



卫生部“十二五”规划教材配套教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材

供康复治疗专业用

# 人体运动学

## 实训指导

主 编 敖丽娟

卫生部“十二五”规划教材配套教材  
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材  
供康复治疗专业用

# 人体运动学实训指导

主 编 敖丽娟  
副主编 黄晓琳 刘志成

编 者

(以姓氏笔画为序)

马 萍 (哈尔滨医科大学大庆校区)  
王玉昕 (广州体育学院)  
冯 伟 (上海中医药大学康复医学院)  
刘志成 (首都医科大学)  
刘雅丽 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)  
庞 伟 (佳木斯大学康复医学院)  
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附属同济医院)  
曹师承 (中国医科大学)

人民卫生出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

人体运动学实训指导/敖丽娟主编. —北京: 人民卫生出版社, 2013.9

ISBN 978-7-117-17740-5

I. ①人… II. ①敖… III. ①人体运动-人体学-医学院校-教材 IV. ①G804

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第180762号

人卫社官网	<a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	<a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

## 人体运动学实训指导

主 编: 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](mailto:pmph@pmph.com)

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

印 刷: 北京市文林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 4

字 数: 97 千字

版 次: 2013年9月第1版 2013年9月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-17740-5/R · 17741

定 价: 12.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto: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)

# 前言

人体运动学(human kinesiology)是康复医学的一个重要组成部分,是康复治疗学的基础课程。这门课程主要介绍和分析人体运动的基础力学机制和肌肉、骨骼等各种功能的基础知识。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,从而更好地理解人体骨骼、肌肉系统的功能,为今后的康复治疗临床课程的学习打下基础。

本课程遵循以学生为本,注重实践教学。为进一步巩固学生理论知识,增强学生实践动手能力,保证教学效果,本门课程除54学时的理论教学外,还安排了36学时的实训课。为配合实训课教学,负责编写本书的教师参考主干教材和香港理工大学部分教学资料完成了本书的编写工作。本专业步态分析实验室的毛锐涛老师也花了大量时间帮助完成该教材,在这里一并表示感谢。

这是国内首次编写《人体运动学实训指导》一书,由于时间仓促,经验不足,难免有许多不当之处,请各位同行给予批评指正。

敖丽娟

2013年3月

# 目 录

实训一 运动中的生物力学作用·····	1
实训二 骨生物力学测试·····	5
实训三 肌肉运动学·····	10
实训四 肩关节复合体·····	14
实训五 肘关节和前臂复合体·····	19
实训六(Ⅰ) 腕关节·····	23
实训六(Ⅱ) 手指关节·····	26
实训七 脊柱·····	30
实训八 髋关节与骨盆·····	33
实训九 膝关节·····	36
实训十 踝和足·····	40
实训十一 有氧运动能力评定·····	44
实训十二 步态分析·····	49

# 实训一 运动中的生物力学作用

【学时】3学时

【目的】

通过该实验使学生能够:

1. 理解力的概念,以及重力对身体和肢体的影响。
2. 掌握运动生物力学的相关基本概念。
3. 熟悉人体运动的支撑面及杠杆的基本原理。

【课前准备】

1. 复习运动学总论及中学物理力学知识。

写出“力”的定义和你熟悉的几种力的特点。

2. 写出以下词语的定义并各举出两个例子:

(1) 矢量。

(2) 标量。

3. 关于垂直力与平行力:

(1) “垂直”力是指作用于人体并与地面相垂直的力。举出几个“垂直”力的例子。

(2) “平行”力是指作用于人体并与地面相平行的力。举出几个“平行”力的例子。

4. 关于重力、质量和重量:

(1) 运用问题1中力的特点来描述重力。

(2) 一个物体的质量和重量有什么不同?

5. 关于重心:

(1) 写出一个物体“重心”的定义。

(2) 为什么一根3尺长的管子其重心在中点,而人体的上下肢的重心却不是这样的呢?

【实验器材】

1. 核桃夹子
2. 冰夹子
3. 开瓶器
4. 撬棒
5. 硬币
6. 椅子
7. 拐杖

### 8. 粉笔

#### 【实验步骤】

本次实验中,学生应穿着舒适的衣服,4~6人为一小组进行讨论,在不同的试验中轮流作为测试者和被测者。测试结束后轮流汇报并讨论结果。

1. 画出当人体处于下列情况时支撑面的示意图:

- (1) 双脚分开站立。
- (2) 跪位。
- (3) 使用拐杖站立。
- (4) 坐在椅子上。

2. 要求你的同伴背靠墙站立,足跟必须紧贴墙面。放一枚硬币在他/她面前的地上,并要求他/她捡起来而足不能移动。从该项试验中你学到了什么?

