



普通高等教育“十三五”规划教材
全国高等医药院校规划教材

手术室设备

主 编 漆小平 董海龙 付 峰
主 审 白知朋
副主编 尤富生 张 鹏 王延辉
林庆录 李立新 齐晓林



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材
全国高等医药院校规划教材

手术室设备

主 编 漆小平 董海龙 付 峰
主 审 白知朋
副 主 编 尤富生 张 鹏 王延辉
 林庆录 李立新 齐晓林

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍构建现代手术室的功能模块和手术室常用仪器设备的应用需求、运行机理、关键技术、结构与使用。全书分为七章,内容包括一体化手术室、层流与空气净化技术、无影灯、手术床、输液泵、微量注射泵、高压注射泵、麻醉机、麻醉深度监测设备(BIS、Narcotrend、AEP index、熵指数等)、肌松监测仪、靶控泵和闭环静脉输注技术、血流动力学监测技术(Vigileo监护仪、CNAP无创监测系统)、内窥镜及图像处理系统、气腹机、冲洗吸引器、微创手术能量平台及专用器械、手术机器人、手术室信息化管理系统。

本书是医学仪器系列教材之三,在姊妹篇《医用电子仪器》、《医学检验仪器》的基础上,秉承“描述仪器设备功能、阐述工作原理及支撑技术”的一贯宗旨,力求从临床应用的角度系统介绍手术室设备的医学背景、实现技术和工作原理。

本书是生物医学工程、临床医学及护理等相关专业本科生的专业教材,也可作为相关专业研究生、专科生选修课教材和医学工程技术人员、临床医务人员的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

手术室设备 / 漆小平, 董海龙, 付峰主编. —北京: 科学出版社, 2016.6
普通高等教育“十三五”规划教材·全国高等医药院校规划教材

ISBN 978-7-03-048530-4

I. ①手… II. ①漆… ②董… ③付… III. ①手术室-医疗器械 IV. ①R612

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 123196 号

责任编辑: 李 植 / 责任校对: 刘亚琦 张怡君

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

安泰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 6 月第一次印刷 印张: 31 1/2

字数: 748 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编 委

主 编 漆小平 董海龙 付 峰

主 审 白知朋

副主编 尤富生 张 鹏 王延辉

林庆录 李立新 齐晓林

编审人员 (按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 于颖群 (北京 307 医院) | 米永巍 (广州军区武汉总医院) |
| 于志峰 (大连德澜医院) | 孙喜文 (总后药检所) |
| 马晓兵 (锦州 205 医院) | 苏斌琥 (西安西京医院) |
| 马德全 (北京 316 医院) | 李 辉 (南宁 303 医院) |
| 王 丹 (北京 305 医院) | 李 强 (北京 307 医院) |
| 王 晓 (西安唐都医院) | 李 雷 (湛江 422 医院) |
| 王 磊 (北京 307 医院) | 李 靖 (西北工业大学) |
| 王长军 (第四军医大学) | 李 熹 (蚌埠 123 医院) |
| 王延辉 (白求恩和平医院) | 李 瀛 (锦州 205 医院) |
| 王军学 (西安唐都医院) | 李 巍 (北京 307 医院) |
| 王明刚 (青岛 401 医院) | 李业博 (西安唐都医院) |
| 王梅玲 (泰安市妇幼保健院) | 李立新 (成都军区峨眉疗养院) |
| 云庆辉 (西安西京医院) | 李向东 (西安西京医院) |
| 尤富生 (第四军医大学) | 李迅茹 (北京卫生职业学院) |
| 牛国喻 (桂林 181 医院) | 李忠红 (白求恩医务士官学校) |
| 孔现禹 (宁阳第二人民医院) | 李怡勇 (广州军区武汉总医院) |
| 帅万钧 (北京 301 医院) | 李信正 (白求恩和平医院) |
| 田 竞 (沈阳军区总医院) | 李彦博 (北京 307 医院) |
| 史学涛 (第四军医大学) | 李效银 (潍坊 89 医院) |
| 付 峰 (第四军医大学) | 李耀明 (三亚 425 医院) |
| 代 萌 (第四军医大学) | 杨 明 (桂林 181 医院) |
| 白知朋 (中国医学装备协会) | 杨 剑 (西安西京医院) |
| 丛玉孟 (北京谊安医疗) | 杨 滨 (第四军医大学) |
| 刘 鹏 (桂林 181 医院) | 杨丽芳 (西安西京医院) |
| 刘本源 (第四军医大学) | 杨德武 (北京卫生职业学院) |
| 刘永明 (泰安 88 医院) | 吴 刚 (泰安 88 医院) |
| 齐晓林 (蚌埠 123 医院) | 吴 波 (泰安 88 医院) |

