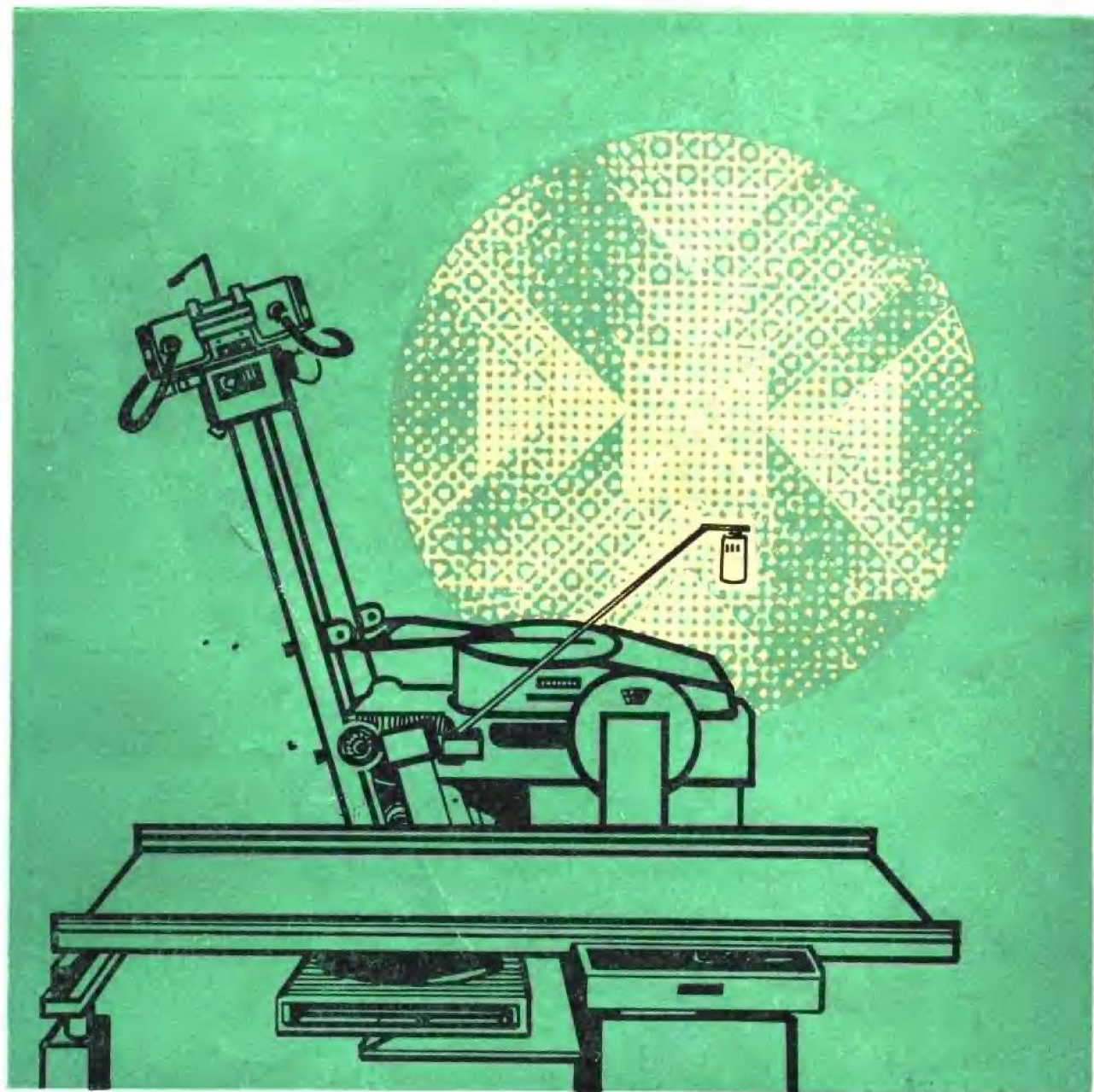




医用治疗设备 应用和设计

[美] A. M. 柯克 等著

上海科学技术文献出版社

R197.39
17
3

医 用 治 疗 设 备

——应用和设计

[美] A. M. 柯克 等著

6133/30

上海科学技术文献出版社

B 512942

医用治疗设备——应用和设计

[美] A.M.柯克 等著

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

浙江洛舍印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 26.5 字数 661,000

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数: 1—2,000

ISBN 7-80513-121-X/R·16

定价: 7.95 元

· 《科技新书目》143-214

目 录

前 言	1
第1章 一般概念	3
1.1 学习目的	3
1.2 诊断、治疗和监护	3
1.3 治疗设备的设计目的	4
1.4 确定内科或外科目的——输出方式	5
1.5 释放的能量——输出设计	9
1.6 与其他治疗方式的关系	14
1.7 治疗设备的控制	15
参考文献	20
练习题	21
第2章 心脏起搏	22
2.1 学习目的	22
2.2 引言	22
2.3 正常和异常的心电活动	22
2.4 起搏器的设计	23
2.5 起搏器的类型及其应用	37
2.6 起搏器的评价：植入、随访步骤、故障查找	41
参考文献	47
练习题	48
第3章 除颤器	50
3.1 学习目的	50
3.2 心脏纤维颤动生理学	50
3.3 心脏除颤生理学	53
3.4 除颤器的应用	56
3.5 除颤器的设计	58
3.6 今后的发展	60
参考文献	61
练习题	62
第4章 心血管的人造代用品和辅助装置	64
4.1 学习目的	64

4.2 引言.....	64
4.3 解剖学和生理学.....	64
4.4 临床方面.....	70
4.5 工程方面.....	73
4.6 泵-氧合器	76
4.7 心脏瓣膜.....	81
4.8 人造血管.....	85
4.9 心脏辅助装置.....	86
4.10 全人工心脏.....	89
参考文献.....	90
练习题.....	93
第5章 神经辅助装置.....	94
5.1 学习目的.....	94
5.2 引言.....	94
5.3 神经辅助装置的应用.....	94