3. 要求你的同伴右侧靠墙站立,肩髌踝必须紧贴墙面。要求他/她靠右侧单腿站立。从该项试验中你学到了什么?

4. 画出以下我们日常生活中常使用的几种工具的杠杆示意图:

- (1) 核桃夹子。
- (2) 冰夹子。
- (3) 开瓶器。
- (4) 撬棒。

#### 【讨论】

1. 在关于支撑面的活动中,你认为哪种体位最稳定? 根据力学原理,请给出理由。
2. 在要求你的同伴背靠墙站立并捡起地上硬币的试验中你学到了什么?
3. 在要求你的同伴右侧靠墙站立并靠右侧单腿站立的试验中你学到了什么?
4. 分析核桃夹子、冰夹子、开瓶器、撬棒的杠杆利弊,并举例说明人体哪些环节或关节的运动应用了这几种杠杆。

实训课一 记录表

实验名称	运动中的生物力学作用			
学时数	3	小组成员		
目的	通过该实验使学生能够: 1. 理解“力”的概念,以及重力对身体和肢体的影响 2. 掌握运动生物力学的相关基本概念 3. 熟悉人体运动的支撑面及杠杆的基本原理			
要求	1. 穿着舒适的衣服,在操作中注意安全,遵守实验室管理规定 2. 爱护实验设备,有实验设备破损请及时向老师汇报 3. 必须按照实验步骤进行操作 4. 要求每位同学在此次课程中积极参与讨论			
所需器材	序号	名称	数量	备注
	1	核桃夹子		
	2	冰夹子		

续表

	3	开瓶器		
	4	撬棒		
	5	硬币		
	6	椅子		
	7	拐杖		
	8	粉笔		
<b>实验操作记录</b>	<p>1. 画出当人体处于下列情况时支撑面的示意图。</p> <p>(1) 双脚分开站立</p> <p>(2) 跪位</p> <p>(3) 使用拐杖站立</p> <p>(4) 坐在椅子上</p> <p>2. 要求你的同伴背靠墙站立,足跟必须紧贴墙面。放一枚硬币在他/她面前的地上,并要求他/她捡起来而足不能移动。从该项试验中你发现了什么? 学到了什么?</p> <p>3. 要求你的同伴右侧靠墙站立,肩髌踝必须紧贴墙面。要求他/她靠右侧单腿站立。从该项试验中你发现了什么? 学到了什么?</p> <p>4. 画出以下我们日常生活中常使用的几种工具的杠杆示意图。</p> <p>(1) 核桃夹子</p> <p>(2) 冰夹子</p> <p>(3) 开瓶器</p> <p>(4) 撬棒</p>			



续表

<p>讨论记录</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 在关于支撑面的活动中,你认为哪种体位最稳定?根据力学原理,请给出理由。</li><li>2. 在要求你的同伴背靠墙站立并捡起地上硬币的试验中你学到了什么?</li><li>3. 在要求你的同伴右侧靠墙站立并靠右侧单腿站立的试验中你学到什么?</li><li>4. 分析核桃夹子、冰夹子、开瓶器、撬棒的杠杆利弊,并举例说明人体哪些环节或关节的运动应用了这几种杠杆?</li></ol>
<p>教师评语</p>	

学生签名: \_\_\_\_\_ 教师签名: \_\_\_\_\_

(刘志成)

## 实训二 骨生物力学测试

【学时】3学时

【目的】

通过该实验使学生能够:

1. 掌握骨应力、应变等骨生物力学的相关概念。
2. 了解骨生物力学测试的方法。
3. 熟悉骨组织在外力作用下的力学特性和骨在受力作用后的生物学效应,以及与骨质量评定的关系。

【课前准备】

1. 复习骨结构、骨成分、骨的载荷、骨的变形、骨应力、应变等基础知识。写出“骨应力、应变”概念,举例分析生活中常见的骨应力与应变。
2. 查阅文献资料,拓展骨生物力学检测的相关知识。解释3点弯曲试验。辨析骨结构力学和骨材料力学,并写出以下指标的定义及意义:

