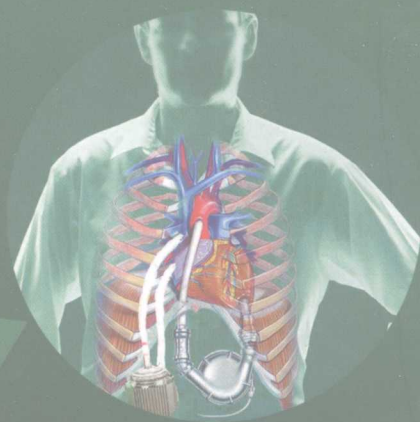


Modern Mechanic Circulation  
Support for Heart Failure

# 现代机械辅助循环 治疗心力衰竭

主编 屈 正



科学技术文献出版社

Modern Mechanic Circulation  
Support For Heart Failure

# 现代机械辅助循环 治疗心力衰竭

Editor in Chief Quzheng

主编 屈 正

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

### 图书在版编目(CIP)数据

现代机械辅助循环治疗心力衰竭 / 屈正 主编. —北京:  
科学技术文献出版社, 2008.9

ISBN 978-7-5023-6078-8

I. 现… II. 屈… III. 心力衰竭—治疗 IV. R541.605

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 109565 号

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
图书编务部电话 (010)51501739  
图书发行部电话 (010)51501720, (010)68514035(传真)  
邮 购 部 电 话 (010)51501729  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 袁其兴  
责 任 编 辑 付秋玲  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王杰馨  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 霸州市福利胶印厂  
版(印)次 2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷  
开 本 889x1194 16 开  
字 数 379 千  
印 张 15.5  
印 数 1—5000 册  
定 价 108.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

## 内容简介

本书作为机械循环辅助的指南性著作,共分为三部分。第一部分介绍机械循环辅助治疗出现至今可圈可点的重要发展历史,以及在心血管疾病领域的应用方法与概论;第二部分重点介绍了各种现代心室辅助装置的核心基本技术,适于临床应用的技术特点,并用详实的临床试验资料充分反映了临床疗效、适应证、禁忌证和有待完善的方面;第三部分则以纵向的视角,分述了美、德、日、韩、中等国家和地区的机械循环辅助的发展和应用水平,以及各国面临的影响未来发展的主要问题与矛盾。

本书将为心脏外科医生、心脏内科医生、科研人员、接受心脏支持的人提供有价值的参考。

---

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

### 主编简介



屈正，主任医师/教授。现任首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科主任、外科实验室主任。兼聘为韩国高丽大学医学院临床教授、中国光学学会激光医学专科分会常务委员、中国医师协会心血管外科分会委员。承担《中国激光医学杂志》、《中国体外循环杂志》、《中国动脉粥样硬化杂志》等多家杂志的编委工作。

1985年获学士学位，毕业于西安医科大学医疗系后，从师于我国心脏外科前辈侯立业教授，1988年获外科硕士学位。1992年又从师于我国著名胸心外科领头人孙衍庆教授，获首都医科大学博士学位。1997年赴美国学习激光心肌血运重建术治疗冠心病。1998年被列入北京市跨世纪优秀青年人才培养和科技新星培养计划。2001—2003年，专程前往美国得克萨斯心脏研究所、贝乐医学院 DeBakey 心脏中心、康州大学哈特福德医院及太平洋医学中心学习人工心脏临床应用技术。2004年被列入北京市新世纪百千万人才。

自1997年以来，负责承担了多项国家和北京市科研课题，发表学术文章70余篇。善于创新临床业务，近年来开展的重大外科手术有冠状动脉旁路移植联合激光心肌血运重建术治疗重症冠心病、巨大主动脉弓降部动脉瘤外科治疗、巨大室壁瘤切除成形术、儿童先天性二尖瓣狭窄外科成形术、肺动脉肉瘤切除术、Hybrid方法治疗重症冠心病合并风湿性心脏瓣膜病、左房黏液瘤合并冠心病的外科治疗、同期冠状动脉旁路移植并左锁骨下动脉转流术等。2003年开展了人工机械循环辅助的临床前实验工作，2005年开始应用T-PLS心肺辅助系统治疗心脏外科术后循环衰竭。2006年以来，应国家继续医学教育杂志社邀请，负责胸心外科领域的继续医学教育工作。