5.4 神经和肌肉的电兴奋.....	95
5.5 电刺激技术.....	97
5.6 神经辅助装置的设计依据.....	99
5.7 临床应用系统.....	103
5.8 从当前的研究展望未来的装置.....	107
参考文献.....	109
练习题.....	110
第6章 感觉和通讯功能增助器.....	112
6.1 学习目的.....	112
6.2 引言.....	112
6.3 感觉和通讯系统的功能及其障碍.....	112
6.4 感觉功能增助器的基本方法.....	116
6.5 视力障碍者用助读装置.....	119
6.6 盲人用行动装置.....	125
6.7 盲人用职业辅助装置与娱乐辅助装置.....	130
6.8 听力康复装置.....	131
6.9 增强的通讯系统和控制系统.....	137
6.10 研究方向.....	142
参考文献.....	144
练习题.....	146
第7章 物理治疗设备.....	148

7.1 学习目的.....	148
7.2 物理治疗的原理.....	148
7.3 病人处理的技术.....	149
7.4 身体的松动术和牵引.....	162
7.5 体育疗法.....	164
7.6 生物反馈.....	168
7.7 新器械.....	169
参考文献.....	171
练习题.....	173
第8章 神经肌肉的修复和矫正.....	175
8.1 学习目的.....	175
8.2 外部修复术的医学问题.....	175
8.3 外部修复学的一般原理.....	177
8.4 下肢修复术.....	179
8.5 上肢修复学.....	184
8.6 矫正学中的医学问题.....	192
8.7 矫正学的一般原理.....	194
8.8 下肢矫正学.....	195
8.9 脊椎矫正学.....	198
8.10 上肢矫正器.....	202
8.11 技术辅助设备.....	205
8.12 轮椅.....	211
参考文献.....	214
练习题.....	217
第9章 内部修复与矫形.....	219
9.1 学习目的.....	219
9.2 引言.....	219
9.3 材料的生物相容性.....	220
9.4 修复学.....	228
9.5 矫正器.....	239
参考文献.....	243
练习题.....	245
第10章 电外科设备.....	246
10.1 学习目的.....	246
10.2 引言.....	246
10.3 治疗效应的机制.....	246