(1)骨结构力学常用指标

最大载荷  
最大挠度  
弹性载荷  
弹性挠度  
能量吸收

(2)骨材料力学常用指标

骨应力  
最大应力  
弹性应力  
骨弹性模量  
骨强度

(3)骨标本大小常用指标

外长轴直径  
外短轴直径  
内长轴直径  
内短轴直径

【实验器材】

1. 大鼠股骨
2. 生理盐水
3. 纱布
4. 冰箱
5. 游标卡尺
6. 质构仪(或其他应力-应变测试仪)

【实验步骤】

本次实验采用骨应力-应变试验中的3点弯曲试验,其实验步骤如下:

1. 保存骨标本: 用生理盐水浸透的纱布将骨标本(大鼠股骨)包裹,于  $-20^{\circ}\text{C}$  保存,测定前取出,室温下放置12小时。思考还有其他保存骨标本但又不影响测试结果的方法吗?
2. 测定骨标本大小: 在做3点弯曲试验之前,先找出骨标本的容易断裂点,再测量其外径,试验后在断裂面上测量其内径。测量骨标本大小的指标主要有外长轴直径( $B$ )、外短轴直径( $H$ )、内长轴直径( $b$ )和内短轴直径( $h$ )四个,具体操作方法,采用游标卡尺法,在容易断裂的可能位点上,测量其外径最大和最小轴的数据,所测相应数据即分别是骨标本的外长轴和外短轴直径(图2-1)。

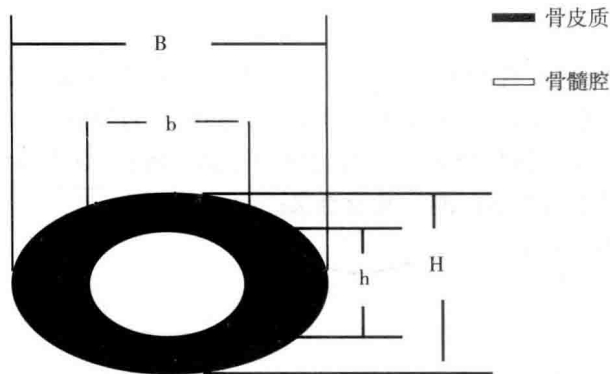


图2-1 骨干断端横截面内外径测试示意图

思考为什么要测定试验标本的内外径,而且还应对同一截面多方位测量,即测定骨标本断面的内外径?

3. 3点弯曲试验

步骤一: 设置弯曲试验跨距 试验开始前,设置弯曲试验跨距,通常跨距应为标本直径的16倍。大鼠长骨其跨距设置为15 mm。

步骤二: 设置检测参数及调试仪器 将质构仪检测软件从计算机中调出,设置检测参数。一般情况下,大鼠长骨的加载速度为15 mm/min,探头接触标本后继续运动2.5 mm。

步骤三: 开始弯曲试验 仪器调试正常后,将骨标本的宽面朝上,点击计算机界面上的运行按钮,开始弯曲试验。在骨骼标本断裂后,计算机界面上出现曲线。

图2-2即为载荷-变形曲线,在该曲线上可直接读出弹性载荷、弹性挠度、最大载荷和最大挠度等数据。在所读出的数据基础上,再结合骨标本的大小计算出相应的骨材料力学指标数据。

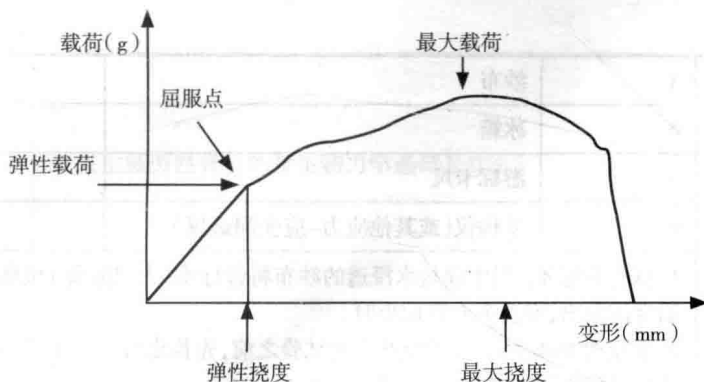


图2-2 骨的载荷-变形曲线

## 4. 结果记录

骨材料力学指标	骨应力	最大应力	弹性应力	骨弹性模量	骨强度
测定结果					
骨结构力学指标	最大载荷	最大挠度	弹性载荷	弹性挠度	能量吸收
测定结果					
骨标本大小指标	外长轴直径	外短轴直径	内长轴直径	内短轴直径	
测定结果					

