


 手功能康复系列丛书

手功能康复概论

Hand Function Rehabilitation

丛书主编 贾杰 主编 贾杰

 中国工信出版集团

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

手功能康复概论

Hand Function Rehabilitation

丛书主编 贾杰

主 编 贾杰

副主编 胡军 李响 姚黎清

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁力 (复旦大学附属华山医院)

王建晖 (河南大学附属南石医院)

艾旺究 (广东省工伤康复医院)

朱原 (上海中医药大学附属龙华医院)

刘刚 (南方医科大学第三附属医院)

孙克兴 (上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)

李响 (济宁医学院附属医院)

李琴英 (上海市静安区中心医院)

杨帮华 (上海大学机电工程与自动化学院)

何志杰 (复旦大学附属华山医院)

陈祥贵 (上海市静安区中心医院)

孟巧玲 (上海理工大学)

姚黎清 (昆明医科大学第二附属医院)

钱宝延 (河南省人民医院)

谢宏 (上海海事大学信息工程学院)

王琦 (同济大学设计创意学院)

邓景元 (西安交通大学第一附属医院)

叶士青 (复旦大学信息科学与工程学院)

危昔均 (南方医科大学深圳医院)

闫彦宁 (河北省人民医院)

孙俊峰 (上海交通大学生物医学工程学院)

李鑫 (中山大学附属第三医院)

杨青 (复旦大学附属华山医院)

吴文 (南方医科大学珠江医院)

陆小锋 (上海大学通信与信息工程学院)

苗鹏 (上海大学通信与信息工程学院)

胡军 (上海中医药大学康复医学院)

贾杰 (复旦大学附属华山医院)

董安琴 (郑州大学第五附属医院)

解益 (郑州大学第五附属医院康复医院)

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

手功能康复概论 / 贾杰主编. —北京：电子工业出版社, 2019.1

（手功能康复系列丛书）

ISBN 978-7-121-35364-2

I. ①手… II. ①贾… III. ①手-功能性疾病-康复 IV. ①R658.209

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第251242号

策划编辑：崔宝莹

责任编辑：崔宝莹

印刷：北京捷迅佳彩印刷有限公司

装订：北京捷迅佳彩印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编：100036

开本：889×1194 1/16

印张：18

字数：450千字

版次：2019年1月第1版

印次：2019年1月第1次印刷

定价：168.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件到dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：QQ 250115680。

康复是

外科功能
重建的基础

顾亦东



顾玉东，男，满族，1937年10月19日出生，山东章邱人。1961年毕业于上海第一医学院医疗系，复旦大学上海医学院、华山医院外科学教授、博士生导师，1994年入选为中国工程院院士。现任国务院学位委员会委员，中华医学会副会长，国家卫健委手功能重点实验室主任，上海市手外科研究所所长，复旦大学附属华山医院手外科主任，《中华手外科杂志》总编辑。

顾玉东教授从事手外科与显微外科工作已50余年，在国内外学术期刊上发表论文250余篇，出版《臂丛神经损伤与疾病的诊治》《手的修复与再造》《四肢创伤显微外科修复》等专著。主编《手外科学》《手外科手术学》《临床显微外科学》《临床技术操作规范—手外科分册》《残缺肢体的修复重建》等专著。

主要成果：

- “静脉蒂动脉化腓肠神经移植”获国家发明三等奖（1985年）；
- “足趾移植术中血管变异及处理”获国家科技进步二等奖（1987年）；
- “臂丛神经损伤诊治”获国家科技进步二等奖（1990年）；
- “健侧颈7神经移位治疗臂丛根性撕脱”获国家发明二等奖（1993年）；
- “肢体创面的皮瓣修复”获国家科技进步二等奖（1996年）；
- “组织移植的基础研究”获国家科技进步二等奖（1998年）；
- “长段膈神经及颈7神经移位治疗臂丛根性撕脱伤”获国家科技进步二等奖（2005年）；
- “臂丛损伤后手功能重建的临床和基础研究”上海医学科技一等奖（2012年）；
- “臂丛损伤后手功能重建的新方法研究及其应用”上海市科技进步二等奖（2013年）；
- “臂丛损伤后手功能重建的新方法研究及其应用”教育部科技进步二等奖（2013年）。