基于在外科治疗胸主动脉夹层动脉瘤、激光/基因/干细胞治疗冠心病等方面临床与研究中的突出表现，获得了国家科技进步奖和北京市科技进步奖，并荣获中共中央组织部、国家人事部及中国科学技术协会联合颁发的“中国青年科技奖”。

## 编委会

(按章节顺序)

|                |                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 屈 正            | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                      |
| 陈长志            | 上海交通大学医学院附属仁济医院                                                                     |
| 叶椿秀            | 上海交通大学医学院附属仁济医院                                                                     |
| 龚庆成            | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                      |
| 龙 村            | 中国医学科学院阜外心血管病医院                                                                     |
| 孙寒松            | 中国医学科学院阜外心血管病医院                                                                     |
| 倪 虹            | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                      |
| 肖学钧            | 广东省心血管病研究所                                                                          |
| 刘中民            | 上海同济大学附属东方医院                                                                        |
| Yu-Guo Weng    | Germany Heart Center Berlin Germany                                                 |
| 王 冀            | 煤炭总医院德中心脏中心                                                                         |
| 李智成            | 上海交通大学医学院附属仁济医院                                                                     |
| 张兆光            | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                      |
| Kurt A. Dasse  | BOARD OF TRUSTEES, American Society of Artificial<br>Internal Organs                |
| John Woodard   | Graduate School of Biomedical Engineering at the Uni-<br>versity of New South Wales |
| Chisato Nojiri | President and CEO, Terumo Heart Inc, U.S.A.                                         |

|                   |                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| O.H. Frazier      | Texas Heart Institute, U.S.A.                                                                 |
| Martin Strüder    | Hannover medical School, Germany                                                              |
| 李轶江               | Hannover medical School, Germany                                                              |
| Yoshiyuki Taenaka | National Cardiovascular Center, Osaka University Medical School Japan                         |
| Kyung Sun         | The Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Korea University Medical School, Korea |
| 魏 峰               | 台湾国防医学院及阳明大学                                                                                  |
| Yong-Soon Won     | Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Soon Chun Hyang Univ, Hospital. Korea        |
| 张群喜               | Arrow International, Inc.USA                                                                  |
| 侯晓彤               | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                                |
| 黄伟明               | 中山大学附属第一医院                                                                                    |
| 孙广龙               | 首都医科大学附属北京安贞医院                                                                                |

## Foreword 1

Since the 1960s, researchers have made remarkable efforts to develop effective mechanical pumps that can support the failing circulation in patients with end-stage heart disease. These efforts have been directed toward two main goals: ① producing a total artificial heart that can temporarily sustain or permanently replace the natural heart and ② devising a ventricular assist device that can sustain the natural heart until it either recovers or is replaced with a donor heart.

Perhaps the most exciting breakthrough in this regard was the first human heart transplant, performed by Christiaan Barnard in 1967. Two years later, my colleagues and I at the Texas Heart Institute performed the first clinical implantation of a total artificial heart. By supporting the patient for 64 hours, until a suitable donor heart could be found, this pump proved that a mechanical device could be used as a bridge to heart transplantation.

In the early 1980s, new methods for controlling tissue rejection allowed cardiac transplantation to begin fulfilling its initial promise. Since then, thousands of lives have been saved by this technique. Nevertheless, the limited number of available donor hearts will never be able to match the number of hearts needed. For this reason, ventricular assist devices are important for prolonging patients' lives until a donor heart is available.

Two basic types of left ventricular assist systems (LVASs) are currently available: pulsatile devices, which produce pulsed blood flow, and continuous flow devices, which do not rely on a pulse. One such continuous flow LVAS is the HeartMate II (Thoratec Corporation, Pleasanton, California, USA), which has been a major focus of research at the Texas Heart Institute. Although mainly used as bridges to heart transplantation, LVASs are now being evaluated as bridges to cardiac recovery or as destination therapy in selected patients.

Because total artificial hearts and LVASs are continually being modified and improved, clinicians need a sure guide to keep abreast of new developments. I salute Dr. Zheng Qu for writing such a guide, which should be an excellent resource for cardiac surgeons, cardiologists, researchers, cardiac support personnel, and anyone else interested in cardiac assistance and replacement.

