



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
国家级精品资源共享课配套教材  
普通高等学校体育教育专业主干课教材  
全国高等学校体育教学指导委员会审定

# 运动解剖学

(第三版)

李世昌 主编



# SPORTS

国家级精品资源共享课“运动解剖学”



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
国家级精品资源共享课配套教材  
普通高等学校体育教育专业主干课教材  
全国高等学校体育教学指导委员会审定

# 运动解剖学

Yundong Jiepouxue

(第三版)

李世昌 主编

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,全书各章参考了国内外最新的研究成果,在肌肉各部分内容中结合体育运动特点,以关节运动为中心介绍了上肢、下肢、躯干和头颅等环节,同时列出各肌肉群功能的归纳表。新版教材在内容上具有科学性与可读性相结合、系统性与精练性相结合、前沿性与实用性相结合等特点。

本书为体育教育专业主干课教材,也可作为高职、高专教材使用,还可供体育工作者、体育爱好者和医务工作者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

运动解剖学/李世昌主编. -- 3版. -- 北京:高等教育出版社, 2015.3

ISBN 978-7-04-041922-1

I. ①运… II. ①李… III. ①运动解剖-高等学校-教材 IV. ①G804.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第019326号

策划编辑 范峰  
责任校对 刘娟娟

责任编辑 赵文良  
责任印制 毛斯璐

封面设计 张申申

版式设计 余杨

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京北苑印刷有限责任公司  
开本 787 mm × 960 mm 1/16  
印张 26  
字数 470千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2006年7月第1版  
2015年3月第3版  
印 次 2015年3月第1次印刷  
定 价 39.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 41922-00

# 前言

本教材为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，由全国高等学校体育教学指导委员会审定。根据教育部颁布的《运动人体科学类课程教学指导纲要》的要求和即将颁布的《高等学校体育学类本科专业类教学质量国家标准》的精神，本书在原“十一五”国家级规划教材《运动解剖学》(2010年版)的基础上编写和修改而成。此次编写有较大的变动，在章节结构和内容上都进行了一些修改，个别章节被整章删除，部分章节进行了重写。新修订的教材力争做到创新性与继承性相结合，基本知识的科学性与可读性相结合，基本内容的系统性与精练性相结合，拓展内容的前沿性与实用性相结合，努力突出教材的科学性、时代性、先进性和适用性。新教材的主要变化有：

1. 以关节为中心，介绍上肢、下肢、躯干和头颅。如介绍上肢，按上肢骨、上肢关节和上肢骨骼肌顺序论述，以期更加紧密地联系体育动作，应用于运动实践。

2. 将原教材的5篇12章精简为10章，并对教材体例进行了优化，使教材内容更加简洁、精练。

3. 删除原“第十二章 人体的发生与生长发育”，将“第一章 细胞”和“第二章 组织”合并为一章，更名为“第一章 人体组成的结构基础”，以期适应教学时数的减少，精简教学内容，更加突出教学重点。此外，还将书中的骨组织、骨骼肌组织和神经组织等重要内容分别插入“骨概述”“骨骼肌概述”和“神经系统概述”章节。

4. 书中首次加入了二维码，在“第七章 脉管系统”中，部分插图旁配有二维码，扫描后，可以在有关网站上查到相关内容的清晰彩色图片。

本教材由李世昌、王景贵和田振军三位教授进行了统稿和修改，最后由李世昌教授修改和定稿。

参加本教材编写的成员有（以姓氏笔画为序）：马楚虹（浙江师范大学）、王和平（华中师范大学）、王景贵（肇庆学院）、田振军（陕西师范大学）、刘晓光（华南师范大学）、任国春（北京师范大学）、孙朋（华东师范大学）、李方晖（肇庆学院）、李世昌（华东师范大学）、连克杰（河北师范大学）、吴丽君（山西大学）、陈海春（福建师范大学）、蒋心萍（广西民族大学）、潘国建（上海师范大学）。