1986年获“国家级有突出贡献的中青年科学技术专家”称号；1989年和1995年两次被授予“全国先进工作者”称号；1989年被评为“上海市科技精英”；1992年被评为“上海市先进标兵”；1994年被评为“上海市科技精英”；1995年被评为“全国教育系统劳动模范”；1996年获“白求恩奖章”；1997年被授予“全国优秀科技工作者”称号；1999年获“全国五一劳动奖章”；2009年获“上海市教委系统道德标兵”及“全国卫生系统医德标兵提名”；2011年获“全国卫生系统职业道德建设标兵”称号；2015年获上海市医师协会“仁心医者”特别荣誉奖。

融合產學研醫管

發展手功能康復

王威淇



二〇一七年四月



王威琪，男，汉族，1939年5月30日出生于上海，祖籍江苏省海门市。生物医学工程学家（医学电子学）。1961年毕业于复旦大学物理系，留校至今。现为复旦大学首席教授，任复旦大学生物医学工程研究所所长、复旦大学电子科学与技术博士后流动站站长、上海市突出贡献专家协会副会长等。曾任教育部科学技术委员会委员、复旦大学学术委员会副主任、中国声学学会常务理事等。

王威琪长期从事医学电子学领域的研究工作。在医学电子学的理论、方法、技术和应用方面取得多项首创或优秀的成果。曾获得世界医学生物超声联盟的 Pioneer 奖，国家科技发明二等奖，光华科技基金二等奖，教育部科技进步二等奖，5次上海市科技进步二等奖和 10 多项省部级奖项，发表论文 350 余篇，著作（合编）7 本，有 2 项发明专利。

1999 年当选为中国工程院院士。

灵巧双手
功能全要
大医永复
吉林春暖

于世镇

2018.3.17



钟世镇，中国工程院院士。1925年9月出生，广东五华人，1952年毕业于中山大学医学院。现任南方医科大学临床解剖学研究所所长，全军和广东省医学生物力学重点实验室主任，教授，博士生和博士后导师。临床解剖学专家，中国现代临床解剖学奠基人，中国数字人和数字医学研究倡导者，主要学术工作是建立了以解决临床外科发展需要的应用解剖学研究体系。主编学术专著11部，以第一作者发表论文120多篇，在显微外科应用解剖学领域，有系列的研究成果，为我国显微外科长期跻身于国际先进学术行列做出了突出贡献。获国家科技进步二等奖6项、全国优秀科普一等奖、广东省科技突出贡献奖、“何梁何利基金”科技进步奖、“柯麟医学奖”、省部级科技一等奖3项、全军优秀教材一等奖。

前言

Foreword

众所周知，人类的双手具有精细的结构和复杂的运动、感觉等功能。拥有全身54%功能的双手也是人类进步、发展最本质的“工具”。手部创伤、神经损伤以及部分其他疾病都会引起手功能障碍，影响人们的日常生活和工作。作为康复领域里棘手且不可忽视的一部分，手功能康复逐渐“热”了起来。战争创伤以及社会工业化促进了康复医学的发展，也同样将人们的视线聚焦到了外伤引起的手功能障碍。随着时代和社会的变化，疾病谱也在改变：手外伤发病率逐年下降，中枢神经损伤继发的手功能障碍越发常见。此外，人们对生活质量要求的提高，对手与上肢功能表现的关注，使得各类引起功能障碍的疾病也纳入了手功能康复的范畴，如乳腺癌术后手与上肢的功能障碍、内分泌疾病引起的手功能障碍以及劳损等。明确手功能康复的基本概念、理论，规范相关技术，以及科研和临床结合都是当下利于手功能康复更好发展、更规范应用的必要之举。因此，在全国范围内召集有志于手功能康复临床研究的专家、学者一起编撰“手功能康复”系列丛书势在必行。该套丛书将重新诠释“手功能康复”，包括凝练手功能康复理论，规范手功能康复治疗技术，并结合原创理论进行具体阐述。此外，还将针对中枢神经系统损伤引起的手功能障碍撰写专著。作为“手功能康复”概念之基础、理念之核心的《手功能康复概论》，便是该套丛书的第一本。手与上肢功能密不可分，手功能是上肢功能的延伸与实现。本套从书中所提及的手功能包含手与上肢功能。

