



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全国高等学校教材

供康复治疗学专业用


人体运动学

HUMAN
KINESIOLOGY

主 编 黄晓琳 敖丽娟
副主编 潘燕霞 许 涛

第3版



 人民卫生出版社



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材

全国高等学校教材

供康复治疗学专业用

人体运动学

主 编 黄晓琳 敖丽娟

副主编 潘燕霞 许 涛

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 萍 哈尔滨医科大学
王 艳 黑龙江中医药大学
冯 伟 上海中医药大学
许 涛 华中科技大学同济医学院
肖建兵 哈尔滨医科大学
钟卫权 徐州医科大学
敖丽娟 昆明医科大学
徐冬青 天津体育学院
黄晓琳 华中科技大学同济医学院
潘燕霞 福建医科大学

第3版



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

人体运动学 / 黄晓琳, 敖丽娟主编. —3 版. —北京: 人民卫生出版社, 2018

全国高等学校康复治疗专业第三轮规划教材

ISBN 978-7-117-26800-4

I. ①人… II. ①黄…②敖… III. ①人体运动—人体学—高等学校—教材 IV. ①G804

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 115547 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

人体运动学

第 3 版

主 编: 黄晓琳 敖丽娟

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市博文印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/16 印张: 14

字 数: 394 千字

版 次: 2008 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 3 版

2018 年 8 月第 3 版第 2 次印刷(总第 17 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-26800-4

定 价: 42.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校康复治疗学专业第三轮规划教材修订说明

全国高等学校康复治疗学专业第二轮规划教材于2013年出版,共17个品种,通过全国院校的广泛使用,在促进学科发展、规范专业教学及保证人才培养质量等方面,都起到了重要作用。

为深入贯彻教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和国家卫生和计划生育委员会《国家医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》文件精神,适应我国高等学校康复治疗学专业教育、教学改革与发展的需求,通过对康复治疗学专业第二轮规划教材使用情况和反馈意见的收集整理,经人民卫生出版社与全国高等学校康复治疗学专业第三届教材评审委员会研究决定,于2017年启动康复治疗学专业第三轮规划教材的修订工作。

经调研和论证,本轮教材新增《儿童康复学》和《老年康复学》。

康复治疗学专业第三轮规划教材的修订原则如下:

1. **坚持科学、统一的编写原则** 根据教育部培养目标、卫生计生部门行业要求、社会用人需求,在全国进行科学调研的基础上,充分论证本专业人才素质要求、学科体系构成、课程体系设计和教材体系规划后,制定科学、统一的编写原则。
2. **坚持必需、够用的原则** 根据专业培养目标,始终强调本科教材“三基”“五性”“三特定”的编写要求,进一步调整结构、精炼内容,满足培养康复治疗师的最基本需要。
3. **坚持紧密联系临床的原则** 强调康复理论体系和临床康复技能的培养,使学生毕业后能独立、正确处理与专业相关的康复常见实际问题。
4. **坚持教材创新发展的原则** 本轮教材采用了“融合教材”的编写模式,将纸质教材内容与数字资源内容相结合,教材使用者可以通过移动设备扫描纸质教材中的“二维码”获取更多的教材相关富媒体资源,包括教学课件、自测题、教学案例等。
5. **坚持教材立体化建设的原则** 从第二轮修订开始,尝试编写了服务于教学和考核的配套教材,本轮19种理论教材全部编写了配套《学习指导及习题集》,其中13种同时编写了配套《实训指导》,供教师授课、学生学习和复习参考。