## 【讨论】

1. 讨论骨硬度、骨强度与骨成分、骨结构的关系。
2. 骨材料力学指标和骨结构力学指标分别反映骨的什么性质？
3. 发生疲劳性骨折的骨生物力学基础是什么？

## 实训课二 记录表

实验名称	骨生物力学试验(3点弯曲试验)			
学时数	3	小组成员		
目的	1. 掌握骨应力、应变的概念 2. 了解骨生物力学的相关概念和骨生物力学测试的方法 3. 熟悉骨组织在外力作用下的力学特性和骨在受力作用后的生物学效应以及与骨质量评定的关系			
要求	1. 遵守实验室管理规定 2. 爱护实验设备,有实验设备破损请及时向老师汇报 3. 严格按照实验步骤进行操作 4. 试验过程中边观察边思考,积极参与讨论			
所需器材	序号	名称	数量	备注
	1	大鼠股骨标本		
	2	生理盐水		

	3	纱布															
	4	冰箱															
	5	游标卡尺															
	6	质构仪(或其他应力-应变测试仪)															
实验操作记录	<p>1. 保存骨标本: 用生理盐水浸透的纱布将骨标本(大鼠股骨)包裹,于 - 20℃保存,测定前取出,室温下放置12小时。</p> <p>2. 测定骨标本大小: 在做3点弯曲试验之前,先找出骨标本的容易断裂点再测量其外径,试验后在断面上测量其内径。 测量骨标本大小的指标主要有外长轴直径(B)、外短轴直径(H)、内长轴直径(b)和内短轴直径(h)四个,具体操作方法: 采用游标卡尺法,在容易断裂的可能位点上,测量其外径最大和最小轴的数据,所测相应数据即分别为骨标本的外长轴和外短轴直径。</p> <p>3. 3点弯曲试验 步骤一: 设置弯曲试验跨距 试验开始前,设置弯曲试验跨距,通常跨距应为标本直径的16倍。大鼠长骨其跨距设置为15 mm。 步骤二: 设置检测参数及调试仪器 将质构仪检测软件从计算机中调出,设置检测参数。一般情况下大鼠长骨的加载速度为15 mm/min,探头接触标本后继续运动2.5 mm。 步骤三: 开始弯曲试验 仪器调试正常后,将骨标本的宽面朝上,点击计算机界面上的运行按钮,开始弯曲试验。在骨骼标本断裂后,计算机界面上出现曲线</p> <p>4. 记录与分析测定的数据。</p>																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>骨材料力学指标</th> <th>骨应力</th> <th>最大应力</th> <th>弹性应力</th> <th>骨弹性模量</th> <th>骨强度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>测定结果</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					骨材料力学指标	骨应力	最大应力	弹性应力	骨弹性模量	骨强度	测定结果					
	骨材料力学指标	骨应力	最大应力	弹性应力	骨弹性模量	骨强度											
	测定结果																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>骨结构力学指标</th> <th>最大载荷</th> <th>最大挠度</th> <th>弹性载荷</th> <th>弹性挠度</th> <th>能量吸收</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>测定结果</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					骨结构力学指标	最大载荷	最大挠度	弹性载荷	弹性挠度	能量吸收	测定结果					
	骨结构力学指标	最大载荷	最大挠度	弹性载荷	弹性挠度	能量吸收											
	测定结果																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>骨标本大小指标</th> <th>外长轴直径</th> <th>外短轴直径</th> <th>骨长轴直径</th> <th>骨短轴直径</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>测定结果</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					骨标本大小指标	外长轴直径	外短轴直径	骨长轴直径	骨短轴直径	测定结果							
骨标本大小指标	外长轴直径	外短轴直径	骨长轴直径	骨短轴直径													
测定结果																	
讨论记录	<p>1. 讨论骨硬度、骨强度与骨成分、骨结构的关系。</p>																
	<p>2. 骨材料力学指标和骨结构力学指标分别反映骨的什么性质?</p>																

续表

	3. 发生疲劳性骨折的骨生物力学基础是什么?
教师评语	

学生签名: \_\_\_\_\_ 教师签名: \_\_\_\_\_

(王玉昕)