10.4	操作方式	247
10.5	电外科电流、波型和发生器	249
10.6	电极与启动控制	252
10.7	影响电外科电流的变量	255
10.8	事故与有害效应	257
10.9	安全性设计	259
10.10	检验和预防性维修	261
10.11	使用培训	263
	参考文献	265
	练习题	266
第11章 外科用能量传递仪器 267		
11.1	学习目的	267
11.2	引言	267
11.3	止血、凝固和热灼	269
11.4	切割仪器	278
11.5	组织的破坏和切除	281
11.6	实例	282
	参考文献	284
	练习题	285
第12章 麻醉剂释放装置 287		
12.1	学习目的	287
12.2	麻醉简介	287
12.3	现代麻醉的应用	288
12.4	麻醉的人-机系统	293
12.5	麻醉输送装置	296
12.6	麻醉设备的效能和操作者的工作	302
12.7	今后方向	302
	参考文献	304
	练习题	305
第13章 通气机和呼吸治疗设备 307		
13.1	学习目的	307
13.2	引言	307
13.3	正常的呼吸功能	308
13.4	需要作呼吸治疗的问题	315
13.5	呼吸治疗设备简介	316
13.6	气体输送系统	319

13.7. 湿润器和雾化器.....	322
13.8. 通气机.....	323
... 参考文献.....	338
... 练习题.....	339
第14章 人工肾.....	342
14.1 学习目的.....	342
14.2 引言.....	342
14.3 术语说明.....	343
14.4 人工肾治疗的进展.....	348
14.5 分子量与溶质清除率.....	350
14.6 正常肾脏及其功能.....	352
14.7 肾功能衰竭.....	354
14.8 终末期肾脏病的治疗.....	355
14.9 透析存在的问题.....	357
14.10 人工肾的物质运输特性.....	361
14.11 透析器大小和透析时间的限制.....	363
14.12 透析器和透析法的种类.....	364
参考文献.....	368
练习题.....	369
第15章 新生儿科学、产科学和妇科学.....	373
15.1 学习目的.....	373
15.2 引言.....	373
15.3 新生儿的危重护理病室.....	373
15.4 新生儿的热平衡.....	375
15.5 保育箱.....	376
15.6 呼吸辅助器.....	379
15.7 液体和电解质平衡与营养.....	383
15.8 新生儿黄疸.....	386
15.9 产科和妇科中的治疗设备.....	387
参考文献.....	389
练习题.....	390
第16章 放射治疗.....	392
16.1 学习目的.....	392
16.2 什么是癌.....	392
16.3 治疗癌的基本原理.....	392
16.4 放射治疗概况.....	397

16.5 外部辐射治疗计划与剂量测定.....	399
16.6 外部辐射治疗设备.....	401
16.7 植入治疗——短距离治疗.....	407
16.8 校准剂量测定.....	408
16.9 今后趋向.....	409
参考文献.....	410
练习题.....	410

前 言

本书对设计和应用医用治疗设备,及评价病人使用有关治疗设备后的治疗效果都能给予帮助。书中对每项设备逐一阐明有关的医学问题及介绍了详尽的设计方案,同时讲述这些设备施加于病人身上能量的形式。

第1章为读者在使用各种治疗设备时可能产生的各种问题。例如,有关的医学问题是什么?设备的输出是什么?如何控制?输出对病人起什么作用?应该怎样设计设备才能满足包括安全性在内的许多必要条件?并对以上概念举例阐明。

第2章为工程师与内科医生最成功的合作成果——心脏起搏器。读者能从该章中学到对于多种异常心脏节律如何设计起搏器。用起搏器治疗的关键是随访病人确定是否达到预期效果,因此书中也介绍了排除起搏器故障的技术,以使随时发生的问题能尽快解决。

众所周知,除颤器有使过早衰竭的心脏得以复苏的惊人效果。第3章为心脏纤维颤动生理学,然后说明怎样选择除颤器,使之既治疗了疾病,又使组织受的损伤最小。

在作心内直视手术的严重危急情况下,要依靠泵式氧合器来维持病人的生命。心脏辅助装置能降低病人所消耗的功。第4章为说明这些装置以及心脏瓣膜、动脉移植物、全人工心脏的设计。