第三轮康复治疗学专业规划教材适用于本科康复治疗学专业使用,理论教材共19种,计划于2018年秋季出版发行,全部数字资源内容也将同步上线。

希望全国广大院校在使用过程中提供宝贵意见,为完善教材体系、提高教材质量及第四轮规划教材的修订工作建言献策。

全国高等学校康复治疗学专业第三轮规划教材目录

1. 功能解剖学（第3版）
主编 汪华侨 副主编 臧卫东 倪秀芹
2. 康复生理学（第3版）
主编 王瑞元 副主编 朱进霞 倪月秋
3. 人体发育学（第3版）
主审 李晓捷 主编 李 林 武丽杰 副主编 陈 翔 曹建国
4. 人体运动学（第3版）
主编 黄晓琳 敖丽娟 副主编 潘燕霞 许 涛
5. 康复医学概论（第3版）
主编 王宁华 副主编 陈 伟 郭 琪
6. 康复功能评定学（第3版）
主编 王玉龙 副主编 高晓平 李雪萍 白玉龙
7. 物理治疗学（第3版）
主编 燕铁斌 副主编 姜贵云 吴 军 许建文
8. 作业治疗学（第3版）
主编 窦祖林 副主编 姜志梅 李奎成
9. 语言治疗学（第3版）
主审 李胜利 主编 陈卓铭 副主编 王丽梅 张庆苏
10. 传统康复方法学（第3版）
主编 陈立典 副主编 唐 强 胡志俊 王瑞辉

11. 临床疾病概要 (第3版)
主编 周 蕾 副主编 许军英 范慧敏 王 嵘
12. 肌肉骨骼康复学 (第3版)
主编 岳寿伟 副主编 周谋望 马 超
13. 神经康复学 (第3版)
主编 倪朝民 副主编 胡昔权 梁庆成
14. 内外科疾病康复学 (第3版)
主编 何成奇 吴 毅 副主编 吴建贤 刘忠良 张锦明
15. 社区康复学 (第2版)
主编 王 刚 副主编 陈文华 黄国志 巩尊科
16. 临床康复工程学 (第2版)
主编 舒 彬
17. 康复心理学 (第2版)
主编 李 静 宋为群
18. 儿童康复学
主编 李晓捷 副主编 唐久来 杜 青
19. 老年康复学
主编 郑洁皎 副主编 桑德春 孙强三

全国高等学校康复治疗学专业第三届教材评审委员会名单

主任委员 燕铁斌（中山大学）

副主任委员 岳寿伟（山东大学）
李晓捷（佳木斯大学）
宋为群（首都医科大学）
吴毅（复旦大学）

委员（按姓氏笔画排序）

| | |
|-------------|--------------|
| 王红（上海健康医学院） | 陈立典（福建中医药大学） |
| 王磊（南京中医药大学） | 武丽杰（哈尔滨医科大学） |
| 王玉龙（深圳大学） | 欧海宁（广州医科大学） |
| 王宁华（北京大学） | 胡文清（河北医科大学） |
| 许建文（广西医科大学） | 胡志俊（上海中医药大学） |
| 刘忠良（吉林大学） | 姜贵云（承德医学院） |
| 杜青（上海交通大学） | 敖丽娟（昆明医科大学） |
| 李雪萍（南京医科大学） | 高晓平（安徽医科大学） |
| 吴军（大连医科大学） | 郭琪（天津医科大学） |
| 吴霜（贵州医科大学） | 唐强（黑龙江中医药大学） |
| 何成奇（四川大学） | 黄国志（南方医科大学） |
| 张志强（中国医科大学） | 黄晓琳（华中科技大学） |
| 陈伟（徐州医科大学） | 舒彬（重庆医科大学） |
| 陈颖（海南医学院） | 潘燕霞（福建医科大学） |

秘书 金冬梅（中山大学）



黄晓琳

教授,主任医师,博士生导师。世界卫生组织康复培训与研究合作中心主任,华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学教研室主任。1983年同济医学院医疗系本科毕业,2000年获香港理工大学康复科学系博士学位。本科毕业后一直在武汉同济医院从事临床医疗、教学和科研工作30余年,对神经科和骨科伤病的康复有较深造诣。

