻醉的精英们都应用颈部

穿刺行脊髓麻醉进行甲状腺切除术或其他胸科手术,但此法在 1928 年被 G. P. Pitkin 通过腰部注射低比重的地布卡因(nupercaine)所取代。低比重液应用于胸部手术需要技巧和精确的时间掌握,低比重液麻醉的热衷者们设计了一个公式,能预测从腰部注射已加热的低比重地布卡因溶液后传播到胸 4 平面为止到达各平面需要多少秒的时间。

常见的问题是单次脊髓麻醉的作用时间不够长,为解决此问题, Philadelphia 市的外科医师 William Lemmon 在 1940 年报道了一种行连续脊椎麻醉的装置²⁹。患者先是侧卧位, Lemmon 用一根可塑的银制针头进行腰椎穿刺,成功后将该针留在腰部,当患者改成仰卧位后,针的另一端通过床及床垫上的孔留在外面,通过它连续注入局麻药。1942 年 Waldo Edwards 和 Robert Hingson 改进 Lemmon 的可塑银针用于产科手术的连续骶管麻醉,这种针已不很繁赘且应用更普遍。1944 年 Mayo 诊所(Mayo Clinic)的 Edward Tuohy 对连续脊椎麻醉技术进行了两项重要改进,他通过现在人们很熟悉的 Tuohy 针头放入一根已抛光过的丝制输尿管导管,通过此导管注入需添加的局麻药³⁰。

硬膜外麻醉

1949 年,古巴哈瓦那的 Martinez Curbelo 应用 Tuohy 穿刺针和一根输尿管导管实施了第一例连续硬膜外麻醉。丝质和橡胶的弹性导管不易消毒,在硬膜外存留期间会造成感染,后来被易于消毒的塑料管取代。然而,在连续技术使硬膜外麻醉得以普及的几十年前,曾有人偶尔进行单次硬膜外麻醉。在 20 世纪初,两位法国医师分别试验了骶管麻醉,神经科医师 Jean Athanase Sicard 将此法应用于非外科手术——缓解背部疼痛, Fernand Cathelin 应用骶管麻醉作为替代脊髓麻醉的一种低危险方法行疝气缝补术,他还通过给狗的骶管注入印度墨水证实硬膜外腔中止在颈部。在 Pagés-Dogliotti 的单次注射技术问世之前,进行多点的椎旁神经阻滞仅采取腰部入路,由于 Pagés 和 Dogliotti 是分别工作的,因此该技术用他们两人的名字命名。Fidel Pagés 上尉在 1921 年成功进行了各部位单次硬膜外麻醉注射的表演,但论文在西班牙的军事杂志上发表不久他便去世了³¹。十年后意大利 Turin 的 Achille M. Dogliotti 写了一篇经典的论文使硬膜外麻醉技术广为人知³²。时至今日 Pagés 的感觉法, Dogliotti 的阻力消失法识别硬膜外间隙仍在为人所用。

20 世纪的区域麻醉

四肢手术推动了其他区域麻醉技术的发展,最初这些技术往往与全身麻醉联合应用。1902 年, Harvey Cushing 在全麻期间直视下行臂丛或坐骨神经阻滞以减少全麻药用量及缓解术后疼痛,他把此技术称为“区域麻醉(regional anesthesia)”³³。在 Harvey Cushing 的相关文章发表的 15 年前,另外一位极力主张全麻期间合并应用区域和浸润麻醉的人 George Crile,就曾提出此观点以减少手术的应激。

脊髓麻醉的先驱 August Bier 医师在 1908 年报道了用普鲁卡因行静脉局部麻醉的技术——在缠有两条止血带之间的上肢静脉内注入普鲁卡因。尽管此技术被命名为 Bier 阻滞，但几十年来一直没被应用，直到 55 年后被 Mackinnon Holmes 改进才重新在临床应用。Holmes 先用驱血法把血驱至肢体远端然后在近端扎一根止血带，他应用的是 1943 年由瑞典人 Lofgren 和 Lundquist 合成的非常成功的酰胺类局麻药——利多卡因。