第5章为电刺激对神经和肌肉的作用,以及神经辅助装置的多种临床应用。

看不见(盲)、听不见(聋)和不能说话(哑)的残废人需要为他们提供帮助的设备。第6章介绍如何设计为伤残者服务的通信、感觉和运动辅助设备。

第7章介绍理疗如何有助于病人的康复,其中不仅涉及到牵引、锻炼、热疗和非电离辐射等标准技术,而且还谈到了生物反馈等新领域。

修补装置的设计吸引了许多生物医学工程师,例如假肢的设计。第8章除了介绍以上内容外,还介绍了矫正装置,这些矫正装置能帮助人体恢复已丧失的功能。

第9章为修补物和矫正装置置于人体内可能发生的问题,即由于人工材料与组织直接接触而产生的生物相容性问题。

电外科器件不仅在施行手术时切割组织,而且同时起凝血的作用。第10章为如何选择合适的波形、设计操作安全的设备、进行预防性检修试验。

第11章为激光在医学上应用的基本知识,并包括激光在眼科和外科中应用的详细内容。

第12章不仅向读者介绍今日的麻醉机是如何工作的,而且读者还可以学到如何设计一种改进的人-机接口,来帮助麻醉师克服使用的困难。

第13章为维持肺通气最重要的设备通气机,以及与之有关的气体输送系统的设计。

第14章为肾透析规划,该项规划目前每年要花费1千万美元以上。该章还介绍了人工

肾脏的设计和各種膜及結構物質的傳輸特點。

第15章为使早产嬰兒成活的一門新學科——新生兒學。其中包括恆溫箱的設計、呼吸輔助裝置以及如何維持適當的營養。

現代癌腫治療的主要方法之一是電離輻射。第16章為讀者介紹放射治療生物學，以使他們能理解放射治療。

本書適於生物醫學工程學的高年級及研究生課程之用，在此學習階段之前，他們已學過基礎生理學、普通化學、微分方程、物理學和電子學。

此外，本書對正在實踐的臨床醫生、生物醫學工程師、護士、內科醫生及其他需要熟悉為治療而設計的醫療儀器設備的人員均可參閱。

希望讀者對本書提出批評，以促進今後再版時在內容上進行修訂。

Albert M. Cook John G. Webster

蔣有銘 譯

第1章 一般概念

Albert M. Cook

1.1 学习目的

- 区别诊断、监护与治疗用医学设备的功能。
- 规定和讨论医用治疗设备的设计目的。
- 陈述治疗设备与其他治疗方式的关系。
- 从能量传递给生物系统角度描述治疗设备的作用。
- 了解治疗设备中采用闭环控制的优缺点。
- 掌握反馈影响设备性能的方式。

本教材为医用治疗设备的专业书，本章介绍这些设备及其应用的概况，以便后面各章进一步详尽研究各种具体的设备。本章的内容也是评价后面提及的各种设备时必需牢记的总目的与设计时应考虑的因素，同时还涉及一些在其他章节中不讨论的设备。

应 用	目 的
诊断设备	确定由于疾病或损伤所造成的机能失常的原因。因测量所引起的生物系统的变化极小（例如“无创性方法”任何地方可能）。精确的定量测量
治疗设备	实现包括内科和外科在内的治疗方法，导致机能增进或变更病程。引起生物系统结构或机能的变化而副作用极小
监护设备	确定治疗的进程和病人对治疗方案反应时病人的状况。对生物系统的影响极小。只测定趋势而不是精确测量

图1.1 诊断、治疗 and 监护用医疗设备的设计目的。各种设备与生物系统的相互作用以及从治疗和监护设备获得的信息形式都存在着差异。

1.2 诊断、治疗 and 监护

完整的医疗护理包括三种性质不同又有联系的内容：诊断、治疗 and 监护。通过诊断确定生理上发生异常的原因，然后或采用内科（例如药物）或采用外科手术的方法获得结构上或机能上的变化，致使总的机能好转。这个过程就称为治疗。内科医师或外科医师需要监视疾病及治疗的进程，并根据效果来改进医疗措施。用于上述医学方面的医疗设备通常设计成其他治疗形式的辅助形式。在某些场合下，监护和治疗功能可以在一台设备中完成。图1.1列出了上述各种设备的目的。

诊断设备

在医疗仪器制造专业的教科书和课程中，常常提及用于协助诊断的医疗设备，这些设备是在不引起生物系统的结构和机能变化的情况下，为确定疾病引起的体征或损伤而设计

的。尽管无创性测试的目的往往很难完全达到，但在设计医疗仪器时，思想上不能因此而放弃这个目的。所有测试设备都或多或少地影响被测系统，但典型的医疗仪器设计应充分减小危险影响的可能性。有关医疗仪器制造的教科书还是不少的[例如，韦伯斯特(Webster)，1978年；杰特斯(Geddes)和贝克(Baker)，1975年；科博尔特(Cobbold)，1974年]。

