



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
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

SPORTS

运动解剖学

(第二版)

李世昌 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
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

(第二版)

李世昌 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

运动解剖学/李世昌主编.—2版,—北京:高等教育出版社,2010.7

ISBN 978-7-04-029616-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 074611 号

策划编辑 傅雪林 责任编辑 傅雪林 封面设计 刘晓翔
版式设计 马敬茹 责任校对 杨凤玲 责任印制 毛斯璐

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

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京北苑印刷有限责任公司

开 本 787×960 1/16
印 张 26.75
字 数 500 000

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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 7 月第 1 版
2010 年 7 月第 2 版
印 次 2010 年 7 月第 1 次印刷
定 价 37.10 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 29616-00

编委会

主 编 李世昌

副主编 王景贵 田振军

编 委 (以姓氏笔画为序)

马楚虹 (浙江师范大学)

尹小俭 (华东师范大学)

王和平 (华中师范大学)

王景贵 (肇庆学院)

白 石 (西安体育学院)

田振军 (陕西师范大学)

任园春 (北京师范大学)

刘晓光 (华南师范大学)

余竹生 (上海体育学院)

李世昌 (华东师范大学)

吴丽君 (山西大学)

单大卯 (山东大学)

罗冬梅 (北京体育大学)

徐国栋 (武汉体育学院)

袁琼嘉 (成都体育学院)

蒋心萍 (广西民族大学)

潘国建 (上海师范大学)

前言

随着我国社会和经济的快速发展，国家对体育人才提出了新的要求。科技发展的日新月异导致许多新理论、新方法和新成果的不断涌现，并推动着相关学科的发展。只有将社会对人才的需求和学科发展的信息及时反映到新编教材中，才能使再版教材更具有生命力，更受读者和社会的欢迎。

本教材是根据教育部颁布的《全国普通高等学校体育教育本科专业课程方案》和《普通高等学校体育教育本科专业各类主干课程教学指导纲要》的精神，在原国家规划教材《运动解剖学》（2006年版）的基础上编写和修改而成。本教材为普通高等教育“十一五”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通过。本次编写着重补充了一些新的科技成果，重新编写了部分章节，严格精简了每章节的教学内容，突出了教材的创新性、实用性和可读性。

本教材的主要特点是所选人体结构图片有较强的直观性；以关节运动为中心论述骨骼肌的配布，可以使学生将形态紧紧联系功能，增加知识的应用性；在教材中适时插入实用的知识窗，以拓展学生的知识面，提高趣味性。

本教材的编写工作从2008年底启动，2009年4月在广西民族大学召开了该教材的编写工作会议，研讨了编写的指导思想、各章的具体要求，明确了编者的编写任务。随后由李世昌、王景贵和田振军统稿，最后由李世昌修改和定稿。

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）、尹小俭（华东师范大学）、王和平（华中师范大学）、王景贵（肇庆学院）、白石（西安体育学院）、田振军（陕西师范大学）、任园春（北京师范大学）、刘晓光（华南师范大学）、余竹生（上海体育学院）、李世昌（华东师范大学）、吴丽君（山西大学）、单大卯（山东大学）、罗冬梅（北京体育大学）、徐国栋（武汉体育学院）、袁琼嘉（成都体育学院）、蒋心萍（广西民族大学）和潘国建（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的关心与支持，在此一并表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，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

2010年3月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 人体组成的结构基础

第一章 细胞和细胞间质	17
第一节 细胞	17
第二节 细胞间质	27
第二章 基本组织	29
第一节 上皮组织	29
第二节 结缔组织	31
第三节 肌组织	39
第四节 神经组织	45