在编写过程中，得到了全国高等学校体育教学指导委员会、高等教育出版

社以及各参编院校领导和专家给予的热情帮助和大力支持，在此一并致以衷心的感谢。

限于编者专业水平有限，书中难免存在不足之处，敬请各位专家和读者批评指正。

编者

2014年8月

# 目 录

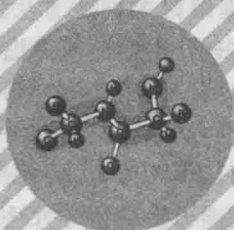
|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 绪 论 .....               | 1   |
| 第一章 人体组成的结构基础 .....     | 15  |
| 第一节 细胞和细胞间质 .....       | 16  |
| 第二节 基本组织 .....          | 23  |
| 第三节 器官与系统 .....         | 26  |
| 第二章 运动系统 .....          | 28  |
| 第一节 概述 .....            | 29  |
| 第二节 上肢的结构与运动 .....      | 60  |
| 第三节 下肢的结构与运动 .....      | 99  |
| 第四节 躯干和颅的结构与运动 .....    | 146 |
| 第五节 体育动作的解剖学分析与应用 ..... | 178 |
| 第六节 运动对运动系统的影响 .....    | 206 |
| 第三章 消化系统 .....          | 209 |
| 第一节 概述 .....            | 210 |
| 第二节 消化管 .....           | 214 |
| 第三节 消化腺 .....           | 225 |
| 第四节 运动对消化系统的影响 .....    | 230 |
| 第四章 呼吸系统 .....          | 232 |
| 第一节 概述 .....            | 233 |
| 第二节 呼吸道 .....           | 233 |
| 第三节 肺 .....             | 239 |
| 第四节 运动对呼吸系统的影响 .....    | 244 |
| 第五章 泌尿系统 .....          | 246 |
| 第一节 概述 .....            | 247 |
| 第二节 肾 .....             | 248 |
| 第三节 输尿管道 .....          | 253 |
| 第四节 运动对泌尿系统的影响 .....    | 256 |
| 第六章 生殖系统 .....          | 258 |
| 第一节 概述 .....            | 259 |
| 第二节 男性生殖器 .....         | 259 |

|        |               |     |
|--------|---------------|-----|
| 第三节    | 女性生殖器         | 263 |
| 第四节    | 运动对生殖系统的影响    | 267 |
| 第七章    | 脉管系统          | 269 |
| 第一节    | 概述            | 270 |
| 第二节    | 心血管系统         | 274 |
| 第三节    | 淋巴系统          | 304 |
| 第四节    | 运动对脉管系统的影响    | 310 |
| 第八章    | 神经系统          | 315 |
| 第一节    | 概述            | 316 |
| 第二节    | 中枢神经系统        | 320 |
| 第三节    | 周围神经系统        | 337 |
| 第四节    | 神经传导通路        | 350 |
| 第五节    | 运动对神经系统的影响    | 357 |
| 第九章    | 感觉器官          | 360 |
| 第一节    | 概述            | 361 |
| 第二节    | 视器            | 362 |
| 第三节    | 前庭蜗器          | 370 |
| 第四节    | 本体感受器         | 378 |
| 第五节    | 运动对感觉器官的影响    | 380 |
| 第十章    | 内分泌系统         | 382 |
| 第一节    | 概述            | 383 |
| 第二节    | 人体主要内分泌腺      | 384 |
| 第三节    | 运动对内分泌系统的影响   | 392 |
| 附录     | 运动解剖学中英文名词对照表 | 393 |
| 主要参考文献 |               | 406 |