## 实训三 肌肉运动学

【学时】3学时

【目的】

通过该实验使学生能够:

1. 采取恰当的起始位来测量上肢和下肢的肌力。
2. 理解肌肉长度对于力量的影响。
3. 比较拮抗肌组之间的力量。
4. 理解肌疲劳对于力量输出的影响。

【课前准备】

1. 复习有关肌肉运动学的相关知识。
2. 肌肉收缩的形式有哪些?
3. 请在下列四项中选择当我们做肩关节前屈 $0^{\circ}$ ~ $180^{\circ}$ 运动时,肩关节屈伸肌肉运动的形式:

- (1) 肩屈肌向心收缩。
- (2) 肩屈肌离心收缩。
- (3) 肩伸肌向心收缩。
- (4) 肩伸肌离心收缩。
4. 影响肌力的因素有哪些?

【实验器材】

1. 手持测力计
2. 量角器
3. 秒表
4. 2kg的绑式沙袋
5. 检查床
6. 稿纸

【实验步骤】

本次实验中,学生应穿着易暴露上肢和下肢的合适的衣服,实验分组以4~6人(男女搭配)为一小组,轮流作为测试者和被测者。

### 1. 肌肉疲劳的影响

- (1) 两腿分开站立并暴露左肩关节,从肩后方用量角器测量盂肱关节的角度。
- (2) 左手腕处加载一个2kg的沙袋并保持左肩外展90°的姿势。
- (3) 通过观察背后量角器的读数和秒表来记录手臂能在水平面上保持的时间。
- (4) 要求在受试对象的肩外展角度下降至80°时停止。
- (5) 在休息2分钟后让受试者重复此测试。

### 2. 肌肉长度对于力量输出的影响

(1) 受测者坐于检查床上,膝关节在床的边缘使双下肢悬空无支撑,在右侧髋关节外侧放置一量角器使髋关节保持90°屈曲,用手持测力计测量右侧等长伸膝肌力。

(2) 受测者仰卧位,膝关节在床的边缘使双下肢悬空无支撑,在右侧髋关节外侧放置一量角器使髋关节保持在0°屈曲,用手持测力计测量等长伸膝肌力。

(3) 受测者仰卧位,用楔形垫调整髋关节屈曲角度,在髋关节屈曲每增加15°后,用手持测力计分别测量等长屈膝和伸膝的肌力。

### 3. 拮抗肌组的肌力比

- (1) 受试者采取屈髋屈膝90°的坐位。
- (2) 在此体位下测量屈膝和伸膝等长收缩的肌力。
- (3) 重复测量同组的其他3位同学。

### 【讨论】

1. 活动1中你的受试者两次实验分别坚持多久?
2. 从活动1中你学习到什么?
3. 在活动2中,你有注意在髋关节处于不同位置时,屈膝肌与伸膝肌力的改变吗?为什么?
4. 在活动3中,伸膝肌和屈膝肌所产生的肌力比如何?
5. 肌力比的临床意义是什么?
6. 在3项活动中是否显现出性别的不同?有什么不同?

实训课三 记录表

实验名称	肌肉运动学(肌力)		
学时数	3	小组成员	
目的	通过该实验使学生应该掌握: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采取恰当的起始位来测量上肢和下肢的肌力</li> <li>2. 理解肌肉长度对于力量的影响</li> <li>3. 比较拮抗肌组之间的力量</li> <li>4. 理解肌疲劳对于力量输出的影响</li> </ol>		
要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 穿着易暴露上肢和下肢的合适的衣服,在操作中注意安全,遵守实验室管理规定</li> <li>2. 爱护实验设备,有实验设备破损请及时向老师汇报</li> <li>3. 必须按照实验步骤进行操作</li> <li>4. 要求每位同学在此次课程中积极参与讨论</li> </ol>		



续表

所需器材	序号	名称	数量	备注
	1	手持测力计		
	2	量角器		
	3	秒表		
	4	绑式沙袋(2kg)		
	5	检查床		
	6	稿纸		

实验操作记录				
活动1:				
实验次数	肩外展保持的时间(s)			
	男		女	
第一次				
第二次				
活动2:				
髌屈曲角度(度)	屈膝肌力		伸膝肌力	
	男	女	男	女
0				
15				
30				
45				
60				
75				
90				
活动3:				
受试者	屈膝肌力		伸膝肌力	
	男	女	男	女
1				
2				
3				
4				