第二篇 人体运动的执行结构

第三章 运动系统	55
第一节 骨	55
第二节 骨连结和骨骼肌	79
第三节 体育动作的解剖学分析与应用	186

第三篇 人体运动的物质代谢结构

第四章 消化系统	213
第一节 概述	213
第二节 消化管	217
第三节 消化腺	226

第四节 体育运动对消化系统的影响	231
第五章 呼吸系统	233
第一节 概述	233
第二节 呼吸道	234
第三节 肺	239
第四节 体育运动对呼吸系统的影响	244
第六章 泌尿系统	245
第一节 概述	245
第二节 肾	246
第三节 输尿管道	250
第四节 体育运动对泌尿系统的影响	252
第七章 脉管系统	254
第一节 心血管系统	254
第二节 淋巴系统	294
第三节 体育运动对脉管系统的影响	301

第四篇 人体运动的调控结构

第八章 神经系统	309
第一节 概述	309
第二节 中枢神经系统	312
第三节 周围神经系统	327
第四节 神经传导通路	339
第五节 体育运动对神经系统的影响	349
第九章 感觉器官	352
第一节 概述	352
第二节 视器	353
第三节 前庭蜗器	361
第四节 本体感受器	367
第五节 体育运动对感觉器官的影响	369

第十章 内分泌系统	371
第一节 概述	371
第二节 人体主要的内分泌腺和内分泌组织	372
第三节 体育运动对内分泌系统的影响	378

第五篇 人体的发生与生长发育

第十一章 生殖系统	383
第一节 男性生殖器	383
第二节 女性生殖器	387

第十二章 人体的发生与生长发育	392
第一节 人体的发生	392
第二节 人体的生长发育	393
第三节 体育运动对生长发育的影响	400

附录 中英文运动解剖学名词检索	402
------------------------	------------

主要参考文献	415
---------------	------------

绪论

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。
5. 了解运动解剖学的研究内容和方法。

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，它是在研究正常人体形态结构的基础上，重点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与体育动作技术关系的一门学科。

运动解剖学隶属运动人体科学，是其中的一门重要的基础课程、先导课程，也是体育教育专业的一门主干课和必修课程。

二、学习运动解剖学的目的

（一）为运动实践提供解剖学知识和理论

体育教育的培养目标决定了课程的教学目的。作为一名能胜任学校体育教学、训练、科研和管理等工作的复合型人才，必须要掌握人体结构的知识。只有了解人体结构，才能全面理解人体的生理和病理发展过程，科学实施和指导体育锻炼，保护和增进人体健康；才能恰当地运用各种科学原理，发掘人体潜能，提高运动能力。例如，某个体育动作究竟是通过哪些关节的运动？有哪些肌肉提供动力来完成该动作？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？运动解剖学可以准确解答这些问题。因此，学生全面掌握人体的结构、运动的特点以及锻炼方法，不仅有助于自己现在的专业技术学

习和运动水平的提高,更重要的是为将来工作时能指导和帮助别人,提高自己的专业素养和工作能力打下坚实的基础。

(二) 为学习后续课程打下解剖学基础

运动解剖学是运动人体科学中一门重要的基础课,与运动生理学、运动生物力学、体育保健学、体育测量与评价、运动创伤学、体育康复学、保健推拿等学科关系密切。只有掌握了运动解剖学知识,熟悉各器官系统的正常形态结构特征、位置毗邻关系和生长发育规律,才能更好地学习运动生理学,理解运动中人体的生理变化并进行科学的训练;才能更好地学习运动生物力学,运用骨骼和肌肉运动的力学原理,对动作进行分析研究;才能更好地学习体育保健学,在实际运动中预防和处理运动损伤;等等。因此,学习运动解剖学的基本知识和理论,可以为运动人体科学类及其他后续课程的学习打下解剖学的基础。

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. 形态结构与生理功能相互依存

人体的形态结构是生理功能的物质基础,例如,红细胞等血细胞的形态都是近似球形的,这便于血细胞在血管中流动以完成特有的功能;神经细胞(神经元)具有许多胞突,能适应广泛信息传递的需要。而生理功能又是形态结构的表现形式。又如,小肠良好的吸收功能,能反映小肠绒毛等结构的存在价值;骨骼肌强有力的收缩能力,是体现肌微丝间复杂而有序排列的意义所在。