主持多项国家自然科学基金项目、国家863计划、国家支撑计划项目、教育部留学博士基金项目、国际合作科研项目等,参与主研了卫生部部属(管)医疗机构临床学科重点项目、国家自然科学基金资助重大研究计划等。获得国家实用新型专利、国家发明专利各一项。在国内外核心期刊上发表学术论文100余篇。主编(译)、参编了20余部国家专业教材和专著,多次获得国家卫生计生委、科技部以及华中科技大学优秀教材奖,获得华中科技大学校级教学成果奖、教学质量一等奖以及教学名师奖等。

任国际物理医学与康复学会理事,中国康复医学会副会长。中华医学会物理医学与康复学会副主任委员,中国医疗保健国际交流促进会康复医学分会副主委,中国医院协会医疗康复管理机构分会常委,湖北省康复医学会会长等;任《中华物理医学与康复杂志》和《中国康复》主编、《神经损伤与功能重建》和《康复学报》副主编等。



敖丽娟

教授,博士生导师。美国纽约州立大学上州医科大学康复医学科访问学者。现任昆明医科大学康复学院主持工作副院长。云南省级教学名师,云南省政府“云岭名师”,云南省康复医学研究中心主任,云南省高校康复医学工程中心主任,国际物理医学与康复理事,中国医师协会康复医师分会副会长,中国康复医学会康复教育专业委员会主任委员,中国康复医学会常务理事,中国工伤康复专家委员会委员,《中国康复医学杂志》《中华物理医学与康复杂志》《中国康复》编委。云南省康复医学会常务副会长兼秘书长,云南省医师协会康复医师分会会长。云南省教育厅康复治疗学教学指导委员会主任委员,教育部医学技术类教学指导委员会委员。

从事康复医学工作 30 年,致力于推动现代康复医学管理、教育与新技术在本省乃至全国的发展。在脑卒中、脊髓损伤、儿童脑瘫康复、痉挛、疼痛及神经源性膀胱的管理的领域在国内外享有较高声誉。获云南省卫生计生委科技进步三等奖 2 项,云南省政府教育科学二等奖 2 项,主持并参与了 40 项各层面科研课题及 26 项省级及校级质量工程及教研教改项目。主持并成功申报了昆明医科大学康复医学与理疗学学科硕士点,指导培养硕士及博士研究生 33 名。尤其是主持并成功申报了昆明医科大学康复治疗学专业作业治疗方向 WFOT 国际教育认证及物理治疗方向 WCPT 国际教育认证。



潘燕霞

博士,教授,硕士生导师。福建医科大学医学技术与工程学院康复治疗学系副主任。中国康复医学会康复教育专业委员会委员,中国心脏联盟心血管疾病预防与康复学会常务委员,福建省康复医学会常务委员,福建省康复医学会心血管康复专业委员会副主任委员,《心血管康复医学杂志》编委。从事生理学与康复医学教学、科研30余年,参与省级和校级教改项目,曾获省级教学成果二等奖1项、校级教学成果一等奖1项。主要研究方向是高血压、慢性心衰等心血管疾病发病机制及运动康复。曾获福建省科技进步三等奖1项。主持国家自然科学基金项目、福建省自然科学基金项目、福建省教育厅科研项目,参与国家自然科学基金面上项目和973项目。在国内外学术期刊上发表研究论文50余篇。



许涛

副教授,医学博士,硕士生导师。华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科主任医师,担任科室副主任。曾在美国芝加哥康复中心、Kessler 康复中心做访问学者。临床擅长脊髓损伤、骨关节疾病康复管理。现任中华医学会物理医学与康复分会委员、中国残疾人康复协会康复教育专业委员会主任委员、中国康复医学会技术转化与产业促进专业委员会常务委员、中国医疗保健国际交流促进会康复分会常务委员、中国康复医学会脊柱脊髓损伤专业委员会/脊髓损伤治疗与康复学组委员、中国女医师协会康复医学专家委员会委员、中华医学会老年医学分会第七届委员会老年康复学专业学组委员、湖北省物理医学与康复学会常委兼秘书,湖北省残疾人康复协会常务理事、湖北省残疾人康复协会辅具适配委员会副主任委员、湖北省康复医疗质控中心办公室主任、《中华物理医学与康复杂志》《中国康复》《骨科》杂志编委,曾任中华医学会物理医学与康复学分会委员会第八、九届青年委员会副主任委员。主要研究方向为骨与关节、脊髓损伤的康复。近五年主持或参与多项科研课题,其中主持国家自然科学基金面上项目两项、国家“十二五”科技支撑计划子项目一项、发表科研论文40余篇,主编、参编教材多部。