# 绪 论

0



## 学习目标

1. 掌握运动解剖学的定义。
2. 了解学习运动解剖学的目的。
3. 了解学习运动解剖学的基本观点。
4. 掌握运动解剖学的定位术语。



## 一、运动解剖学的定义和地位

运动解剖学是人体解剖学的一个分支,它是在人体解剖学基础上研究运动对人体形态结构和生长发育的影响,探索人体机械运动规律及其与体育运动技术关系的一门学科。

运动解剖学隶属运动人体科学,是一门形态学科,也是一门重要的专业基础课程和先导课程。

## 二、学习运动解剖学的目的

### (一) 为运动技术学习提供理论指导

运动技术是体育专业学生必须要掌握的一项技能,运动技能水平的高低直接影响学生的专业素质。在运动技术学习时,系统掌握了运动解剖学知识可以帮助学生做到“知其然而知所以然”,认识和理解许多训练方法的作用和价值。例如,某个体育动作通过哪些关节的运动实现?由哪些肌肉提供动力来完成该关节的运动?哪些训练方法有利于增大这些关节的运动幅度和提高这些肌肉的力量?运动解剖学均可以准确回答和解决这些问题。因此,掌握运动解剖学知识对学生学习运动技能大有裨益。只有全面认识人体骨骼、关节、肌肉的构造和分布,才能分析和创造提高关节幅度和肌肉力量的练习方法;只有系统掌握人体运动规律和锻炼方法,才能学好专业技术,提高运动技能和水平。

### (二) 为后续理论课程打下解剖学基础

运动解剖学是运动人体科学中的一门专业基础课程,与运动生理学、运动生物力学、体育保健学、体育测量与评价及运动心理学等课程关系密切。例如,只有掌握骨骼肌纤维和心脏的解剖结构,才能理解肌丝滑行学说和心动周期的生理机制;只有知道骨骼肌位置、分布、起止点以及相应的关节结构,才能对某些技术动作进行生物力学分析;只有了解前臂肌肉和肘关节的形态结构,才能正确解释网球肘与高尔夫球肘的区别,在实际运动中进行具体的损伤预防和保健;只有知道人体骨性和肌性标志,才能测量和评价人体结构和健康状况。因此,系统学习和掌握运动解剖学理论知识,能够为后续运动人体科学相关课程的学习和深入研究奠定基础。

## 三、学习运动解剖学的基本观点和方法

### (一) 学习运动解剖学的基本观点

#### 1. 结构与功能相结合的观点

形态结构与生理功能是相互依存和相互影响的。所谓“相互依存”是指

形态结构是实现生理功能的物质基础,而生理功能又是形态结构的表现形式。例如,粗壮的骨骼肌可以产生强大的收缩力量;反之,纤细的骨骼肌可能产生较小的收缩力量;红细胞的形态是扁圆形,白细胞的形态是球形,这便于血细胞在血管中流动而完成其功能;神经元具有许多突触,能适应它们间广泛的信息联系和传递。因此认为:形态结构是实现生理功能的物质基础。又比如,小肠良好的吸收功能,可反映小肠绒毛存在的价值。因此认为:生理功能又是形态结构的表现形式。

同时,形态结构与生理功能又是相互影响的。例如,原本纤细的骨骼肌由于经常锻炼、不断工作后,肌纤维增粗,肌肉会逐步发达;而运动员受伤疗养数月后,原本粗壮的骨骼肌就会因为运动受限而出现萎缩,变得纤细。因此,全面认识和理解形态结构与生理功能的这种相互依存和相互影响的关系,将有助于我们在学习运动解剖学时,能紧密联系生理功能理解和记忆人体形态结构,也将指导人们通过运动锻炼、改变生理活动来促进组织和器官形态结构的发展,从而达到增强体质、促进健康的目的。

## 2. 局部与整体相统一的观点

人体是一个有机的整体。虽然每个系统均由若干功能不同、形态各异的器官组成,但各个器官分工明确,各司其职,同时它们又是相互联系、相互影响的。局部可以影响整体,整体也可以影响局部,如在口腔中有坚硬的牙齿,这种局部结构为机械性消化食物所用;硕大的胃腔是为贮藏和消化食物,保证人体能量物质的充足供应;细长的小肠可以充分地吸收食物营养;粗硕的大肠又便于储留粪便。有了消化系统这些千姿百态的局部结构,才能保证人体整体消化排泄功能的合理完成。因此,我们要掌握局部与整体统一的观点,可以帮助我们在学习某一个器官时,不仅仅看到局部结构,还要将它与整体联系起来,全面去认识和理解这些结构的形态和功能,这样才学得活、学得多、理解深、记得牢。