*Denton A. Cooley, MD*

Surgeon-in-Chief  
Texas Heart Institute  
Houston, Texas, USA

## 序言 1

自从20世纪60年代以来,为了支撑终末期心脏病患者逐渐衰弱的循环系统,研究学者付出巨大的努力,来研究开发有效的机械循环辅助装置。所有的努力主要是为达到两个目标:

- 一、制造一个能暂时辅助或永久替代原来天然心脏的全人工心脏;
- 二、安置一个能维持辅助原来天然心脏的循环辅助装置直到心脏康复或移植。

1967年Christiaan Bernard完成了第一例人类心脏移植手术,这也许是辅助循环领域中最令人兴奋的突破。两年之后,我和我的同事们在得克萨斯心脏研究所完成第一例全人工心脏植入手术,并用人工心脏对患者辅助持续了64个小时,直到获得合适的供体心脏。这些证实了机械循环辅助装置作为心脏移植的过渡性桥梁是可行的。

在20世纪80年代早期,新的抑制免疫排斥技术使得心脏移植手术能达到其预期的效果。从此挽救了数以千计的生命。尽管如此,有限的供体心脏实在难以满足实际需要的数量。因此,心室辅助装置对延长患者生命直到取得供体心脏显得格外重要。

目前临床应用的左心室辅助装置(LVAs)基本分为两大类:即搏动性辅助装置和非搏动性辅助装置,前者可以产生搏动性血流,后者为不依赖搏动的连续血流辅助装置。其中一种连续血流左心室辅助装置是HeartMate II (Thoratec Corporation, Pleasanton, California, USA),由得克萨斯心脏研究所主要参与研制。虽然现在多数左心室辅助装置主要用于心脏移植的过渡性治疗,但是将其有选择地作为病变心脏恢复的“桥梁性治疗”或永久辅助病变心脏的“目的性治疗”还正在进行疗效评估之中。

因为全人工心脏和左心室辅助装置技术正在不断地改进更新,临床医师们需要一个明确的指引资料才能与时俱进。在此我将向正在编写这样一个指引的屈正博士表示敬意,这将是一份对心脏外科医师、心脏内科医师、科研学者、心脏科相关人员,及其他对心脏辅助及移植有兴趣人们,都有着突出价值的参考资料。

丹顿·阿瑟·库利  
Denton A. Cooley

美国得克萨斯心脏研究所所长

## 序言 2

改革开放迎来了科学的春天,三十年来我国的医学科学事业就此进入了科学发展的轨道,胸心血管外科在体外循环的支持下大量开展心内直视手术。我们对复杂性先心病、心脏瓣膜病、扩张性心脏病、缺血性心脏病和主动脉根部瘤病的外科治疗,包括心脏移植及心肺移植也有一定的开展,为严重的心脏病患者提供更优化有效的治疗。采用机械循环辅助装置的治疗方法,扩大了手术治疗的范围和效果,发展了相关技术,与国际接轨,这是改革开放的成果。当然也给我们医学科学和医务工作者提出了更高的要求和新问题,例如:处理使用药物无效,需要机械辅助治疗和心脏移植心肺移植的成人,怎样保证病人安全过渡待供体期等等复杂的问题。为此,多年来创造、实验和应用了许多新方法,并在不断完善和发展。

由首都医科大学附属北京安贞医院屈正教授主编,并由国内外相关专家参加编写的《现代机械辅助循环治疗心力衰竭》一书,相当全面地论述了当前已用和尚在研究的各种类型辅助循环装置的结构原理、作用机制、临床应用的适应证及效果,从主动脉球囊反搏、体外膜肺氧合、心室辅助装置到全人工心脏等各种类型进行了全面讨论。全书反映了当前国内外的有关现状,重点论述采用机械辅助循环装置的适应证和并发症及其防治,观点鲜明,立论有时代性,提供了大量的新信息,对从事这项事业的临床医生与生物医学工程的专家,很有参考价值。相信这部著作的出版定会促进我国机械辅助循环这一生物工程学的发展,并为进入世界先进水平做出贡献。

孙衍庆

中华医学会胸心血管外科分会第三届主任委员  
首都医科大学附属北京安贞医院名誉院长

### 前言

心力(循环)衰竭是新世纪人类面临最具挑战性的心血管流行性疾病。对于药物难以控制的急性心衰如心源性休克或术后低心排综合征等,机械循环辅助已成为心脏功能恢复的“过渡性桥梁”。当心衰发展到终末阶段,唯一有效方法是心脏移植,但其实施受到供体短缺的限制。因此,应用心室辅助装置或全人工心脏逐渐成为挽救终末心衰患者的必要手段,亦是心脏外科技术发展的大趋势。

