

← 康复工程系列精品丛书

# 假肢矫形器原理与应用

JIAZHI JIAOXINGQI

YUANLI YU

YINGYONG

喻洪流 主编  
张晓玉 主审



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

中国轻工业出版社 (北京) 出版

# 假肢成形器原理与应用

JIAZHI JIAXINGQI YUANLI YU

YUANJI YU

YINGYONG

2004 年 12 月

第 1 版 1 印

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

第 1 次印刷

中国轻工业出版社 (北京) 出版

中国轻工业出版社 (北京) 出版

中国轻工业出版社 (北京) 出版

上海市本科教育高地建设项目资助  
康复工程系列精品丛书

# 假肢矫形器原理与应用

喻洪流 主编

张晓玉 主审

东南大学出版社

·南京·

## 内容提要

本书较系统地阐述了假肢与矫形器的工程原理及应用,相比现有相关书籍,本书强化了假肢矫形器的工程知识,突出了假肢矫形器学医工结合的特点。本书在介绍上肢假肢、下肢假肢的分类与结构的基础上,重点剖析了肌电上肢假肢、假肢膝关节的结构与控制原理,并介绍了作为假肢应用技术核心的接受腔制作方法;该书还分别论述了上肢矫形器、下肢矫形器、脊柱矫形器及矫形鞋的生物力学原理、类型以及临床应用方法。

本书既可以作为康复器具行业技术人员的参考书,又可以作为高等院校相关专业的教材或教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

假肢矫形器原理与应用/喻洪流主编. —南京:  
东南大学出版社,2011.2

ISBN 978-7-5641-2648-3

I. ①假… II. ①喻… III. ①矫形外科学—  
医疗器械 IV. ①R687.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023322 号

### 假肢矫形器原理与应用

---

出版发行:东南大学出版社  
社 址:南京市四牌楼2号 邮编:210096  
出 版 人:江建中  
责任编辑:丁志星  
网 址:<http://www.seupress.com>  
经 销:全国各地新华书店  
印 刷:江苏凤凰扬州鑫华印刷有限公司  
开 本:787mm×1092mm 1/16  
印 张:23.25  
字 数:620千字  
版 次:2011年2月第1版  
印 次:2011年2月第1次印刷  
书 号:ISBN 978-7-5641-2648-3  
定 价:58.00元

---

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

# 前 言

假肢与矫形器学是在我国 20 世纪 80 年代发展起来的一门新型交叉学科。由于国际上假肢与矫形器专业主要以培养假肢矫形器制作、装配人才为主,所培养的假肢师、矫形器师职业基本属于医疗卫生系列。因此,这门学科及其相应的书籍或教材内容均以假肢的装配技术为主,而对假肢矫形器的工程知识与原理涉及不多。上海理工大学自 2006 年开始设立医疗器械工程(康复工程)本科专业方向,并在其所管理的上海医疗器械高等专科学校设立康复工程技术专业。这是一个培养康复工程领域医工结合高级应用型技术人才的专业(方向),因此,不但要求学生掌握假肢矫形器装配、制作等知识与技能,而且更重要的是要突出专业的医工结合特点,相对强化假肢矫形器的工程技术知识,以培养具有设计能力的假肢师、矫形器师与康复工程师等具有工科特色的康复工程专门人才。然而,目前国内外还没有适合的假肢矫形器工程技术参考书或教材。因此,我们结合本专业培养特点,按照新的理念编写结合工程技术与应用的《假肢矫形器原理与应用》一书,既可以作为康复工程行业技术人员的参考书,又可以作为相关专业的教材或教学参考书。

本书参考了许多国内外的现有资料并引入了一些编者的科研成果,共分为十一章,主要对假肢矫形器力学与材料基础、上肢假肢、下肢假肢以及各种主要矫形器的原理与应用进行了介绍。国家康复辅具研究中心总工程师张晓玉教授、上海交通大学胡天培教授为本书提供了许多宝贵资料,上海理工大学生物力学与康复工程研究所沈凌、赵改平、崔海波、赵展、蒋清锋、朱明等老师对本书部分内容的编写或编辑整理工作提供了大力协助。在此书编写过程中,本校硕士研究生简卓、赵胜楠、李盼盼等同学参与编辑整理了部分资料,朱清老师对文字进行了校核,在此一并深表谢意。

本书的编写参考了部分国内外教材、内部文献、论文等资料,在此特向有关参考文献的作者表示诚挚的感谢。

本书适用于康复工程技术、假肢矫形器工程、康复医学、康复治疗学等专业的教学或教学参考,也可供医院康复科医生、假肢矫形器企业设计与制作技术人员以及假肢矫形器技术监督与管理人人员参考。

本书承蒙张晓玉教授审阅,在此表示衷心的感谢。

由于时间与作者水平有限,书中错误或不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者  
2011 年 2 月