人体运动学(human kinesiology)是康复治疗的基础,通过重点介绍骨骼肌肉系统的解剖和生物力学的相互影响来指导康复治疗。其核心在于解剖学和肌肉骨骼系统内部的生物力学,是利用力学的原理和方法来观察和研究人体的节段运动和整体运动。通过本课程的学习,使学生在掌握人体运动功能解剖的基础上学会运用力学机制分析正常人体运动和病理状态下的运动情况以及运动对人体的影响,从而更好的理解人体骨骼、肌肉系统的功能,为今后的康复治疗临床学习打下基础。

针对康复治疗师本科教育的教材较为缺乏,各院校使用的教材差别较大的现状,2008年出版发行全国高等学校本科康复治疗学专业规划教材第1版,2013年发行第2版,《人体运动学》是其中的一部。

此次编写的《人体运动学》第3版在第2版的基础上进行了整书结构上的调整和完善。全书分为四章,分别阐述了运动学总论、上肢、躯干和下肢运动学,在总论部分增加了生物力学的基本原理,将原来第二、三章做了细化,在躯干部分增加了咀嚼与呼吸,而在第四章去除了运动控制的内容。

本教材主要针对的是全国康复治疗学专业本科生或康复治疗技术专科学生。本书编写过程中强调科学性、准确性和文字流畅性。同时采用大量图、表,增加了可读性和易懂性。重要的概念及名词都注以英文。同时还考虑到适合我国康复治疗人员的使用和学习,综合国内外相关教材,紧密结合国内特点。第3版教材为融合教材,扫描各章内二维码可以获取更多纸质教材的相关内容,便于教师教学和学生学学习,使教材进一步立体化。

参加本书编写的作者是全国各地医学院校的具有多年授课经验和临床经验的专家,大多编者还参与了上一版教材的编写工作。在此,对他(她)们的辛勤劳动表示衷心的感谢。本书难免有疏漏之处,恳请广大师生和读者予以批评,并提出宝贵建议,以便修订时得到更正。

黄晓琳 敖丽娟

2018年1月

目录

01

第一章 总论

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 第一节 | 人体运动学基础 | 1 |
| 一、 | 基本概念 | 1 |
| 二、 | 人体运动的动力学 | 7 |
| 三、 | 人体运动的静力学 | 10 |
| 四、 | 人体运动的转动力学 | 13 |
| 第二节 | 骨与关节的基本结构与功能 | 15 |
| 一、 | 骨的运动学基础 | 15 |
| 二、 | 骨的运动适应性 | 20 |
| 三、 | 关节的运动学基础 | 31 |
| 第三节 | 肌肉的基本结构与功能 | 37 |
| 一、 | 肌肉的运动学基础 | 37 |
| 二、 | 肌肉的运动适应性 | 43 |
| 三、 | 影响骨骼肌运动的因素 | 50 |
| 第四节 | 生物力学基本原理 | 51 |
| 一、 | 生物力学概述 | 52 |
| 二、 | 运动生物力学 | 55 |
| 第五节 | 运动生理及生物化学基础 | 59 |
| 一、 | 运动对心血管系统的影响 | 59 |
| 二、 | 运动对呼吸系统的影响 | 61 |
| 三、 | 运动对物质代谢与能量代谢的影响 | 64 |
| 四、 | 有氧运动和无氧运动 | 66 |