吴佳伟 (北京 307 医院)	晁 勇 (北京 301 医院)
吴建刚 (总后药检所)	倪 萍 (南京军区福州总医院)
吴满立 (北京谊安医疗)	徐 刚 (北京谊安医疗)
邱 伟 (广州军区武汉总医院)	徐海琴 (西安 323 医院)
宋毓敏 (泰安 88 医院)	徐新民 (西安 323 医院)
张 宏 (北京 307 医院)	郭文旭 (白求恩和平医院)
张 砾 (北京 307 医院)	唐 彬 (成都军区峨眉疗养院)
张 鹏 (北京 307 医院)	姬 军 (北京 305 医院)
张永寿 (济南军区总医院)	黄 燕 (重庆新桥医院)
张宇飞 (泰安 88 医院)	黄俊松 (蚌埠 123 医院)
张志强 (武警总医院)	黄奕江 (蚌埠 123 医院)
张祖进 (南宁 303 医院)	曹 飞 (白求恩和平医院)
张鹏飞 (北京 307 医院)	曹铁军 (西安 323 医院)
陈文霞 (北京 307 医院)	崔 骊 (西安西京医院)
陈丽媛 (西安唐都医院)	崔景辉 (沈阳军区后勤训练基地)
陈晓飞 (白求恩和平医院)	董海龙 (西安西京医院)
林庆录 (泰安 88 医院)	程云松 (北京 307 医院)
罗会超 (海口 187 医院)	詹 敏 (北京谊安医疗)
罗克品 (桂林 181 医院)	解 冰 (沈阳军区总医院)
郎 朗 (重庆新桥医院)	蔡玉琴 (北京 301 医院)
孟宪红 (成都军区昆明疗养院)	蔡 莉 (武警总医院)
荆 斌 (307 医院)	端慧敏 (北京 301 医院)
闻 巍 (北京 301 医院)	漆小平 (北京 307 医院)
袁东辉 (白求恩和平医院)	薛 鹏 (重庆康华众联心血管病医院)
栗文彬 (西安西京医院)	薛芊芊 (徐州医科大学附属医院)
夏军营 (第四军医大学)	霍 江 (北京 307 医院)

序

随着外科理念和手术技术的进步及现代医学的发展,手术治疗已成为重要的临床手段。据不完全统计,每年全世界有超过 2.3 亿人次接受手术治疗,其中微创手术操作有显著的增加趋势。在手术治疗技术日新月异的突破背后,是手术室相关设备的快速发展与创新。《手术室设备》一书正是基于介绍手术室设备的构造原理、临床应用而编写的普通高等教育“十三五”规划教材,涉及内容为现阶段手术室应用的主流医学设备。该教材选题恰当、素材详实、表述准确,适用生物医学工程、临床医学等专业的在校教学,也是医学工程、临床医务人员学习深造的良好读物。

本教材由漆小平、董海龙、付峰、尤富生和张鹏等教授主持编写,全书分为七章,系统叙述了现代手术室的构建原则,层流净化方法,手术室常规设备的医学背景和应用机理,并从临床应用的角度,重点阐述了手术室设备的功能需求、运行原理、关键技术、使用要点。尤为可贵的是本书还对麻醉深度监护、特殊血流动力学监测、手术机器人等近年来涌现出的新一代手术室设备进行了全面阐述,并系统介绍了微创手术相关设备以及手术室的信息化管理,从而为读者勾勒出完整系统的手术室设备相关知识。

手术室既是外科、麻醉科、护理团队等手术相关学科医护人员的工作场所,也是一个高度设备密集型科室,其仪器设备的配备、维护及临床应用水平直接影响着医疗质量。通过全面了解仪器设备,相信会有助于我国临床手术医生、麻醉医生以及手术室护士理解仪器原理的医学背景和实现技术,系统认知手术设备,进而提高手术器械临床使用的安全性和科学性。

本书贴近临床,出版适时,期望会对手术室设备的建设与发展起到促进作用。谨以此为序。



熊利泽

2016 年 4 月 30 日

前 言

手术是人类在长期对抗各类疾病与创伤威胁而逐渐形成的一系列主动性、创伤性的治疗方式，其特点是外科医生为主导、手术器具设备为支撑。

在漫长的手术技术进化历程中，疼痛、失血和感染等一直是影响手术开展和手术疗效的主要因素。随着科学的进步，麻醉与麻醉监控技术、消毒灭菌及感染控制技术、止血与输液技术等日渐成熟，使得手术从单纯的手工与经验操作，向以仪器设备为技术支撑的规范化操作过渡。构建空间独立的手术室是医疗水平全面提升、临床医学步入现代化的重要标志之一，它成功解决了手术的无菌环境和在医疗器械支持条件下开展手术的难题。此后，手术室及相关技术快速发展，与之功能配套的手术器具与专用设备、层流技术与感控体系、人工智能与信息技术逐步完善，现代一体化手术室应运而生，手术疗效和预后大幅提升，使现代手术成为医患双方都普遍接受的常规医疗手段。

现代手术室不仅需要洁净无菌的空间环境、规范的感控监管机制，还必须装备与其配套的手术室设备与设施，主要包括手术室的基础设施，如环境监控系统、感染控制系统、手术室信息管理系统、气液供给平台等，以及各种手术设备，如麻醉与麻醉监护设备、手术能量平台、急救与生命支持设备、微创手术设备、术中影像设备、专科手术设备、手术机器人等。现代手术室是设备密集型科室，其仪器设备的工作性能及临床应用将直接影响手术成功率。因此，作为能体现手术室综合实力的手术室设备，不仅为手术提供硬件支撑，保障手术室安全、有序运转，还为各种新技术的开展提供了保证。