<b>第一章 概论</b> .....	(1)
第一节 康复器具概述 .....	(1)
第二节 假肢基本知识 .....	(8)
第三节 假肢技术的发展历程 .....	(21)
第四节 矫形器基本知识 .....	(26)
第五节 矫形器技术的发展历程 .....	(33)
<b>第二章 假肢矫形器力学与材料基础</b> .....	(36)
第一节 假肢矫形器生物力学基础 .....	(36)
第二节 假肢矫形器工程材料基础 .....	(51)
<b>第三章 上肢假肢的类型与结构</b> .....	(62)
第一节 上肢假肢的种类 .....	(62)
第二节 假手的基本结构 .....	(68)
第三节 假手的多关节手指结构 .....	(71)
<b>第四章 肌电上肢假肢基本原理</b> .....	(76)
第一节 电动上肢假肢的主要控制方法 .....	(76)
第二节 肌电控制上肢假肢的基本原理 .....	(83)
第三节 肌电上肢假肢的控制系统 .....	(86)
第四节 肌电上肢假肢的肌电信号识别 .....	(93)
第五节 典型肌电假手的设计案例 .....	(101)
<b>第五章 下肢假肢的类型与结构</b> .....	(104)
第一节 下肢假肢部件与组件式结构 .....	(104)
第二节 下肢假肢的类型 .....	(107)
第三节 假脚的类型与结构 .....	(112)
第四节 假肢膝关节类型与结构 .....	(128)
第五节 假肢髋关节类型与结构 .....	(133)
<b>第六章 大腿假肢及膝关节基本原理</b> .....	(140)
第一节 大腿假肢系统的功能分析 .....	(140)
第二节 大腿假肢的人机工程学原理 .....	(143)
第三节 假肢膝关节基本工作原理 .....	(147)
第四节 四连杆膝关节的工作原理 .....	(150)
第五节 微电脑膝关节及其控制原理 .....	(156)
第六节 典型膝关节的结构与功能分析 .....	(166)

<b>第七章 假肢接受腔类型与制作</b> .....	(187)
第一节 大腿假肢接受腔的类型 .....	(187)
第二节 大腿假肢接受腔的制作 .....	(193)
第三节 膝部假肢接受腔的制作 .....	(200)
第四节 小腿假肢接受腔的类型 .....	(206)
第五节 小腿假肢接受腔的制作 .....	(208)
第六节 上肢假肢接受腔的制作 .....	(216)
第七节 假肢接受腔 CAD/CAM 系统 .....	(229)
<b>第八章 上肢矫形器原理与应用</b> .....	(232)
第一节 上肢矫形器基础知识 .....	(232)
第二节 上肢矫形器的生物力学原理 .....	(249)
第三节 常用上肢矫形器 .....	(253)
第四节 上肢矫形器的处方 .....	(261)
<b>第九章 脊柱矫形器原理与应用</b> .....	(265)
第一节 脊柱矫形器基础知识 .....	(265)
第二节 脊柱矫形器的生物力学原理 .....	(275)
第三节 常用脊柱矫形器 .....	(282)
第四节 脊柱矫形器的处方 .....	(295)
<b>第十章 下肢矫形器原理与应用</b> .....	(299)
第一节 下肢矫形器基础知识 .....	(299)
第二节 下肢的生物力学原理 .....	(312)
第三节 常用下肢矫形器 .....	(316)
第四节 下肢矫形器处方 .....	(337)
第五节 下肢矫形器结构设计案例 .....	(344)
<b>第十一章 矫形鞋原理与应用</b> .....	(348)
第一节 矫形鞋基础知识 .....	(348)
第二节 矫形鞋的生物力学原理 .....	(354)
第三节 常用矫形鞋 .....	(356)
第四节 矫形鞋处方 .....	(360)
<b>参考文献</b> .....	(364)

# 第一章 概 论

## 第一节 康复器具概述

由于假肢矫形器是用于人体的典型康复器具,因此,本章首先论述康复器具的基本概念。凡是为残障人使用的,只要能够有效地克服失能影响,提高残障人生活质量、劳动能力和参与能力的器具,特别生产的或一般有效地预防、补偿、抵消残损(Impairment)、残疾(Disability)、残障(Handicap)的产品、器械、设备或技术系统的特殊器具,都属于残障人康复器具的范畴。康复器具在残障人康复的各个环节上,都起着不可缺少、无法取代的作用。康复器具产品涉及残障人生存和发展的各个方面。在国内,康复器具有多种名称,包括“康复器具”、“辅助器具”、“康复辅具”等。国际标准 ISO 9999: 2007 已经称为“辅助产品(Assistive Products)”,包括“辅助器具(Assistive Devices)”与“辅助技术(Assistive Technology)”。为习惯起见,这里仍采用国内常用名称“康复器具”进行论述。

### 一、康复器具的基本概念

#### (一) 康复与康复器具

##### 1. 康复

康复(Rehabilitation)是指综合地、协调地应用医学的、社会的、教育的、职业的措施以减轻伤残者的身心和社会功能障碍,使其得到整体康复而重返社会。残疾康复就是要使残障人能与健康人同样平等地参与各种社会活动,成为现代社会中普通的一员,实现自身的价值,为社会作出贡献。

1981年,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)定义:康复学是指综合利用各种有效的科学理论、方法和技术手段,促使身心障碍者最大限度地恢复或重建其活动能力、生活自理能力以及职业劳动等社会参与能力;社会要为他们创造无障碍的环境条件,不断满足他们物质生活和精神生活的特殊需求,以利于他们更好地融入不断发展变化的人类社会。康复的途径包括两个方面,即个体功能的恢复和代偿,以及无障碍环境的建立。