02

第二章 上肢

| | | |
|-----|--------|----|
| 第一节 | 肩关节复合体 | 71 |
| 一、 | 骨学 | 71 |
| 二、 | 关节 | 73 |

| | | |
|-----|---------|-----|
| 三、 | 肌肉和神经支配 | 81 |
| 第二节 | 肘与前臂复合体 | 87 |
| 一、 | 骨学 | 87 |
| 二、 | 关节 | 88 |
| 三、 | 肌肉和神经支配 | 92 |
| 第三节 | 腕与手 | 97 |
| 一、 | 腕 | 97 |
| 二、 | 手 | 104 |

03

第三章 躯干

| | | |
|-----|----------------|-----|
| 第一节 | 咀嚼与呼吸运动学 | 116 |
| 一、 | 咀嚼 | 116 |
| 二、 | 呼吸 | 125 |
| 第二节 | 脊柱 | 134 |
| 一、 | 脊柱的结构功能与生物力学特征 | 134 |
| 二、 | 颈椎 | 141 |
| 三、 | 胸椎 | 144 |
| 四、 | 腰椎 | 145 |

04

第四章 下肢

| | | |
|-----|---------|-----|
| 第一节 | 髌与骨盆 | 153 |
| 一、 | 骨骼 | 153 |
| 二、 | 关节 | 156 |
| 三、 | 肌肉和神经支配 | 160 |
| 第二节 | 膝关节 | 161 |
| 一、 | 骨骼 | 162 |
| 二、 | 关节 | 162 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-----|--|--------------|-----|
| | 三、肌肉和神经支配 | 166 | | 二、身体重心的转移与控制 | 190 |
| | 四、Q角 | 169 | | 三、关节运动学 | 192 |
| 第三节 | 踝与足 | 169 | | 四、肌运动学 | 198 |
| | 一、踝 | 170 | | 五、步态异常 | 202 |
| | 二、足和足弓 | 178 | | | |
| 第四节 | 行走运动学 | 187 | | 推荐阅读 | 204 |
| | 一、步态分析的时空参数 | 187 | | 中英文名词对照索引 | 205 |

第一章 总论

康复治疗的目的是使老人、患者、伤残者的功能得到最大限度的恢复或保全,以达到让他们能够生活自理、回归社会以及提高生存质量的目的。康复治疗是综合、协调地应用各种专科治疗手段,促进功能的恢复、改善或重建。治疗师应用手法或器械在患者的特定部位或区域施加机械作用时,其合理性、有效性和安全性均与操作者的感知判断和被操作者的配合程度密切相关,尤其是人体运动功能的障碍,可以用康复治疗的核心技术——“实施力学操控”来帮助其恢复功能。操作者的能力与水平取决于其对力与人体结构、系统力学特点以及力与人体功能关系的理解。

第一节 人体运动学基础



人体运动学是研究人体活动的运动规律,如人体或人体特定部位的位置、速度和加速度等。在研究人体运动时,必须注意人体的生物学特征和生理功能,形态特点和组织性状。在人体运动学中,将力与生物体运动、生理、病理之间关系的部分叫做生物力学,而运动中人体和器械运动规律的研究称之为运动生物力学。

历史上,运动学侧重研究人体的结构与人体功能的关系。20世纪,运动学在医学领域得到了广泛的应用,关节力学、人体运动学、运动生理学等医学相关内容融入了运动学范畴。依据人体的功能解剖和运动规律,人们把生物力学运用到康复治疗中,形成了一整套的康复运动学治疗理论和运动治疗方法。本书所讲的人体运动学,除了人体的功能解剖学、生物力学和运动生物力学的内容之外,还包括运动与心肺功能、运动控制与步态等内容,因为在康复治疗过程中,这些系统运动都是彼此相关联的。

一、基本概念

(一) 物理量

人们把描写物理事物的量叫做物理量(physical quantity),物理事物不同,所采用的物理量也不同。不同的物理量服从不同的运算规则。

1. **标量(scalar)** 只有大小没有方向的物理量叫标量。温度、时间、能量、质量等物理量是标量。
2. **矢量(vector)** 有大小并有一个方向的物理量叫矢量。速度、加速度和力等是矢量。
3. **张量(tensor)** 有大小并不止一个方向的物理量叫张量。描写材料内部力学性质的应力和应变是二阶张量。