一些观察者发明了麻醉上肢的经皮臂丛神经阻滞技术。1911 年，Hirschel 基于对腋区解剖的熟悉提倡“盲法”腋路注射。同年，Kulenkampff 提出经锁骨上入路行臂丛神经阻滞，进针方法是穿刺针到达第一肋及胸膜表面寻找神经丛的异感。Kulenkampff 的方法有气胸的危险，使得 Mulley 尝试能更好阻滞近端的椎旁入路法，即现在人们熟知的 Winnie 阻滞法的前身。

Heinrich Braun 编写了最早的局部麻醉教科书，英文版在 1914 年问世。1922 年后，Gaston Labat 的著作《区域麻醉》控制了美国市场。Labat 从法国移民到美国先在 Mayo 诊所短期工作后长期在 New York 市的 Bellevue 医院工作，在那里，Labat 同 Hippolite Wertheim 合作创立了美国区域麻醉学会。Labat 去世后，Emery A. Rovenstine 接替他的工作，Rovenstine 创立了美国第一个慢性疼痛治疗中心，并与同事们一起改进了缓解疼痛的松解性和治疗性注射技术，还通过美国区域麻醉学会将疼痛治疗的知识传遍美国³⁴。

多方法疼痛治疗的发展是著名的区域麻醉技术教师 John J. Bonica 对麻醉学的诸多贡献之一。当他在军队、地方及华盛顿大学工作期间，制定了一整套慢性疼痛患者治疗的改进方法，他的著作《疼痛治疗》现已发行第三版，是麻醉的经典文献。

麻醉的安全性

19 世纪末和 20 世纪初是麻醉学在很多方面寻求安全性的时期。应用综合监测方法增加了患者安全性。麻醉机及其配件的革新也增加了输出麻醉药的精确性和安全性。此外，心电图、动脉血气分析、脉搏血氧仪等监测手段的广泛应用大大减低了手术意外的发生率和死亡率，使重患者能够安全地进行大手术。气管内插管取代大部分面罩通气，使麻醉医师在全麻过程中能更多关注患者其他方面的情况。19 世纪末到 20 世纪术中镇痛方面的进步提高了患者医疗质量，促进了外科技术的发展。

麻醉安全性增加的重要一点体现在麻醉机的进步上，通过麻醉机能够向患者提供已知浓度的气体和挥发性麻醉药。19 世纪末美国和欧洲制造出可移动立式麻醉机。三位美国牙医兼企业家 Samuel S. White、Charles Teter 和 Jay Heidbrink 发明了第一代应用氧化亚氮和氧气高压钢瓶的麻醉机。1900 年前，White 公司将 Hewitt 麻醉机改进成连续气流麻醉机上市销售，1903 年 Teter 又对此机进行改进，1912 年 Heidbrink 为其添加了限压阀门。同年，哈佛大学的 Frederick Cotton 和 Walter

Boothby 发明了水泡式流量仪能够估计气体和流量比例。New York 市的 James Tayloe Gwathmey 把 Cotton 和 Boothby 的麻醉机改进成实用的便携式麻醉机并在 1912 年伦敦的医学年会上进行了展示。伦敦麻醉医师 Boyle 在 Gwathmey 麻醉机的基础上制造出第一代 Boyle 麻醉机，由 Coxeter 和 British 氧气公司上市出售。同一时期在 Lubeck，德国人 Heinrich Draeger 和他的儿子 Bernhaard 采用压缩气体技术制造出乙醚、氯仿—氧气麻醉机，此技术原本应用于矿山救援。