纵观手术室设备，它具有品类繁多、技术复杂、操作严谨等特点，与患者个体状况、医护人员使用水平等密切关联，其技术不仅涵盖外科学、麻醉学等临床医学，还涉及电子、机械、材料、信息、计算机等工程学科，是多学科交叉与融合的产物。因此，全面、系统地阐述手术室设备的需求、组成、原理、技术、使用与维护，对于医护人员、医工人员及医院管理人员了解和掌握现代手术室设备的相关知识，配置好、使用好、维护好手术室设备，从而保障各类手术的安全性、高效性，具有重要意义。

《手术室设备》一书是医学仪器系列教材之三，在姊妹篇《医用电子仪器》《医学检验仪器》的基础上，秉承“描述仪器设备功能、阐述工作原理及核心技术”的一贯宗旨，以手术室设备的工作原理和临床应用为编写主线，介绍目前手术室的基本功能模块和常用仪器设备，重点突出设备的功能需求、运行机理、关键技术、使用要点等内容，力求从临床应用的角度阐述手术室设备为什么、是什么、如何实现、如何用好等基本问题。

全书分为七章,第一章介绍手术室及设备的发展史,手术室设备的组成和分类,以及手术室的常规设备;第二章阐述基础手术设备中的无影灯、手术床以及输液泵、微量注射泵、高压注射泵的功能与工作原理;第三章介绍吸入麻醉及麻醉机等相关内容,包括挥发性麻醉药及吸入麻醉的实施方法,麻醉机的基本构成、各功能模块的结构与工作原理,麻醉呼吸机的呼吸管理和机械通气模式,麻醉机的使用与维护等;第四章围绕现代麻醉监测技术阐述麻醉的临床要求和全身麻醉后的生理反应,较全面地介绍以脑电信号分析为基础的各种麻醉深度监护设备和应用电刺激检测骨骼肌松弛的肌松监测仪,并系统介绍目标麻醉控制和血流动力学监测的主流技术和设备;第五章结合现代微创手术需求,介绍腔镜手术、内镜治疗和影像介入的技术特点,重点介绍微创手术专用设备的结构与工作原理,内容涉及各种常规内窥镜及图像处理系统、气腹机、冲洗吸引器、能量平台及专用手术器械等;第六章阐述机器人手术系统相关内容和关键技术,包括运动轨迹规划、双目视觉成像、主从遥操作及临场感技术等,重点介绍达·芬奇手术机器人系统;第七章简要介绍手术室信息化管理系统。

本教材适用于生物医学工程、临床医学及护理相关专业的本科教学,还可以作为临床工程和医务人员了解手术室设备的参考书。书中各章提供了习题,供参考;作为补充,本书还配有手术室的结构、布局,及常用仪器的原理、结构、使用等相关视频素材,供授课及学习之用。

特别要说明,伴随临床医学和手术室的现代化进程,手术室设备在满足基本手术功能的基础上,正朝向一体化融合、专科化配置、微创化拓展、信息化集成等方面发展,其设备种类与性能始终处在快速更新和发展的进程中,因此,本教材无法穷举所有设备,仅利用有限篇幅系统介绍当今手术室的主流设备,在实际教学中应注意把握设备的临床应用价值、工程学原理和关键技术三个方面。

教材在编写过程中参考了已经公开发表的相关论文和专著,在此特别对原文作者一并表示感谢。同时,还获得了北京、西安、石家庄、泰安、沈阳、武汉、蚌埠、南宁、重庆、桂林、大连、福州等医学院校和医疗单位以及中国医学装备协会、中华医学会麻醉学分会、北京谊安医疗系统股份有限公司的大力支持,在此表示诚挚的谢意!

本书虽经多次校审,但因时间紧、内容广、学识有限,难免错误和纰漏之处,敬请批评指正!

编者

2016年4月 北京

目 录

第一章 概论	1
第一节 手术及手术室的发展	1
第二节 现代手术室	9
第三节 手术室常规设备	24
第二章 基础手术设备	43
第一节 手术无影灯	43
第二节 手术床	54
第三节 输注泵	69
第四节 高压注射器	92
第三章 麻醉机	104
第一节 吸入麻醉	104
第二节 麻醉机工作原理	113
第三节 麻醉呼吸机	172
第四节 麻醉机的使用	193
第四章 麻醉监护系统	201
第一节 麻醉监测基础	201
第二节 麻醉深度监测	210
第三节 肌松监测仪	255
第四节 目标麻醉控制技术	269
第五节 血流动力学监测技术	291
第五章 微创手术设备	310
第一节 微创手术	310
第二节 内窥镜	334
第三节 气腹机与冲洗吸引器	392
第四节 能量平台	409
第六章 手术机器人	431
第一节 概述	431
第二节 手术机器人相关技术	437

第三节 达·芬奇手术机器人	459
第七章 手术室信息管理系统	476
第一节 现代手术室信息化	476
第二节 围术期管理信息化	481
第三节 手术室管理信息化	486
参考文献	490