治疗设备

对诊断设备与治疗设备的要求有很大的区别。虽然安全性都十分重要，但用于评定它们安全操作的准则却有很大的差异。在诊断方面的评定准则是对生物系统影响为最小，但治疗的目的是要产生变更，所以这个准则不能用于评定治疗设备。对于治疗设备，我们必须确保达到应有的治疗效果，而又对生物系统不引起不必要的体内变化。

监护设备

一旦医师开始实施一种治疗方案，他必须监视病情的发展。用于这个过程的设备与诊断设备相类似(有些是相同的)，但是它们的要求略有不同。诊断时，为了确定疾病或损伤的原因，需要非常精细的测试。而在监护中只需使用低精度的测试，因为这时的目的只是确定病情趋势。例如，用心电图诊断心律不齐的带宽要求是0.05~100Hz (Newman, 1978)而在特别护理病房中为监护心脏的心电图带宽只须 0.5~40Hz。带宽要求的降低可以达到几个目的：首先，使系统对噪声和人为的干扰不敏感，其中后者在长期监护中较之诊断场合更易发生；其次，通过提高低频截止点，可以把由皮肤-电极相互作用引起的长时间漂移的影响减到最小。这样，纵然我们可能使用相同的仪器于诊断和监护，可是在监护场合某些参数的要求放宽了。但是对安全性的要求不放宽。例如，电气安全对于监护和诊断来说是相同的。如果被监护的病人对电量易感的话，则这个要求反而要限制得更严 (Freeman等，1979)。Powers和Gisser (1974)详细地叙述了监护的原则。

我们也可以把监护仪器合并到治疗设备中去，这样不仅把两类设备的功能结合在一起，并且可以提高治疗效果。例如，麻醉设备可能包括压力、容积和流量指示器(第12章)，而除颤器是显示蓄积能量的典型(第3章)。这种监测在控制治疗设备中起着重要的作用(第1.7)。最新的设备还在一定程度上装备了闭环控制，即设备的输出在监测参数的基础上直接受到控制。大家所熟悉的按需起搏器(第2章)就是这种系统的一个例子。

1.3 治疗设备的设计目的

设计任何医疗设备时，首先必须考虑该设备应该满足的内科或外科的目的，及确定该设备及其他内科或外科处理方法之间的关系。最后还要确定将怎样使用该设备以及由谁来使用。

图1.2表明了治疗设备的主要组成部分。图1.3列举这些组成部分的实例。这些设备的输出部分产生实用于治疗的能量，该能量具有多种形式。在本章第1.5节中将介绍能量的主要类型和产生最大治疗效果的方法。输出的能量通过接口进入生物系统内。接口可以是体内的或是体外的，具体要根据所用能量的类型来进行设计。用于超声治疗的压电晶体(第7章)、用于心脏起搏器的电极(第2章)、用于热凝结的金属丝环(第11章)，以及用于麻醉的呼吸回路(第12章)和通气机(第13章)都是接口的例子。这些接口通常都是独立的系统部件。人工髋关节的股骨茎(第9章)和缝置人工心瓣的环状支架(第4章)也都是接口。在有

些场合下，接口与病人完全不接触。例如在射线治疗(第16章)和激光手术(第11章)时，能量是通过辐射传输给生物系统的。

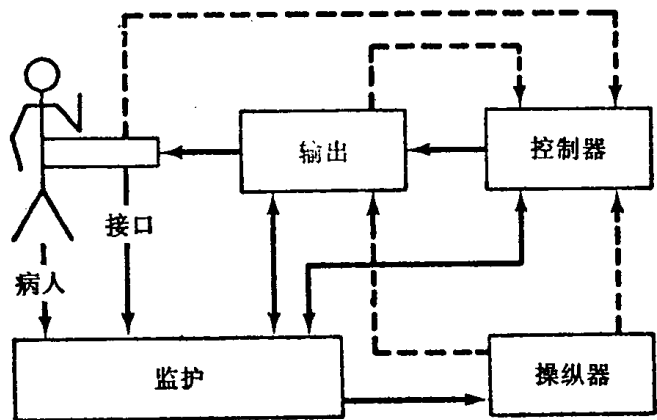


图1.2 医用治疗设备的一般结构

接口可以通过皮肤接触、植入或无接触(例如辐射)直接与病人相互作用。输出决定治疗的效果并履行控制器的功能。控制器为操纵器或生理性控制输出创造条件。虚线表示可能的控制方式(见1.7节)