全书共分为八个章节，内容涵盖手功能相关概念，手功能康复模式，手功能康复病损原因、功能评估、康复手段和技术，手功能康复精要，新技术、新理念，手功能康复科学研究等。希望读者能够从手功能康复的基本理念，临床应用到科研，全面理解手功能康复的深层含义。本书将引起手功能障碍的病损原因从手外伤扩展到包括骨骼肌肉病损、神经系统病损、肿瘤、烧伤以及其他病损，此外还介绍了儿童手功能障碍的原因及特点。首先，本书纠正了人们固有的、狭隘的“手功能”概念，为后续丛书奠定编撰基础；其次，将手功能康复的临床、科研覆盖面扩大，引起临床和科研工作者的重视，有助于启发新的思路。在介绍完手功能康复相关的定义、功能障碍原因以及评估、治疗后，还以分析临床病例的形式，介绍了某种手功能障碍的康复治疗思路，重点在于培养读者临床思维和解决问题的能力。本书最后两部分结合原创的手功能康复理论（“中枢-外周-中枢”和“上下肢一体化”等），以科学研究为主，介绍了手功能康复相关的新技术、新理念。基于“医工交叉”和“产、学、研、医”的合作形式，多位工程领域专家参与了该部分的撰写，为读者介绍手功能康复的新理念如何与工程的新技术相结合，并提供了典型病例以便更好地理解。

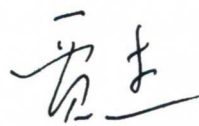
本书以精炼、概括性的语句汇总了手功能康复的相关概念、理论、技术要点、临床思路以及科研重点。希望读者通过阅读本书，能够从中获得手功能康复的新启发，并将其泛化到临床、科研的具体应用中。此外，全书有三大亮点。

第一，规范相关概念，包括“手”“手功能”“手功能康复”。“手功能”和“手功能康复”的概念里首次强调了中枢神经的调控，并以各类功能表现为核心和康复的主要内容。全书强调“手”“脑”结合，从结构相关性到功能联系上，将“手功能”与“脑功能”紧密联系在一起，颠覆传统的康复理念。

第二，以病例形式介绍了手功能康复的具体理念和技术。在全书的各个章节，读者都能找到各类典型的病例，包括简单的技术应用病例或详细的病例治疗。希望通过结合病例的形式，能够更加生动地让读者理解相关的知识点。第六章通过对具体病例或同一类病损引起的手功能障碍，从病例描述、功能评估、康复目标、治疗方案制订到临床思维的培养进行了全面介绍和描述，更全面、具体地传递了手功能康复的理念。

第三，手功能康复模式介绍。手功能康复非常棘手，需要团队协作。本书将团队协作的形式进行深刻、细致的总结和描述，以便读者通过学习能够传承这种协作模式，组建当地或全国性质的合作团队。此外，手功能康复团队作为“医工交叉”的创新型团队，在“产、学、研、医”合作模式上有较多成功案例，因此在本书中介绍了“产、学、研、医”合作模式及典型案例。本书也从协作模式的基础上，延伸出手功能康复科学研究的背景、思维、研究手段以及未来发展趋势等。必将为热爱手功能康复科学研究的读者带来全新的认识和新的启发。

《手功能康复概论》一书的顺利出版，依赖于各编者、出版社以及全国手功能康复团队的大力支持和配合，谨在此表示感谢。由于本书是第一次系统地归纳手功能康复的相关概念、理论及治疗，并将其融入临床和科研，难免会存在一些归纳、整理的遗漏和不足，愿各位同行和读者指正。同时，也希望读者能从这本凝聚了手功能康复团队多年来成果的书中感受“手功能”的魅力，体会每位编者在书中所付出的心血，并能有所收获。