##### 2. 国际功能、残疾和健康分类

2001年,WHO依据世界各国卫生、保健事业及残障人事业发展的状况,特别是社会人口老龄化、医疗服务工作重心转移的需求,经过65个国家10年国际性的合作努力,推出了新的社会文化理论模式(如图1-1),并由此导出了新的《国际功能、残疾和健康分类》(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF)标准。这个标准将健康成分归纳为两个部分,第一部分为功能与残疾,它包括身体功能、身体结构、活动能力和社会参与;第二部分为背景性因素,包括环境因素和个人因素。其中,身体功能和结构障碍是指身体结构、生理功能和心理功能的缺失和异常,但不包括细胞和组织水平的缺失和异常。活动



能力受限是描述完成活动的各种困难,包括质和量的改变,它可以是暂时的或永久的、可逆的或不可逆的、进展性的或恢复性的、简单的或复杂的。需要的帮助包括使用辅助用具及他人的帮助。社会参与是指个人参与社会生活的程度,是个体健康状况与环境之间的复杂联系或相互作用的结果。

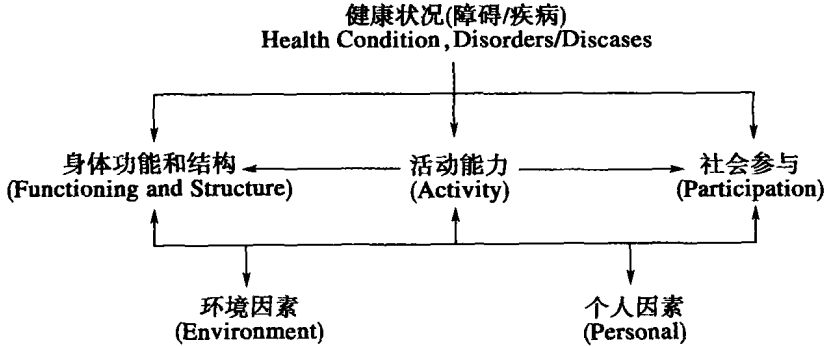


图 1-1 ICF 理论模型

ICF 分类系统建立了一种国际统一的、标准化的术语系统。它对健康状态的结果进行分类,并提供了参考性的理论框架,是一个综合分析身体、心理、社会和环境因素的有效系统性工具。它将在残疾公共政策、保健、保险、社会保障、就业、人权、科学研究、教育和训练以及经济和人类发展等各个领域得到广泛的应用。例如:它可作为统计工具,用于人口研究、残障人管理系统等数据采集与编码;作为研究工具,测量健康状态、生活质量或环境因素;作为临床工具,进行职业评定和康复效果评定;作为制定和实施社会政策的工具,制订社会保障计划,建立保险赔偿系统;作为教育工具,进行课程设计,确定认知和社会行动需要等。

残疾标准不是静态的,而是动态的,是随着社会、经济及科学文化的发展而变化的。目前,西方一些发达国家,不仅把疾病造成内脏损伤而置换为人工器官,如人工心脏、人工膀胱等的列为残疾,而且将老年人也列为康复的关注群体。在世界 191 个国家共同签署的 ICF 条款中明确定义:活动能力受限可以是暂时的或永久的、可逆的和不可逆的、进展性的或恢复性的。这一国际公认的条款、定义的改变与实施,将会带来康复领域一系列概念、政策的变化和发展。如根据国际相关调查统计证明:一个人一生中有过暂时性残疾的人占 70%,而有约 80%的老年人至少有一种以上的慢性病。

### 3. 残疾人和老年人

2005 年,世界卫生组织在《有关残疾和康复的行动计划(2006~2011 年)》中指出:全世界有 6 亿多人患有精神、肢体或感官残疾,涉及相关亲属 20 多亿人。残疾人占全世界人口的 10%,残疾人中的 80%人口生活在发展中国家,而仅有 5%的残疾人能获得卫生服务及康复治疗。

2006 年,我国进行了第二次全国残疾人口抽样调查,结果显示:全国现有各类残疾人 8 296 万,涉及全国 17.80%的家庭。残疾人占全国总人口数的 6.34%,60%以上不同程度地需要各种类型的康复器具。

在我国康复服务关注的对象不仅仅是 8 296 万残疾人,还应包括 80%的老年人以及占人口总数 70%以上暂时性残疾和亚急性群体。按照国家统计局公布的 2009 年末统计数据,

我国 60 岁以上的人口为 1.67 亿,占人口总数的 12.5%,预计到 2040 年,60 岁以上人口将达约 3.74 亿人,占人口总数的 24.48%,是世界上老年人口最多、增长最快的国家之一,而老年人残障发生率高达 12.5%。伴随着人口老龄化以及残疾人的增加,预计 2020 年我国将有占总人口的 15%~20%的人群需要康复器具的帮助才能提高生活质量,他们大多需要配置必要的康复器具,这说明其市场的需求将越来越大。

#### 4. 康复器具

康复器具全称为康复辅助器具,根据国际标准化组织(国际标准 ISO 9999:1992)给出的定义,辅助器具是指能够有效预防、代偿、监测和缓解残障的产品、器具、设备或技术系统。康复器具学是现代科学技术与人体康复需求相结合的产物,从学科上看,属于生物医学工程中的康复工程范畴,它的理论基础是人—机—环境工程学、工程仿生学与生物力学,在此基础上研究服务于各种康复目的的理论、技术和方法以及仪器、设备和装置,研究内容涵盖了康复医学、康复技术、生物力学、运动生物力学、解剖学、医学信号处理、人机仿生学、人机环境学、机械工程、控制理论及控制工程、材料学、假肢矫形器学、社会心理学等领域,是一个涉及面广、与人体特点息息相关、技术要求高的新兴交叉学科。康复器具必须针对残障人需求及身体特点的个体性,运用工程技术和产品,因人而异地进行器具产品研发和配置。从应用上看,康复器具是帮助身体功能障碍者,特别是身体功能性衰退者回归社会的最基本和最有效的手段,对于某些身体功能障碍,配置器具甚至是唯一的手段。