第一次世界大战后，美国制造商们不断开发更先进的麻醉机。一些公司由牙科医师开办，如 Heidbrink 和 Teter，另一些由外科医师创办，如 Karl Connel 和 Elmer Gateh。Richard von Foregger 是一名工程师，他在医师的建议下改善了麻醉机的性能。1910 年，Elmer Mckesson 成为美国首席麻醉学家之一，他改进了一系列气体麻醉机。在可燃性吸入麻醉药占主流的时代，Mckesson 应用不可燃的氧化亚氮麻醉，他采用间断加入少量氧气的办法克服 100% 氧化亚氮诱导的局限，如果出现较严重的发绀，Mckesson 按一下他发明的氧气阀便会有少量氧气进入循环气。尽管此种间断加氧的氧化亚氮麻醉技术已不再应用，但快速充氧阀却是 Mckesson 的重要遗产之一。

二氧化碳吸收器是麻醉机的重要组成部分。最初应用的目的是重复吸入麻醉气体以最大限度地减少可燃性气体漏入手术室，减少爆炸的危险，现在的目的是减少麻醉药用量避免浪费。1906 年德国的外科医师 Franz Kuhn 首次在麻醉机中应用 Draeger 的矿山救援过滤罐作为二氧化碳吸收器，成为创举。但不幸的是他的呼吸回路有一个很大的缺陷——呼吸管细而死腔大，限制了应用，并最终被淘汰。几年后，Dennis Jackson 自行研制了美国第一台带二氧化碳吸收器的麻醉机。

1915 年，药理学家 Jackson 改进了二氧化碳吸收技术使紧闭循环麻醉成为可能。他应用氢氧化钠和氢氧化钙溶液吸收二氧化碳。由于他的实验室位于 Missouri 的 St. Louis 地区，煤烟污染严重，Jackson 报道这种装置使他成为这个城市中第一位吸到真正纯净空气的人。Jackson 装置的复杂性限制了在医院的应用，但这一创新鼓舞了 Ralph Waters，使 Waters 在 9 年后发明了应用钠石灰颗粒的吸收罐。Waters 在面罩和接新鲜气体的呼吸气囊之间装一个钠石灰罐，只要面罩紧密地扣在脸上，仅需要补充少量的新鲜气体且不需要活瓣³⁵。

Waters 制造第一台来回式呼吸装置后便将其用于麻醉中，并在 Iowa 州 Sioux 市控制花费方便取得成功。Waters 认为该发明对医院和患者均有益处。那时患者和保险公司既不愿为特殊设备付费更不愿为药物和消耗品付费，因此手术的经济性显得很重要。Waters 估计他的二氧化碳吸收罐每小时能节省约 0.5 美元的麻醉药和钠石灰。这种便携式麻醉机易于拿到患者家中且可以防止乙烯等挥发性药物的爆炸及恶臭味污染住宅及手术室。他还指出该吸收罐的保温及保湿作用。

Waters 麻醉机的不便之处是吸收罐的位置接近患者面部。Brian Sword 克服了这一缺点，在 1930 年他发明了带有单向活瓣循环回路的麻醉机，二氧化碳吸收罐在回路内（图 1-6）³⁶。在 New York 市 Roswell Park 癌症研究所的 James Elam 和他的合

作者们进一步改良了二氧化碳吸收装置,使二氧化碳被最大限度地重吸收并且最大限度减少呼吸阻力³⁷。因此, Sword 在 1930 年发明的循环式麻醉呼吸回路在北美流行至今。