(二) 运动学描写常见的物理量

1. **时间量** 时刻是时间轴上的点,用于运动的开始、结束或运动过程中的瞬间描写,常用符号 t 表示;时间间隔是物体运动持续时间的量度,常用 Δt 表示。

2. **空间量** 位置矢量 \vec{r} 是一组标志物体位置的坐标;位移 $\Delta \vec{r}$ 是一组标志物体位置移动的坐标差值;路程 Δs 是描写物体运动所走过路程的长度;轨迹是质点运动的路径(图 1-1)。速度是位置矢量的时间变化率,速度的大小叫做速率,用 v 表示。加速度是速度的时间变化率,包括大小和方向的改变。当物体沿曲线轨道运动时,常将加速度 a 在物体所在点处分解成圆弧曲率半径上的投影,叫法向加速度 a_n ,它只改变速度的方向;在轨道切线方向上的投影,叫切向加速度 a_t ,它只改变速度的大小(图 1-2)。

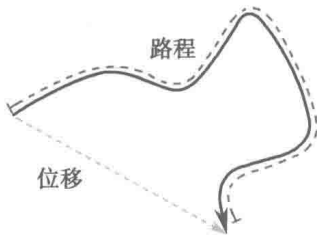


图 1-1 路程与位移

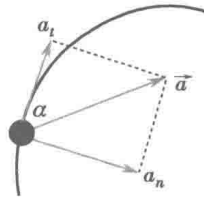


图 1-2 曲线运动

(三) 人体运动的形式和原理

1. 人体运动形式

(1) 人体简化后的运动形式:人体运动学通常把人体简化成质点或刚体的力学简化模型来进行人体运动参数的描述。人体运动形式包括:

1) 平动:指运动过程中,身体上的任意两点的连线始终保持等长和平行,其运动轨迹是直线或曲线。人体平动时,身体上各点的位移、速度和加速度都相同,可简化成质点处理。

2) 转动:指运动过程中,身体上的各点都围绕同一直线(旋转轴)作圆周运动。转动时人体各点与轴的距离不同,所以其线速度也不同,可以简化为刚体处理。

3) 复合运动:人体绝大部分运动包括平动和转动,两者结合的运动称为复合运动。研究中通常把复合运动分解成平动与转动,使问题大为简化。

(2) 人体关节的运动形式

1) 屈曲(flexion)与伸展(extension):主要是以横轴为中心,在矢状面上的运动。

2) 内收(adduction)与外展(abduction):主要是以矢状轴为中心,在额状面上的运动。

3) 内旋(internal rotation)与外旋(external rotation):主要是以纵轴为中心,在水平面上的运动。

另外,前臂和小腿还有旋前(pronation)和旋后(supination)运动;足踝部还有内翻(inversion)和外翻(eversion)运动。

各个关节的功能解剖和关节运动请参见相关章节。

(3) 人体的基本运动形式:运动生物力学将人体看作是由上肢、头、躯干和下肢组成的多环节链状形式,它的基本运动形式如下:

1) 上肢的基本运动形式:上肢的基本运动形式主要包括推、拉和鞭打。推:在克服阻力时,上肢由屈曲态变为伸展态的动作过程,如胸前传球。拉:在克服阻力时,上肢由伸展态变为屈曲态的动作过程,如游泳。在运动中,上肢往往是推、拉动作结合的运动形式,如划船;有时在伸直时做推拉。鞭打:

在克服阻力或自体位移时, 上肢各环节依次加速、制动, 使末端环节产生极大速度的动作形式, 叫鞭打动作, 如投掷。

2) 下肢的基本运动形式: 下肢的基本运动形式主要包括缓冲、蹬伸和鞭打。缓冲: 在克服阻力时, 下肢由伸展态变为屈曲态的动作过程, 如跳远前起跳时摆动腿的动作。蹬伸: 在克服阻力时, 下肢由屈曲态变为伸展态的动作过程。如跳远前起跳时起跳腿的动作。鞭打: 在克服阻力或自体位移时, 下肢各环节依次加速、制动, 使末端环节产生极大速度的动作形式。如在完成自由泳的两腿打水动作时, 下肢各环节有类似上肢的鞭打动作。