第一章 概 论

手术（operation）是应用医疗器械（包括仪器、设备、器具等）进行病因探查、去除病灶或异物、修复或植入等规范性的医学操作，是外科诊疗的主要手段，其目的是改善、修复或重建人体因疾病或创伤造成的功能损伤。手术通常使用专用器械进入体内或入侵器官组织，因此，手术是在医生主导下、通过器具（设备）辅助实现的一种创伤性的医疗行为。手术室（operating room, OR）作为手术开展的专用场所，是医疗机构的关键单元，主要承载手术操作和急救任务。手术室设备（operating-room equipment, OE）是手术各环节中应用设备与器具的总称。现代手术室为设备密集型医疗单元，不断更新的仪器设备既为手术提供技术支撑、保障手术室高效运转，还直接影响手术质量，已成为衡量现代医疗机构综合实力的重要标志。

手术室设备种类繁多、技术复杂，其核心原理源于临床的主流理念和医学实践，技术涉及电子、机械、材料、信息、计算机等工程学科，是现代医学与工程学高度融合的产物。因此，全面、系统地阐述手术室设备的需求、构成、原理、技术、使用与维护，使相关人员了解并掌握现代手术室设备的工作原理和使用方法，具有重要的临床意义。

本章将回顾手术的发展历程，从麻醉镇痛、消毒灭菌、手术器具与设备的应用角度，总结了抑制疼痛、感染和出血等影响外科手术发展的关键技术；新技术、新设备在保障外科手术的安全性和有效性的作用；介绍简易型、集中型和混合型三代手术室的特点，分析现代手术室的基本功能与要求，重点从设备角度阐述手术室的组成与分类，并结合现代手术室的功能需求，介绍现阶段常用的手术室设备。

第一节 手术及手术室的发展

在我国，最早的手术可以追溯到新石器时代，约在 3000 年前的周代，就有了专门的外科医生，当时称为疡医，能够通过一些简单的手术及外治疗法治疗疮疡及体表外伤，“外科”一词也由此得名。马王堆出土的我国最古汉医方《五十二病方》中有关于“刀箭金创”的外科处理记载，总结记录了有关创伤的 16 种疗法（止血、镇痛、清创、消毒、包扎等）及烧灼结扎术、结扎摘除术、瘰管清除术等，反映了当时的外科技术。

在西方，公元前 3 世纪左右，《希波克拉底文集》中记载了希波克拉底（Hippocrates）对手术医生提出的基本要求，实施手术必须具备技巧、敏捷、优雅、减少病痛的条件。如术者的指甲不能过长，应练习使用指端动作，能够叮嘱手术护士将施行手术的部位充分暴露，环境要安静，应使患者保持既利于手术又舒适的体位等。之后，围绕着手术及相关医药技术的发展谱写了一部人类与疾病抗争的历史。长期以来，疼痛、感染和出血是手术发展过程中需要解决的三大核心难题。随着麻醉药品的安全应用、无菌操作及抗生素的全面推广、手术器械的更新换代、输血（液）及生命支持技术和设备的逐步使用和普及，为全面提升手术水平起到了决定性作用，奠定了现代外科学的基础。

一、麻醉的发展

疼痛状态下,应激反应强烈,表现为肌张力增高、不配合、手术视野难以暴露等,因而无法完成正常的手术操作,尤其是较大手术甚至可能会引起创伤性休克。为缓解疼痛,临床上逐渐应用麻醉镇痛和镇静。

“麻醉”(anesthesia)一词源于希腊文 Narkosis,顾名思义,麻为麻木麻痹,醉为酒醉昏迷。因此,麻醉的含义是用药物或其他方法使患者整体或局部暂时性失去感觉,以达到镇痛、镇静、肌松、消除手术记忆和维持内环境稳定的目的,为顺利实施手术提供保障。麻醉学(anesthesiology)是一门研究麻醉、镇痛、镇静、急救复苏及重症医学的综合性学科。麻醉技术及麻醉学的发展,为无痛手术奠定了基础,使外科手术成为医生和患者都广为接受的治疗方式。

(一) 西方麻醉的发展

自有人类以来,骨折创伤就是最为常见的一种疾患,所以各文明古国,都在不断探寻使人无痛的手术方法。文艺复兴之后,西方医学开始重视对人体构造的研究,1543年维萨留斯(Andreas Vesalius)的《论人体构造》奠定了人体解剖学的基础,同时也促进了外科学的快速发展。随着手术技术的进步,对麻醉的需求也更为迫切。19世纪以前,麻醉还仅处于探索阶段,之后化学领域的进展为西方麻醉的探索与研究提供了有利的条件。1846年莫顿(William Thomas Green Morton)在美国麻省总医院的乙醚麻醉手术获得成功,揭开了现代麻醉史的序幕,结束了患者忍受剧痛接受手术的时代。1847年苏格兰辛普森(Simpson)应用氯仿为产妇分娩止痛获得满意效果,1868年外科医师安德鲁斯(Andrews)在吸入氧化亚氮(笑气)时加入氧气,提高了氧化亚氮麻醉的安全性,现今氧化亚氮加氧麻醉成为氧化亚氮麻醉的重要原则。1874年奥尔(Orr)应用静脉注射水合氯醛进行麻醉,成为静脉全身麻醉的开端。1884年法国眼科医生科勒(Keller)将可卡因滴入患者眼内,获得角膜和结膜的局部麻醉,揭开局麻新篇章。此后,神经阻滞(1885年)、椎管内麻醉(1889年)、骶管阻滞(1901年)、局部浸润麻醉(1892年)、蛛网膜下腔阻滞麻醉(1898年)等技术也相继开展。