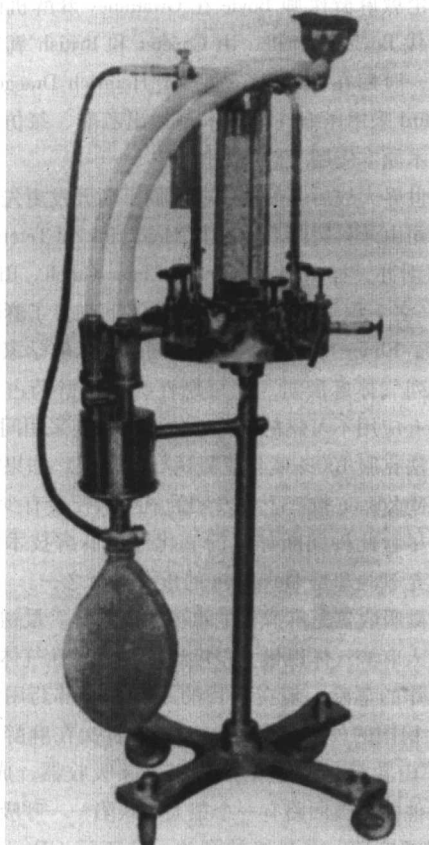


图 1-6 Brian Sword 的紧闭循环麻醉机 (1930)。

多种呼吸回路的诞生

无活瓣的 Ayre T 形管在气管插管的患者中得到广泛应用。Phillip Ayre 在英格兰从事麻醉工作。那时小儿患者的术野被麻醉设备占据而使手术受到限制³⁸。1937 年 Ayre 发明了无活瓣的 T 形管呼吸装置以减少神经外科患者的呼吸阻力,由于此装置使口腔的术野更开阔,在腭裂修补的手术中得到广泛应用。麻醉医师堵住呼气端还可以获得正压通气。当时,为满足不同手术的特殊要求,人们对这种制作精巧、质量轻、无重复吸入的装置进行了 100 多次改良。其中一项重要的改良是 Gordon Jackson Rees 回路,该回路的呼气端连接一个呼吸气囊能够更好地进行控制通气³⁹。

加拿大人 Bain 和 Spoerel 于 1972 年首先记述了同轴呼吸回路,这种重量轻、外管套内管的双套管装置能用作呼吸回路,使麻醉机远离患者,得到广泛应用⁴⁰。然而 Bain-Spoerel 回路不是麻醉中最早应用的同轴回路,19 世纪的一些吸入器包括 Hewitt 1890 年的氯仿麻醉机都是应用外管套内管的双套管装置,外管引空气进入挥发罐后通过细内管进入患者体内。

Richard Salt 和 Edgar Pask 在第二次世界大战期间,为皇家空军试验救生衣研制的同轴回路更接近现代。这种同轴呼吸环

路的呼气活瓣能防止呼出气被重复吸入,且能有效防止气压伤。但研究结束后直到 Bain 和 Spoerel 后来认识到它的用途之前,该同轴回路并没有得到应用。

流量计

由于紧闭、半紧闭循环回路应用于临床,气体流量能够被更精确测量。水泡式流量计被干筒式或球式 (ball-bearing) 流量计取代,后两种流量计不会有液体泄漏,但如果浮标或小球粘附于玻璃管壁上将使流量不准确。1910 年, Neu 在应用氧化亚氮—氧气麻醉时第一次使用转子式流量计,但该装置并没有获得商业成功,可能是由于当时德国氧化亚氮比较昂贵的原因。英国人 Richard Salt 在 1937 年第一次将为德国工业制造的流量计应用于英国,但由于第二次世界大战的爆发,英国人没有引进这种复杂的流量计。战后转子式流量计常规应用于英国的麻醉机中,但美国麻醉机的流量计仍是非转子式的。现在通用的每分钟多少升的流量单位是在战后的十几年才在美国麻醉机的流量计上得以统一的,美国一些麻醉医师仍习惯以每小时多少加伦的繁琐比例计算气流量。

挥发器

人们应用乙醚时可放心使用不能计算药物浓度的玻璃挥发器,但此挥发器并不适用于更强效的吸入麻醉药。熟练的麻醉医师能安全地应用氯仿,但他们靠的是主观临床经验,这些很难被初学者接受。如果不能准确测定吸入麻醉药的浓度,用强效吸入麻醉药进行平稳诱导很具挑战性,尤其是氯仿麻醉时,因为高浓度的氯仿会导致致命性的心脏抑制。如不是可测定麻醉药浓度的挥发器的问世,1956 年后氟烷用于麻醉诱导定将受阻。在氟烷问世的 5 年前已经出现了两种用于其他麻醉药的可计算浓度的挥发器,氟烷能迅速被人们接受部分应归功于刻度挥发器的问世。