3) 全身基本运动形式: 全身基本运动形式主要包括摆动、躯干扭转和相向运动(图 1-3)。摆动: 身体某一部分完成主要动作(如一腿的起跳)时, 另一部分配合主要动作进行加速摆动(如双臂和另一条腿配合起跳的摆动)的动作形式。躯干扭转: 在身体各部位完成动作时, 躯体上下肢沿身体纵轴反向转动的运动形式。相向运动: 身体两部分相互接近或远离的运动形式。

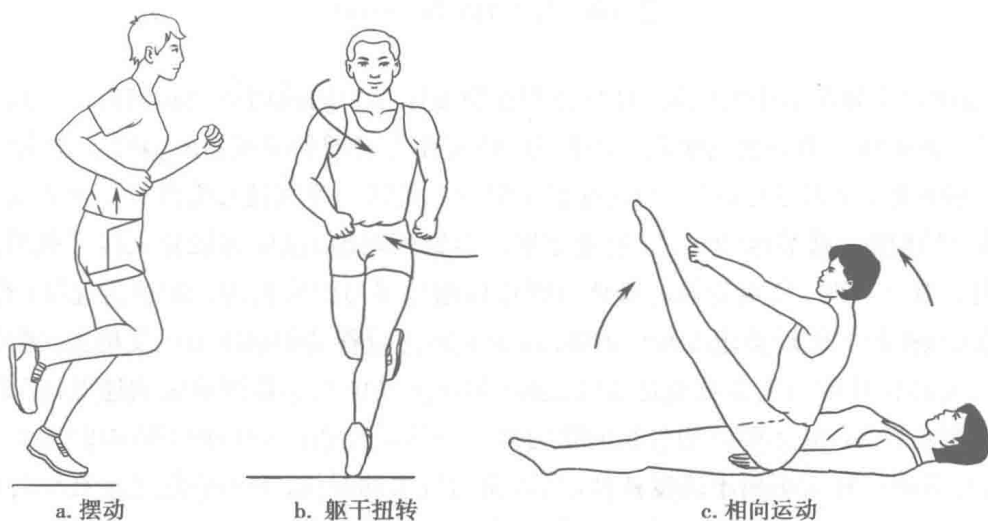


图 1-3 全身基本运动形式

2. 人体基本动作的原理

(1) 杠杆原理: 人体很多关节肌肉均符合杠杆原理。杠杆包括支点、阻力点(又名重点)和力点。运用杠杆原理对运动进行分析, 是运动力学分析的重要手段。

1) 基本概念: 支点(F)是指杠杆绕着转动的轴心点, 在肢体杠杆上, 支点是关节的运动中心。动力作用点称为力点(E), 在骨杠杆上力点是肌肉的附着点。阻力杠杆上的作用点称为阻力点(W), 是指运动阶段的重力、运动器械的重力、摩擦力或弹力以及拮抗肌的张力、韧带、筋膜的抗牵张力等所造成的阻力。它们在一个杠杆系统中的阻力作用点只有一个, 即: 全部阻力的合力作用点为唯一的阻力点。从支点到动力作用线的垂直距离称为力臂(d)。从支点到阻力作用线的垂直距离, 称为阻力臂(d_w)。肌力矩(M)是肌肉的拉力形成的力矩。阻力和阻力臂的乘积为阻力矩(M_w), 即 $M_w = W \times d_w$ 。