## 3. 遗传与进化相联系的观点

人体的形态结构在很大程度上是由遗传决定的,从细胞、组织、器官到系统都存在着种系发生的规律。种系发生也被称为系统发生,是指在地球历史发展过程中生物种系的发生和发展。例如,人类是由灵长类中古猿(大约在50万~100万年前)进化发展而来,所以人和脊椎动物都存在着相似的结构,具有骨骼系统、消化系统、呼吸系统等,这些结构和功能都是遗传决定的,具有很大的相似性。但是,人体还存在着变异、进化和发展等阶段。例如,人类以前是四肢爬行动物,现在下肢能够直立行走,上肢可以进行劳动,所以上、下肢就有较大的差异。上肢细小而灵活,下肢粗大而结实,这是人类生存的需

要,也是进化发展的结果。同时,社会还在进步,人体还会变化,不同的生存环境和生活劳动,还会对不同年龄、性别和种族人体形态结构产生影响。

因此,我们既要注意一般普遍存在的结构,认识和承认各种相似结构的遗传性;也要理解和接受各种个体的变化和差异,分析这些进化和发展的合理性和必要性,以便更好地学习、理解和记忆人体的结构。

## (二) 学习运动解剖学的方法

运动解剖学由于其学科的自身特点,需要记忆大量的专业名词、结构位置以及抽象的理论,因此学习解剖学相比其他的学科就更需要注意学习方法,才能全面理解、深刻记忆。需要说明的是,任何一种好的学习方法也不是绝对适合每个人的,适合自己的学习方法一定是自己去尝试、去总结出来的。学习的技巧是因人而异的,通过自己的摸索就能找到适合自己的好的学习方法。下面介绍几种常用的学习方法。

### 1. 主动学习与认真听课相结合

由于运动解剖学需要记忆大量的抽象理论和位置结构,所以要提高学习效率,就要在课堂上认真听课,注意教师的指导,正确掌握教材的重点和难点。同时,更重要的是要加强自己的主动学习能力,积极思考和探索。如课前适当进行预习,可以提高听课效果;课中记笔记、画重点,可加深对知识的识记和印象;课后编口诀、列图表等,可对知识进行分类和归纳,寻找规律加以分化和记忆。如背阔肌、胸大肌、指伸肌、腹直肌等命名是由名词与形状、大小、作用、方位等形容词构成的,骨骼肌的各种功能与其所跨过关节的运动轴有关。我们通过理解和总结,就可以用理解的记忆,取代简单的死记硬背。

### 2. 文字认识与标本观察相结合

教材中对器官形态结构的文字描述具有一定的局限性和抽象性,通过单纯的文字学习,不仅使学生对器官形态结构认识不清晰、感觉不深刻,概念容易混淆和忘记,而且还会造成学习疲劳和厌烦。如果结合相应的标本、模型和插图进行对照观察和学习,就可以帮助学生在大脑中产生具体、直观、形象的感性认识,记忆也就深刻清晰。所谓“百闻不如一见”,其实质就是见到实物可以有一目了然、茅塞顿开之功效,可以提高理解和记忆效果,使学生轻松学习、快乐学习。

### 3. 课本理论与实践应用相结合

学习运动解剖学不能停留在能讲出几个名词、默写几种结构,重要的是要联系实践,学以致用、学以创新。联系实践首先要结合活体,在自己或同学身上触摸相关的结构,如骨、关节、肌肉和肌腱等,以加深对人体结构的理解和记忆;其次要努力把学到的理论知识运用于运动实践,这样才会学出价值、学

出兴趣。如跑步时蹬地力量不强,就应想到提高屈踝肌、伸膝肌和伸髋肌的力量,就要尝试加强这些肌肉力量的各种训练方法,近固定还是远固定练习等。又如在健身时要发展肱二头肌的力量和围度,就要根据其起止点、跨过的关节来设计训练方法;可以用向心收缩、离心收缩、快速屈伸肘、慢速屈伸肘等几种不同方法的锻炼效果比较。通过这样的实践应用,不仅能验证许多训练或锻炼的原理和知识,体现学习理论的价值;又能从实践中反馈训练效果,促进和加深对课程内容的进一步理解和思考。