进入20世纪,有关麻醉的理论、方法、药物与技术随着化学及药理学的发展发生变革,其进步极为迅速。1905年合成普鲁卡因,奠定了局麻基础。1921年,制订了硬膜外腔阻滞规范操作和临床实施方法。随后,通过改进气管内麻醉,先后研制出多种形式的麻醉机,并在临床应用吸入麻醉药环己巴比妥(1923年)、乙烯醚(1923年)、硫喷妥钠(1934年)、环丙烷(1934年)等。这一时期的探索,为麻醉学积累了丰富的理论知识和临床经验,麻醉学终于发展成一个成熟的学科。现代麻醉学的内容已超出“麻醉”词义的范畴,是研究临床麻醉、重症监护治疗、急救复苏理论和技术的临床学科。

现代麻醉的主要特点有以下几点。

1. **高效麻药** 麻醉药应“快”、“强”、“短”,即一旦作用,能快速达到最大效应;当终止给药,药效迅速消退。超短效麻醉药、肌松药及循环调节药物的临床应用,使麻醉药物的复合应用趋于更高效和安全。

2. **精准给药** 主要采用的方法是麻醉的靶控技术和闭环控制技术,其意义在于应用适量的麻醉药实现最佳的临床效果,利用相应的技术手段,实现一种起效迅速、可控性强、

苏醒快的目标麻醉给药控制。

3. 精确麻醉 前提是能实时监测患者的麻醉状态(麻醉深度、肌松等)和生命体征,通过这些临床指征科学指导用药,以实现精确麻醉。精确麻醉有着重要的临床意义,它可以避免因个体差异导致的麻醉用药失准,降低手术并发症及死亡风险。

(二) 中医麻醉的发展

我国传统中医博大精深,古代的手术麻醉早有记载,主要采用的方法是中草药麻醉和近代的针刺麻醉。

1. 中药麻醉 古代中医麻醉已有 3000 多年的历史。3000 年前的《列子·汤问》“鲁公扈、赵齐婴二人有疾同请扁鹊求治……扁鹊遂饮二人毒酒,迷死三日,剖胸探心,易而置之,投以神药,既悟同初,二人辞归”是关于古代中医麻醉最早的记载。公元 2 世纪华佗发明的麻沸散则是最早记载的中医全身麻醉药,其中《后汉书·华佗传》记载:“若疾发结于内,针药所不能及者,乃令先以酒服麻沸散,既醉无所觉,因剖破腹背,抽割积聚。若在肠胃,则断肠煎洗,除去疾秽,既而缝台,傅以神膏,四五日创愈,一月之间平复。”《三国志·华佗传》亦有同样的记载,服了“麻沸散”以后,“须臾,便如醉死,无所知”。

唐朝是中国古代史上最繁荣昌盛的时期,医学也得到了很好的发展,孙思邈和王焘用大麻、蟾酥、白僵蚕作镇痛或麻醉,并记载在《备急千金要方》和《外台秘要》中。宋元时期麻醉术较前又有所发展,懂得严格掌握安全用药剂量并且开始注意用药的个体差异。元朝《履岩本草》记有曼陀罗花外用镇痛,名医危亦林应用曼陀罗花和“草乌散”镇痛和麻醉;明清时期,医学文献中如《证治学准绳》有治疗“诸痛”的麻药,《医宗金鉴》列有外敷麻药,《伤科方书》记有“杨花散”,《外科方外奇方》对“动刀针外敷麻药”也有描述。

2. 针刺麻醉 1958 年首例针刺麻醉成功后,针刺的神奇作用引起了高度重视,由于其经济、安全和简便等特点,形成了中医麻醉的新方向。从 20 世纪 60 年代初直到 70 年代后期,我国针麻工作者进行了长达近 20 年的探索,完成手术 200 余万例,包括 100 多种手术。通过对穴位的筛选、处方和刺激参数的规范,针刺麻醉的应用范围和限制因素逐渐明晰。

针刺麻醉有体外麻醉、电针麻醉、穴位注射麻醉、耳针麻醉、唇针麻醉、电极片穴位敷贴麻醉等,无论应用何种穴位组方、刺激方式或参数,虽可在一定程度上提高痛阈,但是无法解决镇痛不全这一关键问题,因此,现代针刺麻醉主要用于一些小手术或者是针刺辅助麻醉。

中医在麻醉方面有其独特的优势,如安全、可靠,对患者的生理干扰小,术后恢复快而且廉价等。但是,中药麻醉效果及药理学机制研究还不够完善,存在药物作用机制不明确、肌松控制不完整等缺点,因此,单纯的中医麻醉难以满足现代复杂手术的需求。