2) 杠杆的分类: 根据杠杆上三个点的位置不同, 可将杠杆分为三类(图 1-4)。①第 1 类杠杆: 又称平衡杠杆, 其支点位于力点和阻力点中间, 如天平和跷跷板等。主要作用是传递动力和保持平衡, 它既产生力又产生速度。在人体中这类杠杆较少。②第 2 类杠杆: 其阻力点在力点和支点的中间, 如一根一端支在地上向上撬动重物的棍棒。人体中这类杠杆极少见, 如站立位提足跟时, 以跖趾关节为支点, 小腿三头肌的跟腱附着于跟骨上的止点为力点, 人体重力通过距骨体形成阻力点, 在跗骨与跖骨构成的杠杆中位于支点和力点之间。其力臂始终大于阻力臂, 可用较小的力来克服较大的阻力, 故称省力杠杆。③第 3 类杠杆: 其力点在阻力点和支点的中间, 如使用镊子。此类杠杆在人体上最为普遍, 如肱

二头肌屈起前臂的动作，支点在肘关节中心，力点（肱二头肌在桡骨粗隆上的止点）在支点和阻力点（手及所持重物的重心）的中间。此类杠杆因为力臂始终小于阻力臂，动力必须大于阻力才能引起运动，但可使阻力点获得较大的运动速度和幅度，故称速度杠杆。



图 1-4 人体骨骼肌肉的杠杆

3) 杠杆原理在康复医学中的应用：杠杆原理在康复医学中的应用主要起到省力、获得速度和防止损伤。
 ①省力：要用较小的力去克服较大的阻力，就要使力臂增长或缩短阻力臂。在人体杠杆中肌肉拉力的力臂一般都短，可以通过籽骨、肌肉在骨上附着点的隆起等来延长力臂。一个活动多、肌肉强壮的人，其骨骼上的粗隆、结节也较明显，能通过增大力臂来增加力矩，如股骨大转子就增大了臀中肌、臀小肌的力臂。提重物时，使重物靠近身体可以通过缩短阻力臂来省力。
 ②获得速度：许多动作不要求省力，而要求获得较大的运动速度和运动幅度，为使阻力点移动的幅度和速度增大，就要增加阻力臂和缩短力臂。人体杠杆中的大多数虽是速度杠杆，但在运动中为了获得更大的速度，经常将几个关节组成一个长的阻力臂，有时还要附加延长的阻力臂。
 ③防止损伤：从杠杆原理中可知速度杠杆一般不能省力，而人体肌肉杠杆大多属于速度杠杆，所以阻力过大的时候，容易引起运动杠杆各环节，特别是其力点和支点，即肌腱、肌止点以及关节的损伤。除通过训练增强肌力以外，还应适当控制阻力及阻力矩，以保护肌肉杠杆。

(2) 关节活动顺序性原理：运动中需要克服大的阻力或需要快的速度时，虽然运动链中各个关节同时用力，但总是大关节最先产生运动，然后依据关节的大小出现一定的先后顺序。其意义在于主动强化训练大关节，发挥其潜力，利于训练的完成。小关节是人体动作的支撑点，对动作完成后保持身体平衡有重要作用，还可影响动作时间，提高速度。

(四) 人体运动的描述

在康复医学中，人体运动的始发姿势，即：身体直立，面向前，双目平视，双足并立，足尖向前，双上肢下垂于体侧，掌心贴于体侧。其中手的姿势（又名中立位）是指手的掌心贴于躯干两侧，是唯一有别于解剖学中的人体基本姿势，应值得注意（图 1-5）。

1. 运动平面 为了方便描述人体在空间内的运动，通常用三个平面来表示，即矢状面、冠状面（额状面）和水平面（横断面），三个面相互之间呈垂直关系（图 1-6）。如描述一个人的前进可以说其在矢状面内运动，描述一个人转身可以说其在水平面内运动。通常情况下，把关节在矢状面内的运动定义为屈伸运动，把关节在冠状面内的运动定义为内收、外展运动，把关节在水平面内的运动定义为旋转运动。

2. 运动轴 与运动面对应，运动轴也用于描述运动的状态，通常用矢状轴、冠状轴和垂直轴来表示，三个轴也相互垂直（图 1-6）。如人体在矢状轴内的前进也可以描述为沿矢状轴运动，人体横向移动可以描述为沿冠状轴运动。