2018年10月

目 录

Contents

- 第一章 手功能康复相关概念 /1**
 - 第一节 手与手功能 /1
 - 第二节 手功能障碍 /7
 - 第三节 手功能康复 /10
 - 第四节 手功能康复发展史 /12
- 第二章 手功能康复工作模式 /15**
 - 第一节 手功能康复需要团队协作 /15
 - 第二节 开展社区模式下的手功能康复 /19
 - 第三节 手功能康复在不同医疗机构的开展形式 /23
 - 第四节 手功能康复“产、学、研、医”模式 /26
- 第三章 手功能障碍的原因 /31**
 - 第一节 骨骼肌肉疾病 /31
 - 第二节 神经系统疾病 /39
 - 第三节 肿瘤 /50
 - 第四节 烧伤 /55
 - 第五节 儿童手与上肢功能障碍特点 /60
 - 第六节 其他原因 /66
- 第四章 手与上肢功能评估方法 /70**
 - 第一节 概述 /70
 - 第二节 感觉功能评估 /72
 - 第三节 运动功能评估 /83
 - 第四节 功能性活动评估 /88
 - 第五节 评估新技术、新理念 /95
- 第五章 手与上肢功能障碍康复治疗方法 /101**
 - 第一节 物理治疗 /101
 - 第二节 作业治疗 /124
 - 第三节 康复训练辅具 /142
 - 第四节 中医疗法 /146
 - 第五节 药物治疗 /149
 - 第六节 创新疗法与传统治疗理念的
结合 /156
- 第六章 手与上肢功能障碍病因康复治疗 /173**
 - 第一节 骨骼肌肉系统病损 /173
 - 第二节 中枢神经系统病损 /181
 - 第三节 外周神经系统病损 /190
 - 第四节 肿瘤 /198

- 第五节 烧伤 /206
- 第六节 儿童手与上肢病损康复 /215
- 第七节 其他原因 /220

第七章 手与上肢功能障碍康复及康复工程 /225

- 第一节 机器人技术 /225
- 第二节 虚拟现实技术 /229
- 第三节 物联网技术 /233
- 第四节 可穿戴设备 /235
- 第五节 脑机接口技术 /239

- 第六节 光学动作捕捉技术 /242
- 第七节 镜像视觉反馈技术 /244

第八章 手功能康复的科学研究 /248

- 第一节 手功能康复的研究背景 /248
- 第二节 手功能康复运动学与动力学研究 /251
- 第三节 手功能康复与脑科学研究 /257

索引 /265

第一章

手功能康复相关概念

第一节 手与手功能

一、手的定义

二、手的解剖

三、手与脑

四、手功能的概念

第二节 手功能障碍

一、概念

二、原因

三、分类

第三节 手功能康复

一、定义

二、原则

三、特点

第四节 手功能康复发展史

一、兴起

二、拓展

三、未来

第一节 手与手功能

直立行走解放了人类的双手。人们通过手，从事各种生产和娱乐活动，实现生命的价值，创造和构建人类文明。

手承担了多种感觉和运动功能，并且具有众多特性。对不同形状的物品或对象进行抓握及功能性操作体现了手的灵活性；感受不同质地、重量的物品或对象，通过手势进行信息沟通、表达情感则显示了手的适应性；而从解剖结构和中枢调控的角度看，手又具有相当的复杂性。事实上，从多种意义上说，手都是人体最复杂的器官之一。因此，当我们谈及“手功能”这一概念时，应认识到它并不仅仅代表了手作为器官的复杂结构和各种具体的抓握功能，而

应在扩大到对手的“功能”这一概念认识的基础上，对手功能及其障碍的原因进行更加深入细致的研究，从而更好地理解一系列与手有关的功能活动、更全面的制订各种手功能障碍的康复方案。

一、手的定义

手(hand)，是人体上肢末端的一部分，由五根手指及手掌组成，左右两手相互对称，互为镜像。手以腕关节为界与前臂区分，成为上肢的远节结构。手的结构组成包括掌根、手掌、手背以及手指。五个手指由外到内分别为拇指、食指、中指、环指以及小指。拇指位于手掌侧面，具有屈曲、内收、外展以及对指等功能。除拇指外的四指可以向手掌屈曲以完成

抓握动作，手指伸展可完成释放动作。手部和上肢的运动及感觉功能在运动皮层及感觉皮层的投射区分别占据近三分之一与四分之一的区域，手部的精细功能与大脑中枢的调控息息相关。在神经系统的调控下，手部肌肉和关节可以产生大范围但精确的活动，从而进行各种精细或粗大运动。

在日常生活中，我们使用手去进行各种操作时，常需要与眼睛相互配合（图 1-1-1）。手与眼睛相同，是人体感知周围环境的重要器官之一，其典型表现为手的触觉识别功能，手在进行取物时，会根据物体的材质、形状和重量来决定手掌开合的大小以及力量的调控，具有对环境的自适应能力。同时手也是人体重要的感觉器官之一，感觉的表现最终要以运动功能来体现，在日常生活中，手同时作为运动输出器官以及感觉输入器官，完成各种或简单或复杂的操作。