二、消毒灭菌和感染控制的发展

历史上,在没有彻底认清感染的原因及采取有效措施之前,感染一直是外科医生棘手的难题,也是决定手术愈后的关键因素。随着显微镜和微生物学的发展,外科手术的感染途径逐渐明晰,一是手术创伤,导致免疫力降低,易被感染;二是开放性伤口,为细菌入

侵提供了渠道；三是院内二次感染等。控制感染主要是消除或减少感染源，消毒灭菌和抗生素应用是最基本方法，为手术康复提供了保障。

（一）消毒灭菌

消毒灭菌对外科手术而言十分重要，可大幅降低外科手术的感染率，但消毒方法在取得医学界广泛认同和推广的过程中，曾遇到过很大的困难。历史上，“自然发生说”在医学界十分盛行，认为有机物的腐坏是自然发生，污水能生蚊虫，垃圾能生虫蚁，粪便能生蛆蝇；中国古代也有“腐草生萤”的说法。这些观点，从亚里士多德到牛顿等许多权威哲学家和科学家都深信不疑。直到 19 世纪中叶，医学界对传染病学依然毫无认知，许多医生都没有消毒的意识，当时一个外科医生为患者进行手术期间，穿着满是血污的手术衣，竟然不视为污染，反而让人觉得该医生拥有丰富的外科手术经验。

匈牙利裔产科医生伊格纳兹·塞麦尔维斯（Ignaz Semmelweis）被视为推行消毒方法的先驱，他在维也纳总医院工作期间，要求医生在接生前必须用漂白粉认真洗手，实践证明效果显著，医院内产褥热的个案明显减少。1864 年，法国著名微生物学家路易·巴斯德（Louis Pasteur）透过鹅颈烧瓶实验证实生物只能由繁殖而来，不能自然发生。以此为依据，英国外科医生约瑟夫·李斯特（Joseph Lister）真正将消毒方法发扬光大。1865 年，李斯特首先提出缺乏消毒是外科手术后发生感染的主要原因。之后，他为一位断腿患者实施手术，选用石炭酸作为消毒剂，并实行了一系列的改进措施，包括医生应穿白大褂、手术器具要高温处理、手术前医生和护士必须洗手、患者的伤口要在消毒后绑上绷带等，由于采取消毒措施使这位患者很快痊愈。1867 年，他又将消毒手段应用到输血和输液中，从而降低了患败血症的风险。

1867 年，李斯特在英国医学期刊 *The Lancet* 上正式公布了自己创造的外科消毒法。不过当时的英国医学界对李斯特消毒法的态度非常冷淡，甚至有不少医生撰文对他进行批驳与攻击，保守落后的观念，使消毒方法这一创举长期未能在英国推广。在德国，李斯特外科消毒法公布后不久就被几位外科医生试用并在德国推广。1870 年，普法战争爆发，个别战地医院严格施行李斯特消毒法，创伤和截肢死亡率都大大低于其他战地医院，李斯特外科消毒法在实践中得到了验证，并被进一步改进和完善。

1886 年，德国的伯格曼（Ernst von Bergmann）首先采用了热蒸汽消毒手术器具和敷料；1890 年美国的哈斯特（William Stewart Halsted）发明了橡皮外科手套，从而消除了外科手术中最重要的感染源头。早期李斯特使用的石炭酸对人体有刺激和腐蚀作用，毒性较大，并不是理想的消毒剂，因此，被 75% 酒精所取代，这一系列改进最终形成现代消毒法。现代消毒法解决了手术感染的难题，从此外科手术成为一种有效、安全的治疗手段。

（二）应用抗生素

抗生素（antibiotics）以前被称为抗菌素，事实上它不仅能杀灭细菌，而且对霉菌、支原体、衣原体等其他致病微生物也有良好的抑制和杀灭作用，近年来将抗菌素更名为抗生素。抗生素是用于治疗各种细菌感染或抑制致病微生物感染的主要药物，也是控制手术感染的一种重要方法。

抗生素是细菌、真菌等微生物在生长过程中为了生存竞争需要而产生的化学物质，这种物质即可保证其自身生存，同时还能杀灭或抑制其他细菌。利用抗生素能够干扰其他微

生物发育的特点,1929年,英国弗莱明(Alexander Fleming)发现了青霉素,从而使无菌切口感染率降至1%;1935年,德国多马克(Gerhard Domagk)使用了白浪多息(磺胺类药物),此后各国陆续研制出一系列抗生素药物。抗生素广泛应用于临床,显著降低了术后并发症、提高了手术成功率。抗生素的发现与使用是20世纪医学史上一件大事,为外科学抗感染开辟了一个新的时代。

三、外科手术器具的发展

为了切开组织、移除病灶、缝合伤口等,临床外科需要使用相关的器具与设备。

(一) 手术器具的进化

“外科”(surgery)一词起源于拉丁词chirurgia,意为用双手完成的医疗操作,其基本操作包括组织切开、结扎、缝合、引流等。完成这些操作不仅需要外科医生的精湛技术,还需要使用相应的手术器械。