自20世纪60年代人工心室辅助装置用于临床以来,伴随着科学技术的进步和通过先驱者的开拓、探索和实践,当今机械循环辅助技术的发展与应用又翻开了新的一页。如多种可置入式微型辅助装置进入临床试用阶段,终末替代性治疗和心肌恢复性治疗的临床应用新概念,新一代悬浮式心室辅助装置的开发研制等。遗憾的是因经济条件的限制,我国在此领域的研究与应用较西方发达国家明显滞后。理论陌生、观点陈旧、概念模糊也是普遍存在的现象。可喜的是我国老一代专家始终坚持不懈地开展人工心脏研究工作,为我国机械循环辅助领域的发展奠定了坚实的基础。目前,主动脉内球囊搏动(IABP)技术已受到许多心内科医生的青睐,体外膜肺氧合(ECMO)治疗技术亦已由新一代专家“启锚展航”。随着冠心外科突飞猛进的发展,可以预见我国机械循环辅助的现代化治疗将在临床上陆续展开。

2006年冬,继续医学教育杂志社委托我组织编写2007年继续医学教育系列培训教材《现代机械循环辅助治疗心衰的临床应用进展》。为了让同仁们尤其是新一代医务工作者了解此领域的新观点和新信息,从概念上与国际接轨,站在更高的“起跑线”上,我特邀请了国内外在此领域颇有造诣的专家从多角度多层次全方位介绍了现代机械循环辅助的概念、技术和进展。教材出版后引起了许多专家及学者的关注和兴趣。本书在原教材的基础上,又增加了部分新内容和最新信息,使其既可作为心血管临床各级医生和研究生的工具书和参考书,也可从事机械循环辅助的科研人员提供借鉴。由于本人学识有限和经验不足,本书还有不少问题未能涉及、尚待完善之处,更希望热衷

于此方面的同仁们提出宝贵意见,共同促进我国机械循环辅助技术步入21世纪新行列。

最后,值得一提的是本教材荣幸请到了美国前任人工器官协会主席 O.H. Frazier 教授,韩国人工心脏中心所长 Kyung Sun 教授、日本国立心血管中心人工器官研究所所长 Yoshiyuki Taenaka 教授、德国汉诺威医学院 Martin Strüber 教授等 11 位海外专家亲笔撰稿,承蒙国内著名体外循环专家暨学术带头人龙村教授和龚庆成教授等的大力支持。特别是全世界德高望众的心脏外科先驱者——人工心脏创始人 Denton A. Cooley 教授亲笔作序为本书增辉。在此,我个人并代表继续教育杂志社向他们致以崇高的敬意,由衷地感谢他们和所有作者为此教材作出的贡献。

序 正

目 录

第一篇 基本概念

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 机械循环辅助概述·····          | 2  |
| 第一节 循环辅助基本概念·····          | 2  |
| 第二节 机械循环发展史上的里程碑·····      | 3  |
| 第三节 展望与未来·····             | 6  |
| 第二章 中国大陆机械辅助循环发展史·····     | 8  |
| 第三章 主动脉内球囊反搏·····          | 11 |
| 第四章 体外膜肺氧合(ECMO)·····      | 16 |
| 第五章 人工心室辅助装置·····          | 21 |
| 第六章 儿科机械辅助循环·····          | 28 |
| 第七章 全人工心脏·····             | 37 |
| 第一节 CardioWest全人工心脏·····   | 37 |
| 第二节 AbioCor全人工心脏·····      | 42 |
| 第八章 机械循环辅助的指征 及病人选择·····   | 44 |
| 第一节 机械循环辅助的指征·····         | 44 |
| 第二节 机械循环辅助病人的选择·····       | 46 |
| 第九章 应用机械循环辅助装置的基本外科技术····· | 51 |
| 第一节 插管的位置选择·····           | 51 |
| 第二节 非植入式VAD插管方法·····       | 53 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第三节 植入式搏动型VAD的安装方法 | 55 |
| 第四节 轴流式VAD的安装方法    | 58 |
| 第五节 皮肤切口的护理原则      | 61 |