## 四、运动解剖学的研究内容与方法

### (一) 运动解剖学的研究内容与发展趋势

人体形态结构是实现生理功能的物质基础。在运动对人体影响的研究中,形态学的研究占有重要地位。运动解剖学是一门研究形态学的学科,所以凡是研究形态,显示生物的形状和图像,均可作为解剖学研究范畴。随着科学技术的飞速发展和科学理论的创新,推动和促进了运动解剖学研究的不断进步,其研究的领域日趋广泛,研究的内容日益丰富,研究的方法更加先进,研究的层次不断深入。运动解剖学的研究内容与发展趋势主要体现在以下几方面:

#### 1. 从静止的研究发展到相对运动(或虚拟运动)的研究

传统的大体形态研究方法包括尸体解剖法、动作分析法等。但在应用这些方法进行研究时,人体不能随意、连续、整体地运动,受到诸多的限制,与实际运动(或比赛)有较大的差异。近年来,人们利用先进的摄像和解析系统对人体进行整体动作分析,把两台或多台摄像机所拍摄到的高速平面录像进行数字化处理,将二维像坐标转换成实际空间的三维坐标,计算有关的运动学参数。对不同运动员的动作、技术以及不同的训练方法进行对比分析,在实际运动中找出产生这些差异的原因并分析其利弊,用于指导动作技术的改进和运动成绩的提高。

#### 2. 从实物的形态研究发展到反应物的形态研究

利用传统的染色方法可以显示组织、细胞和细胞器的形态和分布,在光学显微镜和电子显微镜下使这些物体的形态结构清晰可辨。现在研究者们为了更好地显示细胞亚结构或更小的结构,已经开始使用细胞化学技术(如酶细胞化学技术、免疫细胞化学技术、免疫荧光组织化学技术、免疫酶组织化学技术、免疫胶体金标记技术等),在荧光显微镜下通过捕捉反应物,来显示细胞、组织结构中的各种酶、抗原或抗体,进而进行结构分析,大大开拓了人们进行形态学科的研究思路。

### 3. 从定性的形态研究发展到定量的形态研究

随着显微形态计量技术的发展以及自动显微图像分析系统的应用,在形态学定量分析的研究中,越来越广泛地使用显微分光光度术、细胞形态立体计量技术、显微图像分析及流式细胞等技术,实现了细胞的分选、细胞内生物化学、分子生物学、生物物理学特性和指标的定量研究。

### 4. 从组织细胞形态研究发展到 DNA 条带和蛋白印迹的研究

生物学技术的发展,特别是分子生物学检测技术的发展,使研究手段更趋先进,研究范围也日益广泛,如 RNA、DNA 的抽提和检测、PCR 扩增、RT-PCR (反转录)、蛋白印迹 (Western blotting) 等技术,引领人们从宏观世界逐步深入到超微观的基因世界。

### 5. 从对尸体或死细胞的研究发展到对活体组织细胞的研究

20 世纪 90 年代初,激光共聚焦显微镜及其新型探针的问世,使在不影响细胞活性的前提下对活细胞的形态学研究得以实现,例如通过第三代钙荧光指示剂 Fluo-3/AM 负载,在激光共聚焦显微镜下通过图像扫描方式分析处理静息与收缩状态下心肌和骨骼肌细胞收缩时胞内钙的荧光共聚焦图像,并采用荧光强度值表示静息时心肌和骨骼肌细胞游离钙含量,心肌和骨骼肌细胞收缩时胞内游离钙的变化,为运动心脏和肌肉肥大发生机制的研究提供了有效的检测手段,也使运动性心肌和骨骼肌肥大发生机制的探讨能进一步深入。核磁共振 (NMR) 在医学、结构生物学、材料科学等方面的应用发展迅速,它可以无创伤性地研究活体器官、组织代谢、生长变化及对化学物质进行定量分析,是一种在活体无创伤条件下检测细胞水平代谢变化的非侵入性技术,如磁共振成像可以研究人体组织器官大体形态的病变和生理改变。功能成像学的发展在为活体研究随意运动的功能脑区、血液含氧量的测试提供了可靠的量化的方法。可见上述各项技术的应用使得运动解剖学研究取得了长足的进步并显示具有广阔的发展前景。