铜壶是第一种温度补偿型精确挥发器,由威斯康星大学的 Lucien Morris 为进行 Ralph Waters 的实验计划,控制氯仿的输出浓度而发明⁴¹。Morris 向挥发器内输入已知流量的氧气,氧气经过带有细孔的盘分离成小泡,小气泡通过麻醉药液时被饱和,通过已知的麻醉药液的饱和蒸气压,流过药液的氧气的容积和进入麻醉回路总的气体容积便可计算出患者吸入麻醉药的浓度。Morris 的试验模型是用水浴来保温,后来被良好的导热体青铜取代。上市后,铜壶挥发器不能显示药液温度 (和蒸气压) 的变化,后经 Shuh-Hsun Ngai 建议在每个挥发器中加了一个温度计⁴²。

铜壶 (Foregger 公司) 和 Vernitrol (Ohio 医疗产品公司) 型挥发器是通用挥发器,其中可以加入任何麻醉液体,只要已知药液的蒸气压和温度,便能迅速算出吸入的浓度。这一特性给美国的发明者带来意想不到的好处,他们无需为开发新药研制专用的挥发器,促进了麻醉新药的问世。

当氟烷在英国问世后不久,专用的温度补偿挥发器便应用

于临床。该挥发器是为家中分娩需要而设计的,当时许多英国产妇均在家中由接生婆接生,因此需要一种能提供吸入麻醉药浓度的安全、便携式挥发器。最初,TECOTA(温度补偿型三氯乙烯)挥发器的设计曾遭到一家大公司拒绝,后来他们成立了自己的Cyprane有限公司。TECOTA的特点是有一个由铜和镍钢合金组成的双金属片,两种金属的膨胀系数不同,当麻醉蒸气冷却后,通气口处的金属片弯曲移位,更多的新鲜气体便进入蒸发腔,因此尽管温度和蒸气压有变化仍能保证恒定的输出气浓度。当TECOTA挥发器被助产士中心委员会接受后,公司凭借技术优势成功制造出Fluotec挥发器——最早在手术室内应用的“tec”系列专用挥发器。现在所有大制造商生产的挥发器均与此相似。

呼吸机

机械呼吸机现在是麻醉机必不可少的组成部分。全麻过程中,电动或气动呼吸器维持患者通气,尽管呼吸器的工作原理复杂,但容易管理。机械正压通气的历史起源于用连接面罩或气管插管的风箱对溺水者进行复苏,但多年来此方法在麻醉中很少应用。20世纪初,在间歇正压呼吸机发明前人们探索了多种呼吸机的模型。

胸外科医师发现当切开胸膜后肺脏便会塌陷,为应付这种现象,实验了一系列人工通气的方法。从1900年到1910年,人们发明了连续正压或负压通气装置来维持自主呼吸患者切开胸腔后肺的通气。Brauer(1904)和Murphy(1905)把患者的头和颈放在一个盒子内,在盒子中持续给予正压。Bruch发明负压手术区,区内包含外科医师和患者的躯体,只有患者的头部露于区外。

1907年发明了第一台间歇正压呼吸器——Draeger“Pulmotor”,它能够以固定频率进行肺充气。但这种呼吸器和后来美国人发明的E&J复苏器几乎全部由救火队员或矿山救援工应用,因为1940年前美国,许多医院均缺乏复苏设备,外科医师很少会叫救火队员帮忙对手术室内呼吸停止的患者进行人工通气。

欧洲的医务人员较早对节律性肺通气产生兴趣。1934年瑞典人发明了脉冲式呼吸器(Spiropulsator),后来Crafoord将它改良并应用于环丙烷麻醉⁴³。脉冲式呼吸器由叫做闪烁器的磁铁控制活瓣所控制,这种闪烁器最早用于航海浮标灯。当丹麦麻醉医师Trier Mørch在第二次世界大战期间无法获得这种脉冲式呼吸器时,他制造了Mørch呼吸机,它应用活塞泵有节律地给患者传送混合气流。第二次世界大战后,英国的一位摩托车工程师发明了Blease“肺充气机”,此机通过电子发动机提供压缩气体给患者行肺通气。那时还没有人们需要的小型发动机,早期呼吸器都是应用类似风浆式发动机的装置做动力⁴⁴。