根据 ISO 9999:2007 的最新国际标准,康复器具产品或辅助产品(Assistive Products)被分为 11 个主类、129 个次类、707 个支类,有上万个品种,而这些品种在我国市场上仅能见到 1/5 左右。辅助技术产品的特殊性在于它们的个体性。每个服务对象的个体特征不同,康复目标不同,则会要求不同的康复产品,有些可以对市场产品进行改装,有些则必须定做。

康复器具领域的重要任务就是拆除残障人与健全人之间的隔墙,应用一切现代科学和工程技术的手段,研究“残疾”和“健全”状态之间的“边界”,提取残障人本身存在的残留控制信息,建立“功能障碍者—机器设施—社会、空间环境系统”的接口装置,为他们提供工具和环境,使他们能从事健全人所能做的一切事情。

#### 5. 康复器具的对象

目前,我国有 8300 多万残疾人,有 1.67 亿 60 岁以上老年人,是世界上存在身体功能障碍人口最多的国家。身体功能障碍群体包括残疾人、老年人和暂时性身体功能障碍者。巨大的人口基数将使老龄化问题在未来十年内成为困扰我们的严重社会问题。康复器具产品涉及残障人生存和发展的各个方面,主要涉及的人体功能障碍有:

- (1) 运动功能障碍:截肢、脑瘫、截瘫、偏瘫、小儿麻痹后遗症;
- (2) 脑功能障碍:先天性脑功能障碍、脑损伤、老年性脑疾;
- (3) 感官功能障碍:视觉、听觉障碍;
- (4) 言语功能障碍:语言障碍。

#### (二) 康复器具技术是高科技集成产业

到目前为止,康复器具的特殊界面/接口装置,再加上无障碍设施,已构成了残障人回归社会的全方位、多层次的康复器具框架体系。随着对康复器具及其技术的研究深入,将会出现大量高新技术产品来满足残障人日益增长的需求。

### 1. 康复对工程技术的基本要求

康复对工程技术的基本要求包括以下几点:

- (1) 开发残障人功能、能力的测量、分析、评价的工程技术方法及仪器设备;
- (2) 开发残障人躯体功能恢复、重建的工程技术措施,如假肢、矫形器、助行器、助听器和组织工程技术等;
- (3) 开发残障人功能恢复重建的医疗训练工程技术方法及设施;
- (4) 开发残障人护理及生活自理的工程技术方法及康复辅助技术设施;
- (5) 开发残障人社会交往和信息沟通的工程技术方法和辅助设施;
- (6) 开发适合残障人生存和发展的无障碍环境的方法及工程技术。

### 2. 康复器具是现代科学技术与人体康复需求相结合的产物

康复器具能够实实在在地帮助残障人提高生活质量,增强他们融入社会的能力。但这些物品必须遵循人类生存和发展的基本规律,符合人体生理功能的需要。也就是说,康复器具应当具有科学性。它的理论基础是人—机—环境一体化和工程仿生,在此基础上研究服务于各种康复目的的理论、技术和方法,以及仪器、设备和装置。从个性化和无障碍环境两个方面出发,研制和开发的康复辅助技术产品通过康复辅助技术服务门诊的方式被推荐到用户手中。个性化康复器具的研制开发、公共环境无障碍设施的建设,以及康复辅助技术服务三者的结合,形成了康复器具产业的发展模式。

### 3. 康复器具的最终成果是形成高新技术产品

康复器具的最终成果包括康复辅助技术装置和康复辅助技术服务。康复辅助技术装置是指任何能解决残障人日常生活、工作、娱乐和生活自理中的问题,能给他们提供更多的选择,增加他们的参与性,使他们有更多的控制力或耐受力,获得更多的娱乐和自主能力的装置(《美国公共法》,PL100-407)。简单地说,康复辅助技术装置是可用于增加或改善残障人功能的任何项目、设备或产品;康复辅助技术服务则指能直接帮助残障人在选择、获得或应用康复辅助技术装置方面提供的服务。这些服务包括:

- (1) 评价个体残障人的需要和辅助制作师的技能;
- (2) 提出所需康复辅助技术装置的要求;
- (3) 选择、设计、修理和制造康复辅助技术系统;
- (4) 与其他理疗和作业治疗项目合作,开展服务;
- (5) 培训残障人以及陪伴残障人使用康复辅助技术装置的人员。

### 4. 康复器具是多学科技术的交叉和综合

基于存在众多不同的单个生命体,要真正实现康复的本质目标,有关康复的科学研究需要多学科知识的综合与跨学科技术的交叉和融合。首先,由于对象的个体差异,残疾的评定、康复过程、康复评价、康复手段与方法需要在了解人体众多特性之后才能真正做到,所以对个体本身例如协调规律、生理参数表现、行为动作特点等深入的人体研究需要加强,而这些研究在世界范围内还没有更多的突破;其次,残疾人与器械之间是否存在是否协调的人机关系,要使康复或福利器械真正成为康复对象身体的一部分或协调行动,目前的人机工程研究还不足以达到理想目标;再次,由于残障人所处的环境、文化背景、生活习惯等的不同,在适应残疾人和老年人的个体差异之用具用品的设计理论、评价方法和生产工艺等都需要研究和探索。所以要真正使康复器具适用于老年人和残疾人,涉及医学、人体研究、心理学、工程