## (二) 运动解剖学的研究方向

下面主要从基础研究和应用研究两方面,对运动解剖学的科学研究加以具体的介绍。

### 1. 基础研究

基础研究主要集中在运动对人体或动物的骨、关节、骨骼肌、心、血管、肝、肾、肺、大脑、脊髓和内分泌以及感觉器官等组织和细胞形态结构及分子水平的基础研究。研究主要利用细胞培养、RT-PCR、Western blotting、免疫组织化学染色等相关技术对运动训练影响骨、肌肉、脑、肝、肾等的细胞、信号通路、基因调控及组织形态学等进行的基础研究。

(1) 运动与骨形态计量学研究: 主要借助 CT 等医学成像技术, 对运动引起的骨和软骨形态结构的变化进行定性和定量研究, 近年来有趋向于骨和软骨超微结构的形态计量学和生化标志物及基因表达等水平的研究, 特别是在膜内成骨和软骨内成骨方面研究较多。

(2) 运动与关节和骨骼肌的形态学基础研究: 主要集中在关节面软骨的纤维排列、骨骼肌的纤维类型以及骨骼肌神经支配的研究。利用肌电仪对关节肌工作与发力特征, 运动与骨骼肌的伸展性、弹性以及发展力量和柔韧性的手段与方法的研究。近年来有趋向于超微形态及分子水平的基础研究。

(3) 运动与心血管重塑的生物学研究: 主要集中在运动型心脏肥大和运动与动脉硬化等机制的研究。近年来有趋向于运动心脏的心肌间质成分变化机制、心脏内分泌调节机制、运动与心血管重塑的调节、心肌和平滑肌细胞代谢特征和基因表达等水平的研究。

(4) 运动与内脏器官形态结构及功能研究: 主要集中在运动对肝、肾、肺、胃、肠、胰、睾丸的形态结构和功能影响的研究。近年来有趋向于内脏器官分子水平和消化管菌落种群的研究。

(5) 运动与神经系统各器官形态结构及功能的基础研究: 主要集中在运动对大脑皮质、海马、小脑皮质、脊髓灰质神经元微细结构的影响研究, 包括运动对疲劳和学习记忆的影响。近年来有趋向于超微结构以及分子和基因表达水平的研究。

## 2. 应用研究

(1) 优秀运动员选材与体表性状的应用研究: 此方面研究主要集中在根据不同运动项目特点和要求、少年儿童生长发育规律和人体运动能力遗传性等理论基础, 利用先进的体表测量技术、DNA 芯片技术等对不同项目运动员体表性状和基因特点进行优秀运动员选材研究。

(2) 人体动作分析应用研究: 此方面研究主要集中在利用三维人体动作分析、Vicon 三维运动捕捉系统、基于视频序列的人体检测和跟踪技术以及基于视觉的人体动作分析等技术, 对体育运动中的身体动作、机械运动规律、运动中质量和质心位置、符合运动员自身身体特点的肢体动作等方面进行的研究。

(3) 运动与骨骼肌和关节应用研究: 主要集中在利用肌电仪对关节肌工作与发力特征, 运动与骨骼肌的伸展性、弹性以及发展力量和柔韧性的手段与方法研究, 尤其是对 6 大关节与脊柱肌群工作的力学特征及不同项目运动员力量训练的应用研究。对关节与运动关系的研究, 包括在疲劳消除、创伤与修复等方面的应用研究。



(4) 运动康复、运动伤病和运动健身的应用研究: 此方面研究主要集中在对运动康复、运动伤病和运动健身中的应用研究, 主要包括脑卒中、脑外伤、小儿脑瘫等的术后身体机能恢复及康复理疗等; 骨折愈合、膝关节半月板、关节软骨和韧带的修补与置换、末端病的形态结构变化、椎间盘的结构与运动损伤的关系等; 运动与心血管疾病、2 型糖尿病、代谢综合征、肥胖症、骨质疏松症等预防和逆转等研究。近年来趋向于胃、肝、肾、肺和脾等器官功能增强和疾病逆转的应用研究。