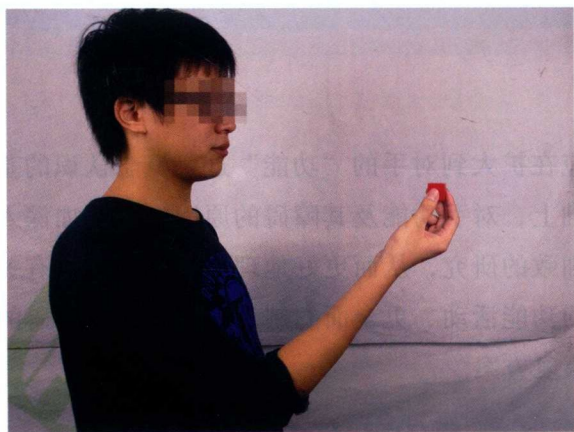


图 1-1-1 手眼协调

二、手的解剖

结构决定功能。了解一个器官，我们需要从它最基本的解剖结构出发，并以此为基础去发现问题和探索最佳的治疗方案。手作为人体最复杂的器官之一，其解剖结构的复杂性不仅仅体现在其本身的结构上，还体现在手与上肢、甚至躯干的整体解剖结构的联系上。

（一）基础

手部基础的解剖结构包括骨骼、关节、肌肉、神经、脉管系统及与其密切联系的上肢解剖等。

1. 骨骼和关节

手部具有 27 块骨头和 19 个关节。27 块骨头包括：5 块掌骨、14 块指骨以及 8 块腕骨；关节包括桡腕关节、腕骨间关节、腕掌关节、掌骨间关节、掌指关节和指间关节。其中以第一腕掌关节尤为特殊，属于鞍状关节，构成拇指对掌和对指活动。此外，手各关节的稳定性主要由韧带、关节囊提供，它们是手的解剖结构中不可忽略的一个成分。27 块骨头和 19 个关节组成了整个手部的骨性及关节结构，为手功能的实现提供了结构基础。

2. 肌肉

手部肌肉由手内肌肌群和手外肌肌群所组成，一共有 28 块肌肉。手内肌均起自手部，包括大鱼际肌群、小鱼际肌群、拇内收肌，4 条蚓状肌和 3 条掌侧、4 条背侧的骨间肌。其中，大鱼际肌群又包括了拇短展肌、拇短屈肌和拇对掌肌；小鱼际肌群则包括小指外展肌、小指屈肌、小指对掌肌和掌短肌。手外肌大多起自于前臂或肱骨内外上髁，包括：①位于手部掌侧的屈肌——主要有四条指深屈肌和四条指浅屈肌以及拇长屈肌。②位于手部背侧的伸肌——主要有四条手指的总伸肌以及小指伸肌和食指伸肌。手的精细功能依靠手内肌与手外肌的相互协调配合。手外肌对于手的塑形很重要，而手内肌的功能更多地体现在精细感觉和动作上。手内肌控制掌指关节的屈曲以及指间关节的伸展，手外肌主要控制掌指关节的伸展以及指间关节的屈曲。二者的相互协调对于手进行各种功能性的活动至关重要。以伸直手指为例，单纯指总伸肌收缩只能引起掌指关节的过伸，只有手内肌的参与才能完成手指的伸展。

动作。对于中枢神经损伤后引起的手运动功能障碍，较难康复的原因之一是手内肌与手外肌协调性的丧失。

3. 神经

手部的运动功能依赖于神经的支配。支配手部肌肉的神经主要有尺神经、桡神经和正中神经。正中神经支配四块指浅屈肌、拇长屈肌以及桡侧的两条指深屈肌和蚓状肌，大鱼际的三块肌肉也由正中神经支配，正中神经损伤易

形成“猿手”。桡神经主要是负责手部的外在伸肌、四块指伸肌、食指伸肌、小指伸肌以及拇长/短伸肌、拇长展肌，桡神经损伤易形成“垂腕”。尺神经主要是负责尺侧的两条指深屈肌以及除了鱼际和桡侧的两条蚓状肌之外的所有内在肌，包括3条掌侧骨间肌和4条背侧骨间肌、2条尺侧蚓状肌、小鱼际肌和内收肌，尺神经损伤易形成“爪形手”（图1-1-2）。