学等学科技术的交叉和综合是必须的,而这种多学科的大跨度交叉又是形成新知识、新思想和产生新技术的必备条件。

### (三) 康复器具在康复中的地位

当人类步入 21 世纪,社会老龄人口大大增加,随着残障人争取人权、反对歧视运动的蓬勃发展,人们对自身生活质量的需求大大提高,残障人与健全人之间的界线逐渐淡化。康复领域的学者及工程技术人员不仅关心终生残疾,而且开始关注长期/短期外部残障人、亚急性人群和慢性病患者,这一切意味着康复的概念正在发生进一步变化,广泛的社会需求将促进康复器具的迅猛发展,而康复器具的发展也将为广义的残障人提供更全面、更有效的服务。

康复器具是由康复医学在工程上的需要而兴起的,它随着康复医学的发展而不断发展。康复器具工程是医学和工程技术相结合的一门学科。在进行康复检查、评定、治疗、训练时,需要一定的设备;为使功能障碍者恢复或重建功能和实现生活自理均需要相应的装置;重残者的搬运与护理也需要有必要的设施。为了康复目的所需的评估、诊断、代偿、训练、护理等设施的原理研究和设备开发均属于康复工程学的范畴。举例来说,截肢者可以也只能通过安装假肢重新获得肢体的功能。因此假肢是截肢者康复必不可少的代偿物。为了制造出性能良好的假肢需要研究人体肢体功能原理、假肢的仿生原理和控制方法;需要设计出假肢机构及控制系统。除此以外,为了合理地安装到患者的肢体残端上,还要有正确合理的连接方法和装配方法及与之相配合的设施。同时,对假肢的性能和配置质量也要有相应的检测方法和设备。由此可见,假肢的原理、设计、配置、检测和质量评估都与康复工程密切相关。

目前,康复器具产业,包括辅助技术服务业,正在全世界范围悄然兴起。大多数康复器具需要根据患者的残障情况量身定配,这就如同我们装牙齿必须到牙科医院去一样。假肢的配置是其中最典型、最富代表性的,每个截肢患者的残端长度、围长、肌力、软组织等情况迥异,而为患者量身定配康复器具的成本占到康复器具最终产品的近一半。针对康复器具产业的这一特征,许多国家已建立起康复辅助技术门诊(Assistive Technology Workshop)。在康复辅助技术门诊中,康复医师、康复辅助技术工程师、作业治疗师、理疗师、厂家的康复辅助技术供应师等组成一个团队,掌握大量的康复技术产品资源,康复医院将残障人转到这里,由多学科交叉团队对其功能障碍程度、需求等进行康复评价,开出康复处方,选择康复器具,并按用户特征改进器具的设计直到用户满意为止,最后,进行佩戴后的康复功能训练。通过这样一种康复辅助技术服务的方式,将大量康复器具产品推荐给用户,是康复辅助技术产业中重要的一环。

康复器具工程学是一门理、工、医相结合的边缘学科,也是应用高新技术最多的学科之一,是一项人、机、环境三者有机结合的系统工程。

从医学角度看,康复器具是生物医学工程综合领域的一个分支,又是康复医学领域的一个重要组成部分,使康复技术能够科学有序的发展。

从工程学角度看,残障人康复器具将工程科学应用于医学科学,并把医学科学与工程科学结合起来,为完成康复服务开发各种康复器具。

众所周知,大多数残障人(包括重度残疾和超重度残疾)都有强烈的自主自立的愿望,即不依赖他人的帮助,尽自己的可能去完成日常生活活动,康复器具能从以下方面去满足他们的愿望。第一,有些人的伤残或残缺按目前医学水平还不能全部解决或者满意的达到防治效果,康复器具便可提供某些人工矫形器具来补偿功能之不足,弥补感官上的缺陷,代偿生

活上的能力。具体来说,就是运用各种机械的、化学的、电子的、材料学的乃至自动化工程手段为残障人设计制作各种假肢、矫形器、步行器、轮椅、特殊用具、生活辅助用具、辅助器械等等。第二,康复医学越深入发展,渗透的领域越宽广,本身所需要的工程技术(工程手段)要求越高,康复器具工程人员能够更多的研究、设计、制造各种用于治疗、训练的特殊专用器械,满足残障人日益增长的各种需要。

康复器具的使用,可以减少甚至免去护理费用,解除残疾人的护理依赖。例如一位双下肢高位截肢的患者,丧失了站立和行走功能,必须有人护理才能完成自我移动,需要部分护理依赖;而双上肢高位截肢患者进食、翻身、穿衣、洗漱和大、小便都不能自理,需要部分护理依赖。为他们分别装配双下肢和双上肢假肢后,经康复训练都有可能实现生活自理。伤残程度虽然没有减轻,但护理依赖程度却减轻了。康复器具一方面帮助这些残障人恢复了劳动能力,为其重回工作岗位、重返社会、提高生活质量创造了条件,实现了人的价值;另一方面,也减免了过去必须偿付的护理费用,确实是一举多得的好措施。

康复器具在残障人康复的各个环节上,都起着不可缺少、无法取代的作用。但是,有些康复器具长期使用后可能会使患者产生依赖性,比如腰肌劳损等疾患使用的围腰等矫形器,长期使用会使躯干肌力减退,故在症状稍缓解后应适当减少使用时间以避免废用综合征。患者如果不清楚康复器具的远期副作用,应当咨询康复工作者和康复器具技术工作者。