### (三) 运动解剖学的研究方法

随着生命科学研究的发展和深入, 以下研究方法和手段均能显示形态和结构, 都可以为运动解剖学研究提供帮助。

#### 1. 宏观研究方法与技术

(1) 尸体解剖法: 是指应用解剖工具对尸体各系统器官进行解剖和观察的方法, 是运动解剖学最常用的实验方法之一。通过对尸体标本的肉眼直接观察, 可以帮助学生建立正确、直观的人体各器官、系统的大体位置和形态结构, 有助于学生加深记忆和理解。

(2) 活体动作分析法: 是指应用测量工具或仪器对人体形态指标, 骨、关节和骨骼肌运动参数以及人体生物电指标进行活体动态测试研究, 对各种体育动作或图片(图像)进行骨、关节和骨骼肌工作的解剖学分析; 探讨人体各器官与体育动作或技术之间的内在关系。近年来, 既有使用单台摄像机进行拍摄、图像解析系统(软件)解析体育技术动作的平面动作分析法, 也有使用多台摄像机进行不同角度同步拍摄, 并进行图像解析的立体动作分析法。

(3) 肌电图法: 是指应用肌电图仪对骨骼肌收缩过程中的肌电变化进行测试记录, 用于肌肉功能分析、神经肌肉传导速度、肌肉疲劳研究和动作质量评价。

(4) 医学影像技术: 是指利用 B 型超声多普勒仪(B 超)、X 光、断层扫描(CT)和磁共振成像技术(MRI)等, 对人体的整体或局部以及各器官进行扫描观察与分析研究。

(5) 数字化虚拟人体技术: 是指近几年发展起来的数字化人体解剖新技术, 基于人体断层解剖的 CT 或 MRI 成像技术, 将人体的每一组织构建成一个三维数据库, 然后利用计算机作图的方法做出人体的三维解剖图形模式。数字化虚拟人体技术在运动服装的设计、体育与健身器材的开发、运动员选材、运动人体科学基础研究、运动损伤预防、中医抗疲劳药物筛选、体育保健针灸学等方面具有广阔的应用前景。



## 2. 微观研究方法与技术

(1) 组织切片和显微镜技术：组织切片法是研究人体组织、细胞形态结构的基本技术，它包括光镜切片（通常为  $3\sim 10\ \mu\text{m}$ ）和电镜超薄切片（通常为  $300\sim 500\ \text{nm}$ ）。显微镜是用来观察、记录和研究经过制片技术处理后被检物体细微结构的最主要的精密仪器。主要分为光学显微镜、电子显微镜、特殊显微镜等，用于放大组织与细胞内部的微细结构，便于观察组织和细胞的超微结构。

(2) 组织化学和细胞化学技术：其原理是在组织切片或被检样品上加涂一层试剂，使它与组织或细胞中待检物质发生化学反应，成为有色沉淀物，用光镜或电镜进行观察。该方法可以检测细胞内的酶类、糖类、脂类、核酸与某些金属元素等。如进一步应用显微分光光度计等测定标本中沉淀物的强度，则能较精确地进行定量研究。

(3) 免疫细胞化学技术：此技术是将免疫学基本原理与细胞化学技术相结合的新技术，根据抗原与抗体特异性结合的特点，检测细胞内某种多肽、蛋白质及膜表面抗原和受体等大分子物质的存在与分布。近年来，免疫组织化学和细胞化学技术有了很大的进展，各种新方法相继建立，如单克隆抗体制备技术的运用，极大地提高了抗体的特异性与免疫组织化学染色的精确性。

(4) 放射自显影技术：为了追踪某些物质在体内、组织或细胞中的分布与代谢途径，首先将放射性核素或放射性的标记物注入动物体内或加入培养基中，间隔一定时间取材，制成标本（如切片），经显影和定影处理，或经染色后在电镜或光镜下进行观察。放射自显影技术可以了解被检物质在机体、组织与细胞内的分布、数量及代谢途径。