手术刀是外科医生用来完成手术最得力、最基本的工具,手术刀的演变史即是外科手术及外科学的发展史。早在春秋战国时代,最原始的外科器具是砭石或石镰,宋代即有较为配套的常用外科器具,如《世医得效方》中对外科手术中的针、剪、刀、钳、凿等进行了记载;1974年在江苏江阴的明初夏王墓中就有出土的铁质柳叶形外科刀、平刃手术刀、剪、铜镊、鬃药刷及瓷淋洗壶等。各种刀具因其不同的功用而被设计成不同的刃口方向、形状和长度,并多以形状命名。如著名的柳叶刀,因其刀身细窄呈柳叶形,故此得名,其刃口较长、单面,是适于切开较大范围的刀具;又如开疮刀,尖锐锋利,取其急进速出,不至于引起剧烈疼痛等。由此可见,我国古代外科刀具的应用技术已经成熟,与西方使用的外科用器具功能较为相近。

19世纪末,随工艺和材质的提高,手术器具也不断改进,材质由铁质演变为不锈钢、铬、钛、钒等;结构设计上,刀身也与刀刃分开,刀片可拆卸;在握控的舒适、灵巧及使用的安全性上有质的改变。形状和使用的标准化,使得手术刀成为现代外科医生专用的精巧工具。1920年,Bovie首次 in 脑部手术中引入电凝刀技术,开创了手术的电外科时代(electro-surgery)。20世纪后期开始,电凝、超声刀、内窥镜手术器械等广泛进入临床,对外科手术的进步又起到了巨大的推动作用。

目前,手术器械越来越专业化、精准化,已经形成了手术刀、剪、针、镊、钳、钩等几大类上百种规格。此外,随着电子技术和现代科技的发展,具有一定能量输出的辅助手术设备也得到广泛应用,如电刀、超声刀、激光刀、微波刀、等离子手术刀及高压水刀等,大大提高了手术的效率,在切割、止血、缝合、抽吸等方面减轻了手术医生的工作量,为现代手术及微创手术提供了重要技术支撑。

(二) 术中出血处理

手术中的出血曾是阻碍外科发展的另一难题。随着对人体解剖学研究的深入,手术可以选择性避开血管,减少对血管的损伤;若无法避开血管,还可以通过手术器具与设备实施血管结扎,以降低术中出血量。对于术中的大出血,可以应用输血技术来维持血容量的稳定。

1. 器械止血 1871 年英国威尔斯 (Wells) 改进了止血钳, 1873 年德国爱斯马克 (Esmarch) 在截肢时使用了止血带, 他们是解决术中出血的开创者。后来, 瑞士科克 (Kocher) 应用止血钳技术, 成功而安全地进行甲状腺手术 4000 余例, 死亡率由 50% 降至 1%, 为此获得 1909 年的诺贝尔奖, 这是第一次将诺贝尔奖颁给外科医生。之后, 由美国哈斯特 (Hastert) 设计的蚊式止血钳并采用细丝线结扎技术, 成为现代手术止血的基本模式。

器械止血主要包括单纯结扎法和缝合结扎法。

(1) 单纯结扎法: 是最常用的止血方法, 手术操作过程中, 对可能出血的部位或已见的出血点, 提前用止血钳钳夹, 钳夹出血点时要求准确, 最好一次成功, 结扎线的粗细要根据钳夹的组织多少及血管粗细而定, 血管较粗时应单独游离结扎。

(2) 缝合结扎法: 即贯穿缝扎, 主要是为了避免结扎线脱落, 或因为单纯结扎有困难时使用, 对于重要的血管一般应进行缝扎止血。

2. 设备止血 目前, 为了进一步减小创伤和术中出血, 高频电刀、超声刀等在手术切割、电凝和止血方面得到了广泛应用, 微创手术的引入, 使术中出血进一步减少。

对于手术野小的出血点, 高频电刀、超声刀、激光刀等都可以作用于出血创面, 借助一定的物理能量使组织创面凝固, 达到止血、凝血的目的。对手术野血管的处理, 血管封闭系统 (vessel sealing system) 利用双电极输出适当的能量使血管壁胶原蛋白变性、重新融合而封闭血管, 这一血管封闭方式可以封闭分离 3~7mm 的动静脉血管或组织束, 适用于外科腔镜或开放手术, 可封闭脾、肠系膜、胃等腹腔内的大部分血管。

3. 输血 (blood transfusion) 是指静脉输入血液, 是临床上一项重要的抢救和治疗措施, 多用于急性大出血、烧伤、休克等。1901 年, 美籍奥地利裔的兰德斯坦因 (Karl Landsteiner) 发现血型, 并由此于 1930 年获诺贝尔医学奖。最早把兰德斯坦因血型理论用于指导临床输血的人是卡瑞尔 (Alexis Carrel), 1906 年他曾把输血者的动脉连接在受血者的静脉上, 并获得了成功, 从此临床上开始采用输血来补偿手术时的失血。早期的输血主要是直接输血法 (输血者动脉连接受血者静脉), 其操作复杂, 输血量不易控制, 1915 年, 德国的勒威森 (Richard Lewisohn) 提出了应用混合枸橼酸钠溶液使血液不凝固的间接输血法, 后来通过建立血库, 使现代手术中的输血成为常规医疗处置。