手部的感觉功能也主要由上述3条神经所

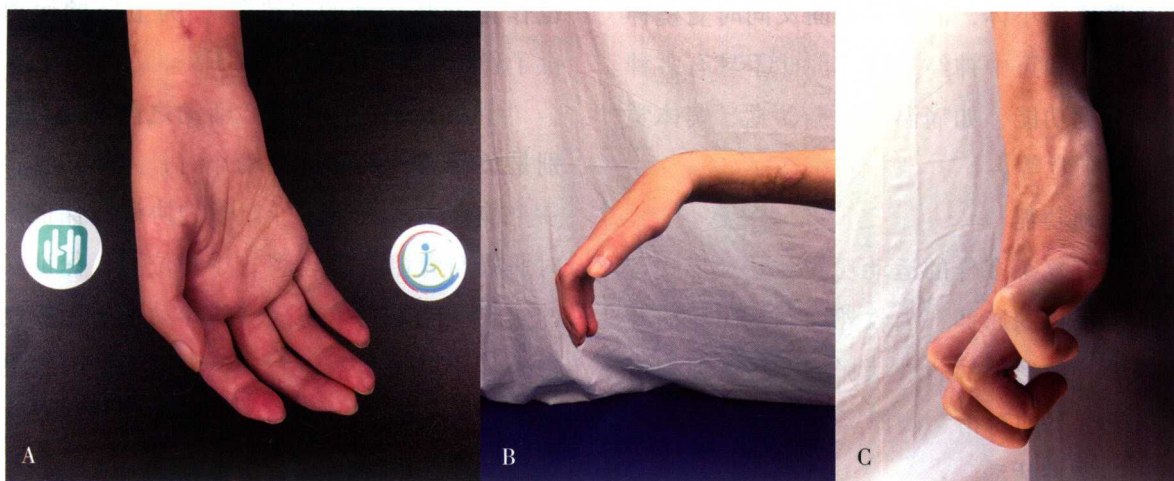


图 1-1-2 手部神经损伤

A. 猿手；B. 垂腕；C. 爪形手

支配，正中神经负责掌侧桡侧半的感觉，包括桡侧三个半手指和向下延伸的手掌桡侧部分；尺神经负责手掌尺侧半和尺侧一个半手指的感觉，包括背侧和掌侧的部分；桡神经负责腕部和手背除了尺神经支配的其余部分的感觉（图1-1-3）。

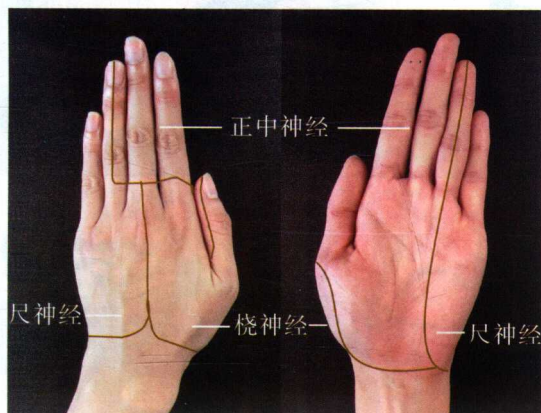


图 1-1-3 三条神经的感觉支配

4. 脉管系统

手部的血管供应主要来源于尺动脉、桡动脉、骨间前动脉和骨间后动脉的分支，这些血管在腕部形成动脉网，在掌部形成动脉弓。动脉网和动脉弓之间存在着更多交通支吻合，保证手在捏、持、抓、握等多种功能位上仍保持充分的血液供应。此外，手与上肢的淋巴系统组成也极为复杂，包含浅、深淋巴管的丰富交通，对手与上肢淋巴回流十分重要。

5. 上肢相关解剖

手位于上肢的最远端，是手功能体现的最关键结构。但是，这需要近端结构提供支持和辅助，这些结构的功能对于手功能的实现是非常重要的。上肢相关解剖所包含骨骼、关节、肌肉、神经以及脉管系统，具体解剖内容可参

考本套丛书之《手功能康复理论与实践》中相关内容。

(二) 功能

手具有最基本的感觉和运动功能。而以上肢、躯干和下肢为支撑基础，手可以进行更为复杂和广泛的活动。

1. 感觉功能

手的基本感觉功能包括浅感觉，深感觉和复合感觉。在此基础上，手具有丰富的神经末梢及各类感觉小体，而且手表面又同时受桡神经、尺神经和正中神经支配，因此手具有多种精细的感觉功能，如痛温觉、振动觉、实体觉和两点辨别觉等。