(5) 原位杂交技术：此技术是在研究 DNA 分子复制原理的基础上发展起来的一种技术，是将标记的核酸探针与细胞或组织中的核酸进行杂交，可在原位研究细胞合成某种多肽或者蛋白的基因表达。此技术有很高的敏感性和特异性，可以进一步从分子水平探讨细胞的功能表达及其调控机制。

(6) 定量细胞化学分析技术：该技术是对细胞形态结构及其化学成分进行定量研究，以阐明组织和细胞的生长、发育、分化、代谢和功能的变化。目前常用的技术包括显微分光光度测定技术、形态计量技术、X 线显微分析技术、流式细胞技术等。

(7) 生物芯片技术：此技术包括组织芯片、基因芯片和蛋白质芯片等技术，而基因芯片技术又包括 DNA 芯片技术和 cDNA 芯片技术。主要用于基因表达检测、基因突变检测、功能基因组学研究、基因组作图、杂交测序和新基因的发现等多个方面。组织芯片技术可以同时观察大量不同组织的结构变化和

某个基因在不同组织中的表达。基因芯片技术可在同一时间内分析大量的基因,实现对基因信息的大规模检测。广泛应用于蛋白质表达谱、蛋白质功能、蛋白质间的相互作用的研究。

相信,随着科学技术的不断发展,会有更多新的研究技术在运动解剖学科学研究领域得到运用。

## 五、运动解剖学发展简史

运动解剖学是人体解剖学的一个分支,是在人体解剖学的基础上发展起来的一门学科。追溯解剖学发展历史,早在公元前奴隶时代就已经开始。在西欧奴隶时代,希腊人由于宗教偏见,不能进行人体解剖,因此主要从事动物解剖的研究。其中,亚里士多德(Aristotle,公元前384—322)曾为动物解剖学的研究提供了不少相关资料。随着解剖学的逐渐发展,以希腊医生格罗费尔(Herophilus)和艾拉西斯特拉(Erasistratus)为代表的学者,记述了心瓣膜、十二指肠、脑和脊髓等的位置和分布,并开始理解神经的作用,确定了神经和肌腱的区别。罗马医生伽伦(Galen, 131—211)通过动物解剖不仅详细地记载了骨、关节、肌肉和其他器官,还提出了运动的特性。

在15世纪欧洲文艺复兴时期,意大利画家达·芬奇(Leonardo Vinci, 1452—1519年)既以艺术家的身份开始研究人体结构,又以解剖学家的科学态度从事着形态学研究。他留下了许多人体形态结构的草图,不仅提出了人体运动服从力学定律的概念,还阐述了运动过程中肢体、重心和运动的关系。这一系列的工作为运动解剖学的兴起打下了基础。

在公元1543年,比利时的A·维萨里(Andreas Vesalius, 1514—1564年)出版了《人体的构造》,共7册。不仅纠正了伽伦等人对解剖学的错误见解,还对人体结构进行了系统阐释。他的7本传世巨著,不仅代表了他为运动解剖学的形成做出了杰出的贡献,也使他成为了现代解剖学的创立人。

17世纪,意大利鲍雷里(A. Borelli)不仅研究了运动中骨骼的杠杆作用,还阐述了不同环境下肌肉力量大小的关系,并将动物运动分为外运动(由骨骼肌来实现的运动)和内运动(由心、内脏等进行的运动)。17世纪下半叶,丹麦解剖学家尼尔斯·斯登森在《肌肉学原理》一书中开始解释肌肉的结构及其收缩情况。

进入19世纪后,随着体育运动的发展,从事运动解剖学的研究也越来越多、越来越专业,涌现了一批学者并出版了许多论著,如俄国列斯加夫特(1837—1909年)曾发表过《理论解剖学基础》《身体运动理论》《肌肉系统解剖学》等著作。他在书中论述了解剖学理论,揭示了器官在运动中的一般