## 二、康复器具的分类

当前,世界上已经为残障人建立了多种特殊装置和设施。20世纪90年代初已初步形成了衣、食、住、行、休闲娱乐、文体活动、社会交往、信息沟通、教育就业和创造发明等生存发展全方位、多层次融入社会的康复器具体系。在市场上出售的已有产品可分为10个方面(这里根据ISO 9999:1992来论述,ISO 9999:2007已经将“治疗和训练康复器具”分为“用于个人医疗的辅助器具”与“技能训练辅助器具”两种)。

### (一) 治疗和训练康复器具

治疗和训练康复器具(Aids of therapy and training)同一般医疗器械及健身器材最大的不同是在一般设施的基础上,增设一个残障人能够识别与操作的特殊装置,以利于残障人独自使用。国际市场上供应的这类产品有:呼吸循环治疗康复器具、腹疝康复器具、注射和服药康复器具、防压疮康复器具、视听说五官及表达训练器具、脊柱牵引及运动肌力、姿势平衡训练器具和性能康复器具等共约有29类、115种不同规格型号的产品。

### (二) 矫形器和假肢

矫形器和假肢(Orthoses and Prostheses)是残障人康复器具的最早起源,已有两千多年的历史,也是这一行业中发展最完善的部分。其中矫形器应有5类30种不同规格型号的产品;假肢有4类30种;其他人工假体有14种不同规格型号的产品。在这一大类共有11类、83种规格的产品。

### (三) 生活自理及防护康复器具

生活自理及防护康复器具(Aids for personal care and protection)包括残障人的衣帽鞋袜等着装及穿脱康复器具、大小便收集器具、五官肢体防护器具、洗漱浴等洁身康复器具及残障人用来测量体温、体重、身高及计时的康复器具等17类、112种不同型号规格

产品。

#### (四) 个人移动辅助器具

个人移动辅助器械(Aids for personal mobility)包括各种拐杖、助行器、轮椅、机动车和自力车及配件;各种翻身、升降康复器具及配件和操作、导向康复器具等 14 类、80 种不同型号规格的产品。

#### (五) 家务管理康复器具

从残障人的生存来看,第 3 和第 4 方面的康复器具主要是解决他们的“衣”及自身防护和“行”的问题;而家务管理康复器具(Aids for house keeping)主要是解决残障人“食”的特殊问题。后者一是包括:饮食物品的准备、贮存、进食等特殊餐饮器具及清洗存放问题共 3 类;二是清扫房间及缝补衣服的有关问题共有 2 类 25 种产品;合起来共有 5 类、49 种产品。

#### (六) 家庭及其他场所使用的家具及适配件

家庭及其他场所使用的家具及适配件(Furniture and adaptation to homes and other premises),这些以“住”为主的康复器具,是一些带有特殊界面/接口装置,适合残障人使用的桌、椅、床、柜、灯等家具和门、窗、安全报警设施及开关调控康复器具,共 12 类、65 种产品。

#### (七) 交流、信息及信号康复器具

除了衣、食、住、行等需要一些特殊界面/接口装置以辅助残障人生存外,为使他们全面康复尚需要建立一些沟通信息的界面/接口设备——沟通、信息及信号康复器具(Aids for communication information and signaling),以辅助他们参与社会交往。这方面包括视、听、说、写、读康复器具;计算机等信息处理系统;交通信号及警报装置;风、雨、雪、昼、夜等天气指示系统共有 17 类、123 种产品。

#### (八) 产品及物品管理康复器具

产品及物品管理康复器具(Aids for handling products and goods)是为解决残障人就业而建立的一些操作控制的特殊界面/接口装置,主要包括货物的存放、搬运、拿取、操作控制、标志识别、测量及特殊机器人等工作所需要的康复器具。共 14 类、56 种产品。

#### (九) 环境改善康复器具和设备、工具及机器

环境改善康复器具和设备、工具及机器(Aids and equipment for environmental improvement, tool and machines)主要是辅助残障人改善他们回归社会所遇到的空间、气候、震动、噪音、光线、空气等不利的环境条件;可用环境的维护、修整、监测、调控等方面的特殊界面/接口设备,共 5 类、19 种产品。

残障人回归社会(全面康复)平等参与的另一个方面是休闲娱乐。

#### (十) 休闲娱乐康复器具(Aids for recreation)

包括游戏、玩耍、嗜好、音乐、美术工艺创作、竞赛和体育运动等活动的康复器具,这方面的产品共 11 类、19 种。

总之,国际上残障人康复器具中生存和发展的产品在市场上出售,已经构成了全方位的框架体系。随着社会的发展,在残障人回归社会的界面/接口匹配理论及实践方面,尚待进一步充实、完善和提高。我国的残疾人和老年人使用的康复器具,按照国际惯例并结合中国人群的特点,依据功能划分的原则,可分为 11 个主类,135 个次类,740 个支类,在我国只有不到五分之一的产品有实物,有超过五分之四的产品有待开发。