控制器对输出能量进行改变、聚进和屏蔽，它调整输出的强度、波长、持续时间，以取得最大治疗效果。在感觉性助读器中(第6章)，控制器把印刷资料转变成声音输出；在通气机中(第13章)，控制器通过对输出泵的控制来供给所要求的空气流量和压力。我们将在第1.7节中讨论治疗设备的控制问题。

实例(章次)	接 口	输 出	控 制 器	监 护
超声(7)	压电晶体	交流电压	电子或气体回路	医疗检查
通气机(13)	病人回路	活塞或风箱	无	血气、容积
人工髋关节(9)	股 骨 茎	机 械 的	电子词汇选择	X射线检查
通信辅助装置(6)	开 关	视觉的或 听觉的		使用者视觉 或听觉的反馈

图1.3 接口、控制器、输出和监护的实例。在某些情况下并不是所有的部件同时存在(例如人工髋关节)。监护可以通过体检、使用者的反馈或自动的方式来进行

为治疗用所设计的医疗设备也可以用于其他内科或外科目的。辅助治疗设备的例子有：用于控制血液中 O_2 和 CO_2 含量的通气机(第13章)，以及调节血液中毒性物质浓度的血液透析器(第14章)。外科辅助设备包括麻醉(第12章)，由外科设备(第10章)和诸如骨片之类的体内矫形件(第9章)。有的设备具备与其他内科和外科治疗方案不太相关的功能。例如放射治疗(第16章)虽然是包括内科(化学治疗)和外科部分在内的整个肿瘤治疗方案中的一部分，但它的效果是直接的，而与其他方式不相干。同样，起搏器(第2章)、除颤器(第3章)以及感觉和通信辅助装置(第6章)具有直接效果，它并不直接取决于特定的内科或外科治疗。

1.4 确定内科或外科目的——输出方式

任何治疗设备将辅助一个或几个下列目的：

1. 维持或重建内环境稳定。
2. 改变结构以增强机能。
3. 直接的辅助功能。
4. 替代丧失的功能。

图1.4表示本书所述各种设备属于上述一个或多个的类别。

内环境稳定是指在体外环境, 或个体发生变化的情况下机体所表现出的使内环境变化尽可能小的能力(Selkurt, 1976)。内环境稳定的机构对由营养失去平衡、锻炼、疾病或损伤引起的体内的变化起反应, 其中我们最关心的是疾病和损伤。象任何其他控制系统一样, 人体的内在反馈机理在一定限度内是有效的, 当超越这些限度时, 体内调节不再可能, 而死亡可能临近。经常使用医疗设备来暂时地弥补人体内环境出现过度的变化。

体内平衡调节机理的实例包括: 温度调节、血气含量、血糖浓度、肌肉张力、血压、电解质平衡和体液平衡, 通过植物神经系统、循环系统、呼吸系统以及脾脏、肝脏和胰腺的相互作用, 使各种参数保持在正常范围内。如果疾病或损伤影响了上述任何一个系统, 体内环境的调节即受损。医用治疗设备在以下两个方面同受损情况作斗争: (1) 直接代替有缺陷的器官系统。例如, 血液透析器(第14章)有助于纠正电解质平衡、体液平衡和血糖浓度的失常; 通气机(第13章)有助于控制血气含量; 气囊泵(第4章)有助于克服中央循环的机能不足。(2) 直接影响所有的机能。例如, 早产婴儿恒温箱(第15章)代偿初生婴儿温度调节机能之不足。