## 第二篇 现代心室辅助装置

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第十章 罗叶泵及其驱动装置                | 64  |
| 第一节 概述                       | 64  |
| 第二节 体外实验结果                   | 66  |
| 第三节 动物实验结果                   | 70  |
| 第四节 临床试用结果                   | 70  |
| 第十一章 AbioMed心室辅助装置           | 72  |
| 第一节 BVS 5000 型心室辅助装置         | 72  |
| 第二节 AB 5000 型心室辅助装置          | 76  |
| 第十二章 Medos心室辅助装置             | 79  |
| 第一节 概述                       | 79  |
| 第二节 适应证                      | 81  |
| 第三节 Medos 装置应用的结果            | 81  |
| 第十三章 柏林心脏辅助装置 (Berlin Heart) | 84  |
| 第一节 Berlin Heart Excor       | 84  |
| 第二节 Berlin Heart Incor       | 87  |
| 第十四章 Thoratec 心室辅助装置         | 93  |
| 第一节 非植入式 Thoratec 心室辅助装置     | 93  |
| 第二节 植入式 Thoratec 心室辅助装置      | 97  |
| 第十五章 植入式搏动型心室辅助装置            | 100 |
| 第一节 HeartMate LVAS           | 100 |
| 第二节 Novacor LVAS             | 103 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第十六章 可植入式微型轴流心室辅助装置          | 108 |
| 第一节 Jarvik 2000 VAD          | 108 |
| 第二节 HeartMate II LVAS        | 112 |
| 第三节 DeBakey LVAD             | 114 |
| 第十七章 经皮穿刺插管微创左心辅助装置          | 121 |
| 第十八章 Recover 心室辅助装置          | 126 |
| 第一节 历史背景                     | 126 |
| 第二节 装置介绍                     | 127 |
| 第三节 适应证                      | 129 |
| 第四节 临床应用及其效果                 | 129 |
| 第十九章 悬浮式非植入型Levitronix心室辅助装置 | 132 |
| 第二十章 The VentrAssistTM左室辅助装置 | 140 |
| 第一节 概述                       | 140 |
| 第二节 装置的组成与特点                 | 141 |
| 第三节 设计与加工特点                  | 144 |
| 第四节 临床前试验                    | 146 |
| 第五节 临床试验                     | 146 |
| 第二十一章 DuraHeartTM左心辅助装置      | 150 |
| 第一节 背景                       | 150 |
| 第二节 DuraHeart 组成部分           | 151 |
| 第三节 临床研究结果                   | 153 |
| 第四节 述评                       | 160 |
| 第二十二章 搏动型心肺支持系统(T-PLSTM)     | 164 |
| 第二十三章 Synergy袖珍型循环辅助装置       | 169 |
| 第一节 装置组成                     | 170 |
| 第二节 临床试验情况                   | 171 |

### 第三篇 国际动态与临床实践

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第二十四章 得克萨斯心脏研究所应用机械循环辅助的历史和现状····· | 174 |
| 第二十五章 心室辅助装置和人工心脏替代心脏移植的前景·····    | 187 |
| 第一节 背景·····                        | 187 |
| 第二节 搏动性心室辅助装置·····                 | 188 |
| 第三节 非搏动性心室辅助装置·····                | 190 |
| 第四节 全人工心脏 (TAH) ·····              | 192 |
| 第二十六章 日本全置换型人工心脏研制现状·····          | 196 |
| 第二十七章 韩国人工心脏开发简介·····              | 202 |
| 第二十八章 中国台湾机械循环辅助现状·····            | 208 |
| 第二十九章 中国大陆 IABP 与心血管疾病治疗·····      | 212 |
| 第三十章 体外膜式人工肺氧合辅助循环的心脏辅助·····       | 218 |
| 第三十一章 机械循环辅助治疗心肺功能衰竭·····          | 224 |
| 第三十二章 心室辅助装置在暴发性心肌炎中的应用 ·····      | 230 |

# 第一篇 基本概念

- 第一章 机械循环辅助概述
- 第二章 中国大陆机械辅助循环发展史
- 第三章 主动脉内球囊反搏
- 第四章 体外膜肺氧合 (ECMO)
- 第五章 人工心室辅助装置
- 第六章 儿科机械辅助循环
- 第七章 全人工心脏
- 第八章 机械循环辅助的指征及病人选择
- 第九章 应用机械循环辅助装置的基本外科技术