回顾手术及外科发展的历程, 19 世纪 40 年代以前, 因为手术疼痛、伤口感染、止血和输血等不能很好地解决, 使得外科的发展受限, 手术患者的死亡率居高不下。随着麻醉、消毒灭菌、感染控制及手术器械的进步, 疼痛、感染和出血均得到了很好的控制, 为外科手术的快速发展奠定了基础。人体解剖学和器官组织病理学的诞生与发展, 疾病的病理生理的深入阐述, 使疾病诊断的准确性、手术治疗的规范性大幅提升, 有力地推动了外科学的长足进步。同时, 外科学的发展, 又促进了外科医生的专职化、外科手术的规范化, 进而带动了麻醉学、消毒灭菌技术及现代手术室和设备的螺旋式上升与进步。

四、手术室及设备的发展

随着手术数量、种类的持续扩大, 专业化、规范化的手术场地、手术环境和手术设备相继形成, 手术室逐渐成为医院不可或缺的独立单元。作为外科手术的支撑平台, 伴随着科学技术的发展, 手术室经历了从无到有、从单一功能到多功能融合的发展历程。

（一）完成简单手术，形成了第一代简易型手术室

以简单的手术器械为工具，以满足简单手术为基本要求，围绕着麻醉镇痛和消毒灭菌等关键问题，长期探索形成了第一代简易型手术室。早期的所谓手术室，并非有固定场合地点，而是在病房、患者家或者医生的诊所中进行。由于条件简陋，早期的手术仅限于使用简单的手术器具进行手工切、割、缝等基本操作，完成脓肿引流、肿物切除、外伤缝合等体表手术。

公元前 17 世纪，古巴比伦尼尼微人的《汉谟拉比法典》中曾有眼部外科手术的记载，这是人类最早的手术记载。古埃及柯欧普神殿（Kom Ombo）中的一个门柱上有割礼的记载。另外，《埃伯斯纸草文稿》（Ebers Papyrus）与《艾德温·史密斯纸草文稿》也有解剖学、外科学等内容记载。古印度公元前 6 世纪，名医苏胥如塔（Sushruta）所著的《苏胥如塔·妙闻集》（Sushruta Samhita）医书中，记录了 8 种外科手术方法。

古代中医公认最早的外科手术发生在公元 2 世纪东汉至三国时期，名医华佗在魏、蜀两国行医，发明了让病患以酒服麻沸散作为麻醉药物，然后施行“刮骨疗伤”、“剖肚清肠”等多种外科手术，这些在《三国志》与《后汉书》中皆有记载。另外，《史记·扁鹊列传》中提到黄帝时期有一名医俞跗的外科手术技术，“一拨见病之应，因五藏之输，乃割皮解肌，诀脉结筋，搦髓脑，揲荒，爪幕，湔浣肠胃，漱涤五藏”。

中世纪伊斯兰文明（公元 10 世纪至 11 世纪），阿拉伯名医阿布卡色斯（Abulcasis）在西班牙科尔多瓦一带行医，他结合了伊斯兰医学与罗马、印度的教案，发展出现代外科学的雏形，并深远影响着现代医学，被西方称为“外科之父”。中世纪欧洲某些城镇因医疗的需求，而发展出医科大学，直至 15 世纪，外科学成为独立的医学专科。

到了 19 世纪，麻醉学诞生，首例麻醉下的手术场地设在图书馆的教室内，由此揭开了麻醉手术的序幕。1836 年，巴斯德（Pasteur）发现微生物；1846 年，匈牙利塞麦尔维斯（Ignaz Semmelweis）首先提出在检查产妇前用漂白粉水将手洗净，开创了手术抗菌技术；1867 年，英国李斯特（Lister）采用石炭酸溶液冲洗手术器械，并用石炭酸溶液浸湿的纱布覆盖伤口，使他所施行的截肢手术的死亡率自 40% 降至 15%，从而奠定了抗菌术的基本原则；1877 年，德国伯格曼（Bergmann）采用了蒸汽灭菌，并研究出单布、敷料、手术器具等灭菌措施，在现代外科中建立了无菌术；1889 年，德国弗布林格（Furbringer）提出了手臂消毒法；1890 年，美国哈斯特（Halsted）倡议戴橡皮手套，使无菌术更加完善。

麻醉镇痛为顺利实施手术提供了保障，进而推动无菌铺单、手臂消毒、洗手、戴无菌手套、更换手术衣、戴口罩等无菌规程，初步建立了无菌手术区域。至此，具有基本手术器具、提供简单麻醉和无菌环境的第一代简易型手术室基本形成。

（二）保障复杂手术，形成了第二代集中型手术室

20 世纪初期的欧洲，部分病房开始配置相关的手术设备，当时的手术室分散在各个科室，由此小而散的简易型手术室数量快速增加。到了 20 世纪中期，病房开始集中化，为适应规范化和标准化的要求，手术室也随之进入了集中型手术室（central type OR）的时代。集中型手术室以医疗设备为核心，主要由麻醉、消毒灭菌和基本生命支持系统等设备组成。

1955 年，日本东京大学集中型中心手术部正式开设，揭开了日本集中型手术室的帷幕；1963 年，中央供应型手术室平面布局在美国诞生；1966 年，世界上第一间层流洁净手术