急性护理设备		
设 备	内 科 或 外 科 目 的	章 次
心脏除颤器	直接辅助机能	3
气 囊 泵*	直接辅助机能	4
血泵(或氧合器)*	维持内环境稳定	4
体内骨片	改造结构以辅助机能	9
电外科设备	" "	10
低温、激光、其他外科设备	" "	11
麻醉设备	维持(或改变)内环境稳定	12
通气机*	" "	13
血液透析器*	" "	14
早产婴儿恒温箱	维持内环境稳定	15
辐射治疗	改造结构以辅助机能	16
慢性护理设备		
心脏起搏器	直接辅助机能	2
心脏瓣膜	替代机能	4
人工心脏	" "	4
神经辅助装置	直接辅助机能	5
感觉或通信辅助装置	替代机能	6
理疗设备	直接辅助机能或通过改造结构辅助机能	7
肢体修复和矫形件	直接辅助或替代机能	8
体内关节替换件	替代机能	9

*也可用来直接辅助目标器官系统的机能

图1.4 医用治疗设备的设计目的及其所基于的内科或外科效果。本书中所列每一种设备具有一个主要运行方式, 同时基本上适宜于急性或慢性护理的需要

有时为了实现某一治疗步骤,必须抑制身体的调节机能。麻醉设备(第12章)抑制了植物神经系统并改变身体对外界的反应。因此原因,我们也可能在施行麻醉期间采用其他生命支持系统,例如通气机(第13章)和血液氧合器(第4章)。

这一类型的设备是维持生命的,所以必须设计得极其可靠,关键在于监测设备和病的机能两个方面(Powers和 Gisser,1974)。设计的设备必须包含与治疗效果有关的基本参数,而监测经常是离线进行的。例如在使用通气辅助装置时(第13章),常用的是测量从心房、静脉或毛细血管中抽出血液样本。次要的是对潮气和每分钟通气量的鉴别,这些监测部件装配在设备内部。因为呼吸系统发生变化常常要好几天时间,最后导致完全衰竭所以必须检测细微变化。在给治疗设备配置监测功能时,必须选择那些与该设备所辅助的器官系统机能最直接相关的参数及能最快表征生命垂危病人病态变化的参数。Powers和 Gisser(1974)提出一个对于循环系统、泌尿系统、植物神经系统和呼吸系统的卓越的论述。

改造结构以增强机能

许多治疗过程要求改造结构以增强机能。常用的结构改造有多种类型,切割或割断组织则是多种设备的功能。切割通常会引起失血,所以其次的结构效应是凝血。有时也可能需要破坏对生物体不利的组织,但这种效果与前两种结构改造相比目的不同。医用治疗设备经常对这些过程起辅助作用,因此要求它把结构改造增加到最大限度,同时把不要求的变化减到最小限度。例如设计电外科设备(第10章)提供无菌切割,使它极少失去。这就要求既懂得射频原理又要了解外科的目的。

结构改造本身不是最终目的,更确切地说它仅是达到增强机能的一种手段,因此必须突出特殊效果并尽量减小副作用(见1.5节)。

在所有情况下,结构上的变更型式必须与内科或外科目的一致。在设计中,必须考虑到避免出现失血过多、切除过量的组织或产生可能延缓愈合过程的影响,及使用设备后能使外科手术时间压缩到最低限度。

机能的直接辅助

医用治疗设备也能对特定器官系统机能的增进起作用。我们称辅助机能的设备为矫形设备或矫形器(orthotic devices or orthoses),在设计这种设备前,必须全面了解被辅助器官系统的生理学。例如设计辅助心脏的设备,必须首先明确工程方面的问题。心脏活动异常(心律不齐)要求特殊设计参数,诸如起搏器输出的刺激电压、电流和持续时间等(第2章)。心律不齐的类型也支配着起控制作用的设计目的,一个稳定的二度心脏传导阻塞需要的设备不同于二度传导阻塞时所用的设备,心力衰竭也对设计目的要求不同,设计左心室辅助装置时,重要的参数是心搏量、心输出量和冠状循环(第4章)。这些特定的要求必须在设计过程中考虑到,否则这台设备未必能实现它的预定功能。同样,助听器必须在每个人不同的机能丧失基础上定出设计要求(第6章)。