1952年丹麦哥本哈根爆发脊髓灰质炎促进了呼吸机的发展。当时很多人患病,而能够为脊髓麻痹患者提供有效呼吸支持的方式仅仅是通过气管造口应用Waters的来回式呼吸机给

予持续的人工通气。经过成百上千自愿者的不懈努力才取得抢救成功,医学生后来也加入到为患者提供通气的工作中。哥本哈根的此次危机刺激了欧洲人发展便携式呼吸器的兴趣以脊髓灰质炎再次流行。

同一时期,北美医院通用的办法是把脊髓灰质炎患者放入“铁肺”(金属的风箱包绕颈部以下的躯体)中进行通气。“铁肺”腔底部有一活塞,电动机使活塞运动产生间断负压,从而产生呼吸运动。当疾病流行时,在一个大房子里面有许多“铁肺”在一起持续工作。

一些美国早期的呼吸机由呼吸辅助机改良而成,呼吸辅助机最初是为行呼吸治疗的患者输送雾化药物而设计的。两种类型呼吸器采用了Bennett或Bird流量感应切换阀。Bennett型阀是第二次世界大战期间设计的。当时一组南加利福尼亚大学的内科医师们在为高空中的飞行员设计正压呼吸机时遇到了困难,他们无法将呼气相切换成吸气相,工程师Ray Bennett参观了他们的实验室设计了一个机械的流量触发的自动切换阀解决了这一问题。后来航空工程师Forrest Bird设计了第二种切换阀。

切换阀中流出的气体直接进入坚硬的塑料罐中,罐中装有作为麻醉回路一部分的呼吸囊或风箱,当气流压缩呼吸囊时,这种罐中袋的装置模拟了临床医师手的动作,为患者提供正压吸气,被动呼气则由呼吸袋或风箱靠重力下降产生。Bird和Bennett型切换阀就这样应用在麻醉中。最早采用此原理制成的呼吸机各部分的工作情况很容易通过塑料罐观察到,而现在呼吸机的工作部分都被隐藏在麻醉机内部,因此,很多人操作麻醉呼吸机多年,但不知其工作的原理及如何防止异常现象。

麻醉机及附属设施的监控

麻醉机的安全指标由美国国家标准研究所(ANSI)的Z79委员会制定,该委员会在1956到1983年间由美国麻醉医师协会(ASA)负责,1983年后,来自工厂、政府、医疗机构的代表组成美国试验和材料协会的Z79委员会,目标是为麻醉机的安全性制定统一的国家标准。

Ralph Tovell是在第二次世界大战期间第一个呼吁建立统一标准的人,那时他是欧洲的美军麻醉学顾问。他发现由于接头、面罩、呼吸管、呼吸囊存在四种不同的尺寸,拿到战地医院的这些设施往往和那里的麻醉机不匹配。正如Tovell所述,“当紧急需要一些抢救设施时,护士们很容易递来大小不匹配的东西⁴⁵。”Tovell的建议没有立即得到回应,战后Vincent Collins和Hamilton Davis接受他的观点并建立了ANSI的Z79委员会。该委员会最活跃的成员Leslie Rendell-Baker曾记录下该委员会在国内和国际的成就⁴⁶。报告中记载Ralph Tovell鼓励所有的制造商生产新的统一的22mm口径的成人和儿童面罩及15mm口径的气管导管接头。第一次,Z79委员会设计的面罩——呼吸管弯头将适用于任何一个面罩和气管导管。

Z79委员会还进行了其他方面的创新。无毒的塑料气管导管经批准上市。委员会还同意了Roderick Calverley的建议统一