2. 运动功能

手具有复杂多样的运动功能，基本形式包括：单个手指的屈伸、内收外展、集团屈曲及集团伸展、球形抓握、柱状抓握等各类抓握以及拇指配合下的对指、侧捏等（图 1-1-4）。

3. 功能性活动

日常生活中，在不同的环境和任务导向下，手功能的表现形式不一，但均是基于其感觉、运动功能实现，并主要体现为运动输出及感觉输入两大类功能。手的活动是以功能为导向，

常见的功能性活动包括各类抓握、捏、够取、投掷等。尽管手是上肢运动最后的执行器官，但是就如上文所述，上肢的作用也是不能忽视的。本节以“够取并形成抓握”这一简单的例子来描述一下上肢的作用：为了让手部完成此任务，腕关节在手的方向和位置上进行了精确的调整，肘关节伸展、孟肱关节前屈和（或）外展以扩大手的活动范围并调整前臂的位置，肩胛骨辅助控制上肢方向，同时肩关节复合体也作为上肢运动的“锚”，为上肢的运动提供了稳定的基础（图 1-1-5）。

手与上肢执行功能性活动之前或同时，特别是负荷较大的功能性动作时，人体自身存在一个前馈平衡机制，即躯干的协调以保证活动时肌肉与骨骼处于适当的相对位置，保证功能的实现。此外，下肢提供的移动及平衡控制也进一步协助手与上肢完成范围更大、内容更复杂的功能性活动。因此，手的功能与躯干、下肢的功能也存在紧密联系。基于“上下肢一体化（upper and lower extremities integration, ULEI）”理论，手及上肢的功能会影响下肢步行的行能力以及整体躯干的平衡能力（图 1-1-6）。以步行为例，在步行过程中，正常的手

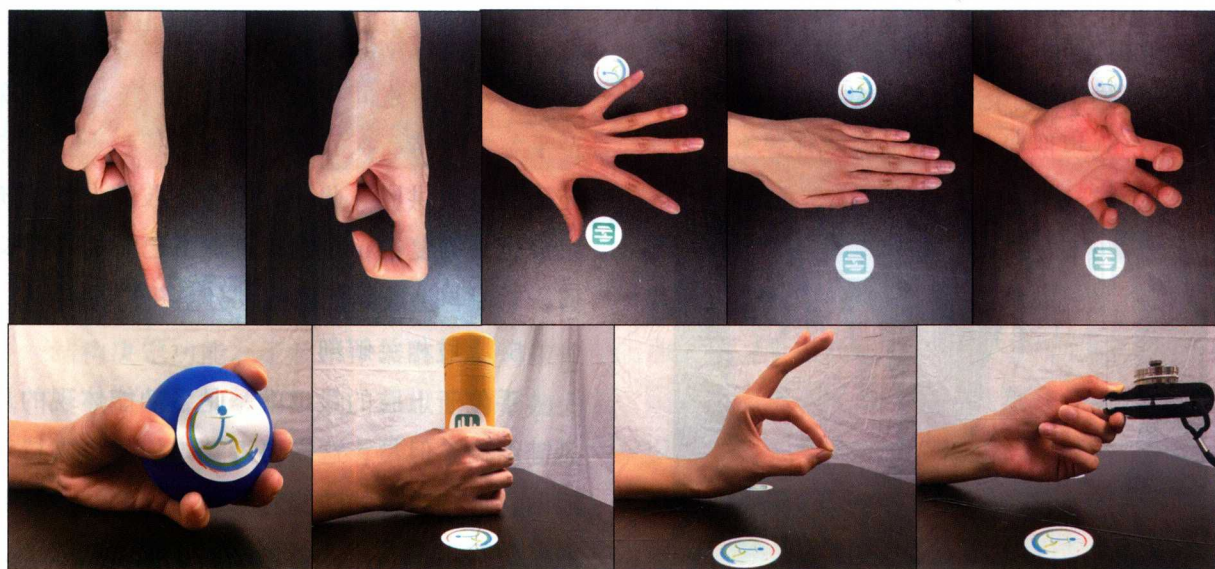


图 1-1-4 手的运动功能