有时设备用于抢救生命。例如当病人在几分钟内就会发生死亡或严重损伤时,我们就采用除颤器(第3章),而其他设备只能改善病人的生活本领而不是维持生命。例如可以利用神经辅助设备(第5章)以减小难以消除的慢性疼痛;肢体矫形术(第8章)在神经肌肉疾病或损伤中用来增进上肢或下肢的机能。在考虑设备的可靠性、安全性、使用方便性以及总尺寸和成本时,还必须研究它与病人康复的关系。设备维持生命的作用与改善生活本领相比,前者是更为重要的评价设计的基本标准。

机能的替代

在许多情况下，疾病或损伤能造成机能全部丧失。当一个医疗器件用于替代丧失的或残缺的机能时，我们称它为替代器或假体 (prosthetic device or prosthesis)。它们的主要设计目的是替代机能。替代装置的结构可以与生物系统完全不相似。如替代心脏瓣膜 (第4章) 可以用浮球或转碟而不用类似正常瓣膜的叶片结构。特别重要的是，在设计替代部件时应采取机能近似而不是结构模仿。叶片式人工瓣膜是一个失败的典型例子，因为它们没有活体瓣膜中如乳头肌样的支撑结构。由于人工瓣膜活动是完全被动的，且严格地受通过瓣膜孔的压力变化率的控制，叶片结构会有过多的泄漏。

感觉性辅助器(第6章)只是替代机能而很少替代组织或器官。我们为盲人设计助读器和助听器是以所需求的信息输入，而不是以类似于眼睛内的光化学方法为基础的。通信辅助器(第6章)不能替代天然的说话，而是通过另一种方法替代通信的实质。假手(第8章)代替手的机能但没有正常手那样灵巧，结构也不同。

有些装置是复制人体需要替代的部分结构。例如人工髋部(第9章)的结构与天然髋关节非常相似。这是由于髋部的机能是结构性的，并且存在能复制天然结构的材料。

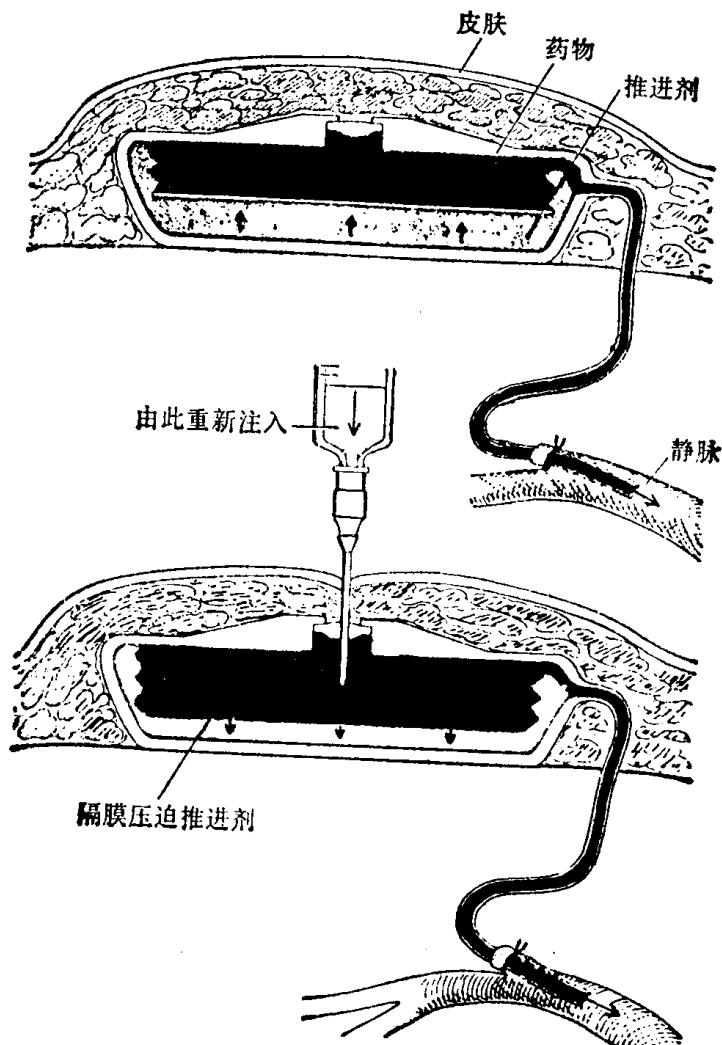


图1.5 由两个腔室组成的植入式药物输送泵及再灌满过程，上室装有输注的药物，下室为推进剂