## 第二节 假肢基本知识

### 一、假肢基本概念

人体四肢在人的生活和劳动中具有不可或缺的重要作用,如果一个人因为各种原因不幸失去其肢体,那将给他的生存和生活造成巨大的困难,同时给他周围的人甚至他处的社会带来各种影响。因此,为截肢者重建或部分弥补肢体功能是截肢者本人和整个社会的迫切需求。当医学和相关科学技术还没有发展到可以使截肢者的肢体重新生长出来的时候,只有依靠现有工程技术手段制造的“假肢”来应对截肢者的现实需求。

假肢(Prosthesis)就是用工程技术的手段和方法,为弥补截肢者或肢体不全者缺损的肢体而专门设计制造和安装的人工假体,用于替代整体或部分缺失或缺陷的体外使用装置,使他们恢复或重建一定的生活自理、工作和社交能力。它用于截肢者,为弥补其肢体(四肢)缺损而制造、配置的人工肢体,它的主要作用是替代失去肢体的部分功能,使截肢者恢复一定的生活自理和工作能力。国外也有人称之为 artificial limb——人工肢体,假肢分为上肢假肢和下肢假肢两大类。

良好的假肢要求功能好、穿着舒适、轻便耐用、外观近似健肢。假肢是由残肢支配的,要求有好的残肢条件,除了取决于截肢者所受损伤或疾病情况外,截肢术的设计、操作及配置假肢前的残肢功能训练都很重要。同时还与假肢的正确设计、制造、配置及使用训练密切相关。康复医生与假肢制作师要密切配合,根据截肢部位、残肢条件及全身情况,结合其年龄、性别、职业、居住地区及既往穿用假肢的习惯等特点,因人而异地制订康复计划,配置假肢。

截肢后残肢经过弹力绷带包扎、物理治疗和功能训练,使肿胀消失,肌肉定型后(一般在手术后三个月),便可安装永久性假肢。截肢后两周可安装临时假肢,加速残肢定型。假肢安装过程包括:品种选择、设计、测量、绘制肢体投影图、制取残肢石膏模型、制造、临时配置、试穿调整、适合检查、最后配置、交付使用等步骤。

假肢制成后,还要经过使用训练,使截肢者能正确、熟练地使用,充分发挥假肢的代偿功能。上肢假肢训练内容有:截肢者自行穿脱假肢;控制假肢;日常生活自理和工作训练。下肢假肢训练内容有:截肢者穿脱假肢;步行训练;上下楼梯、台阶等;适应不同的生活、工作环境。

假肢学(Prosthetics)是用人工方法替换因外科手术、创伤、疾病或发育异常而失去或欠缺身体部分构造的科学和艺术。美国康复医学专家腊斯克(Rusk)定义为:“假肢学是研究给人体附加或应用人工装置(假肢)以部分或全部代替已丧失的肢体或脏器所需考虑的问题。”

随着现代康复医学的发展,假肢的制造和配置技术日益进步和发展,假肢学成为康复工程学的一个重要组成部分。近年来应用现代科学技术,假肢学在基础理论、结构设计、新型材料应用、制造和配置工艺等方面发展较快。例如现代的摄影、录像、电子测量技术促进了正常步态和穿用假肢步态的分析,提高了下肢假肢各方面的水平,为假肢功能评定提供了良好方法。电子技术、精密机械、生物工程和仿生学的发展,为研制出肌电控制和气动控制的外部动力假肢和智能假肢开辟了广阔的道路。目前广泛应用各种质量轻、强度高的高分子材料、新型钛合金、铝合金和石膏阳型真空成型技术,不但减轻了假肢重量,而且达到了假肢

接受腔与残肢全面接触,提高了残肢承重、悬吊和支配假肢的能力。

综上所述,现代假肢的科研、制造正形成一门综合性技术的学科。从事康复器具工程设计的技术人员应当了解和掌握这门学科的一些知识和技术,注意加强同其他学科的联系。假肢制作者则要善于把其他学科的新成就及时应用于假肢研制方面,以期设计和制造出最大限度代偿四肢功能的假肢,造福于截肢者。

## 二、截肢与截肢者康复

人的运动主要在四肢。四肢骨骼多为长骨,肌肉特别发达,关节有适于多变的活动度,可以作大幅度的运动。上肢运动在稳固与灵活的矛盾统一中,以灵活为主;下肢则着重于支撑体重和活动,以稳固为主。

### (一) 截肢及功能代偿

人体四肢的功能是在神经系统的调节和有关系统配合下进行各种运动,在运动中骨骼肌的收缩是运动的动力,骨骼起杠杆作用,关节则是运动的枢纽。穿戴假肢后功能代偿是在发挥残肢的功能,利用假肢结构的特点来实现。残肢的肌力是运动的动力,残肢在支配假肢运动时起杠杆作用,关节是运动的枢纽。假肢运动是通过残肢的支配和二者的协调动作来完成的,残肢是运动的主动部分,是一种异于健全肢体的运动器官。

### (二) 截肢的概念

截肢是将肢体从骨组织连贯处截断,关节离断术是将肢体从关节处截断。如前臂截肢就是切断尺骨和桡骨,肘关节离断就是将尺、桡骨和肱骨切离,将整个前臂断开。两种手术的目的都是把无用或有害于健康的肢体从人体上截断,统称为截肢。大多数截肢是为挽救或延长伤病员的生命而不得已采用的手术;有时也会因肢体完全丧失功能,截除后安装假肢而更有利于恢复功能。截肢是一项严重的破坏性手术,截肢手术后患者将终身失去肢体的一部分,造成严重的生理和心理障碍。因此,在决定截肢时必须慎重,严格掌握手术的适应证。一般来说,现代假肢制造技术下肢假肢所代偿的功能远远超过了上肢假肢,所以进行上肢截肢时要更加慎重。近年来由于断肢再植手术迅速发展使得一部分创伤严重、以往是属于截肢绝对适应证的肢体得以保留。

截肢手术的确会造成某些生理缺陷,使患者丧失一定的生理功能。但从康复角度来说,截肢不仅仅是破坏性的手术,它同时又是一种建设性手术;截肢者术后穿戴假肢可取得部分代偿功能,所以手术时就应考虑假肢对残肢的要求和残肢对假肢的适应。截肢手术不是医疗的结束,而是开始。在截肢时,必须注意患者的周围状况和局部情况。在首先考虑医疗上需要的同时,不可忽视为术后配置假肢创造条件,从截肢时就要考虑到其功能重建,即手术后创造一个新的运动器官。这个器官(残肢)能带动科学制作的假腿或假手,使保留的关节能活动自如。这就需要医生、假肢制作师、病人和家属的合作,避免把伤口愈合作为截肢手术唯一的目标。

### (三) 截肢原因

造成截肢原因主要分为7类:周围(外部)血管坏死;糖尿病;外部损伤;严重感染;肿瘤;骨骼畸形;先天性肢体发育异常。

#### 1. 周围(外部)血管坏死

现今,有许多患者因为周围(外部)血管坏死而需要截肢。周围(外部)血管坏死是指影



响或阻止血液传输、循环至心脏的血管堵塞。在安装假肢后的 20~40 年,因为周围(外部)血管坏死而造成的动脉血管堵塞不易被发现,而且症状也不明显。比起高位肢体,动静脉血管堵塞对低位四肢的影响更为明显。

慢性动脉血管堵塞包括由于内出血而造成的间歇性跛行和动脉硬化。由于血液流动时的供血不足造成动脉血管直径减小从而引起间歇性跛行。病情恶化时,病人的行走会比以前大幅减少,并且造成肌肉紧张、疼痛等,严重的甚至会造成足部的溃疡。减少病症的措施是增加血液流动,缓解肌肉紧张、疼痛感。

动脉硬化也是周围(外部)血管坏死的一种临床表现。动脉硬化的特点有动脉壁厚、坚硬,动脉直径狭窄。动脉硬化常发生于老年患者或者是青年患者。每年有大约 25% 的患者需要进行血管重建外科手术,有大约 5% 的患者需要进行大面积的截肢。

慢性静脉供血不足的特点是从静脉回流至躯干的血液不足,症状包括下肢慢性静脉功能不足,严重的会导致截肢。临床表现为水肿、心律不齐以及人工关节置换后的过敏反应。慢性静脉供血不足会随着年龄与体重的增加而日益严重。

在欧美国家,下肢截肢起因于动脉硬化症和糖尿病等血液循环病症的占截肢例数的 70%~80%,甚至高达 90%。在日本占主导地位的截肢原因则是闭塞性脉管炎。北美洲、欧洲患者的血循环障碍有 50 多种,其中动脉粥样硬化引起的血循环障碍约占 50%,糖尿病引起的占 45%,此外为脉管炎引起的。

## 2. 糖尿病

目前我国糖尿病患者已达 3 980 万人,占世界糖尿病患者总数的 1/5,患病率居世界第二位,并且以每天至少 3 000 人的速度增加,每年增加超过 120 万人。1999 年世界卫生组织(WHO)和国际糖尿病联盟(IDF)公布的糖尿病(DM, Diabetes Mellitus)一词是描述一种多病因的代谢疾病,特点是慢性高血糖,伴随因胰岛素(Insulin)分泌及/或作用缺陷引起的糖、脂肪和蛋白质代谢紊乱。

糖尿病对足的危害很严重,糖尿病下肢血管病变造成的截肢者,要比非糖尿病者高 5 至 10 倍,下肢血管病变是引起糖尿病患者肢体残疾的重要原因。糖尿病足是指糖尿病患者因血管病变造成供血不足,因神经病变造成感觉失常并发脚感染。糖尿病足的主要症状是下肢疼痛及皮肤溃疡,早期是双脚发紫或苍白、怕冷,走路时突然下肢疼痛难行,一瘸一拐,以后在休息时下肢也痛,严重时可使患者彻夜难眠,最后足部溃烂、坏死,创口久久不愈,严重者不得不接受截肢而导致残疾。

糖尿病足的治疗也应以预防为主,措施是:(1) 严格控制好糖尿病,也包括高血压的控制。(2) 注意足部卫生,要保持脚的干净与干燥,经常用温水泡脚,但也要注意避免足部烫伤,可用植物油按摩;避免穿过紧、不合脚的鞋,注意修剪趾甲,避免脚趾甲修剪过短,足部受伤。对鸡眼和任何微小的足部损伤或感染都应以积极的处理,以免形成溃疡或坏疽。(3) 改善下肢循环,注意足部保暖,以保证下肢血液供应充足,可长期使用肠溶阿斯匹林、复方丹参片等降低血液黏稠度的药物。

## 3. 外部损伤

外部损伤是指肢体血液运输或组织受到不可修复的破坏,包括机械损伤、烧伤、冻伤和电击伤。适宜的治疗环境与营养物质的补充(包括蛋白质类的营养物质与白蛋白类营养物质的补充)对肢体血液运输或组织受到不可修复的破坏导致的截肢(包括机械损伤、烧伤、冻