形态结构和生理功能的变化又会相互影响。功能的变化会导致形态结构发生改变,如细弱的骨骼肌由于经常锻炼、不断地工作会逐步发达,肌纤维增粗。而形态结构的变化又会对功能有影响,如在役运动员因病长期卧床后,因骨骼肌细弱、萎缩等,病愈后马上参加以往强度的训练就容易由于肌力不够而致伤。所以,在学习解剖学时不能死记硬背,而应该紧密联系其功能来理解和记忆人体的形态结构。

2. 局部与整体相互联系

正常的人体是一个有机的整体,任何一个器官或组织结构都是机体不可分割的组成部分。它们既各司其职、各行其能,又紧密配合、相互协调。在学习各器官、系统时,不要局限于局部结构,要从整体的角度去认识,这样才能学

得活、记得牢。例如，在口腔中有坚硬的牙齿，这种局部结构是为机械性消化食物；硕大的胃腔是为贮存和消化食物，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；粗粗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功能的绝妙无比。

3. 人体形态结构是发展变化的

人是由古猿进化而来的，人体现存的形态结构是种系发生和个体发生的发展结果。了解这些种系发生和个体发生的过程，掌握人体结构的由来及其发展规律，对于学习和理解人体结构是很有帮助的。例如，人体的上、下肢具有较大的差异，上肢细小、灵活，下肢粗大、结实，但在上、下肢骨骼的配置、肌肉的分工和结构上却有很大的相似，这是人类在进化的过程中种系发生的结果。个体也是在不断地发展和变化的，人体形态结构还具有较大的个体差异性。不同的年龄、性别、种族和不同的社会劳动与生活条件，均能影响人体形态结构的发展。人体始终适应着外界环境而按一定的规律在变化。当研究这些差异时，要分清自然因素和社会因素的影响，不要把个体差异当作个人贵贱的依据，也不要把种族差异当作民族优劣的佐证。

人体形态结构的变化发展是永恒的，应以发展的观点，运用科学的理论指导，进行合理的体育锻炼，促进人体形态结构发生良好的变化，有效提高人体的健康水平、运动能力和适应能力。

(二) 学习运动解剖学的方法

在学习中，决不能把学习运动解剖学当作是死记硬背一大堆枯燥乏味人体结构名词，而应看作是对人体结构的探索和研究。学习方法上没有统一的模式，学习技巧也因人而异。因此，学生应该进行自我尝试、自我总结，找出一套适合自己的学习方法。下面介绍几种常用的方法。

1. 主动学习，积极思考和记忆

学生在学习时要认真听讲，以便掌握教材的重点和难点，同时，还要积极思考，勇于交流，采用编口诀、列图表等方法给一些难以理解记忆的知识赋予一些新的信息，找出规律加以记忆，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。

2. 重视图谱、标本和模型的观察，提高理解和记忆效果

教材上的文字内容是对器官形态结构的描述，具有抽象性和局限性，而结合相应图谱、标本和模型对照观察，可以加强直观的感性认识，便于学习和理解文字叙述的内容，提高记忆效果。所谓“眼见为实”、“百闻不如一见”，其含意就在于形象、直观的标本和模型可使我们印象深刻、认识清晰，达到一目

了然之功效。

3. 联系实践, 力求学以致用、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解剖学知识应用于运动实践中。例如, 起跳时脚蹬地力量不强, 就应考虑到提高屈踝肌或伸膝肌或伸髋肌或是所有这些肌群的力量, 还要尝试这些肌群力量的训练方法。学以致用、学以创新, 既能体现学习的价值, 又可反馈到运动解剖学的学习中, 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和方法

(一) 运动解剖学的研究内容

随着现代科学技术(尤其是现代生命科学技术)的发展和科技奥运与全民健身计划的实施, 运动解剖学的研究内容日益广泛。当前主要集中在下列几个方面:

1. 体育运动和健身锻炼对人体器官、组织和细胞形态结构影响的基础和应用研究

此方面研究主要集中在对骨、关节、骨骼肌、心、血管、肝、肾、肺、大脑、脊髓和内分泌及感觉器官等的形态学基础研究。近年来有趋向于分子水平的研究。

(1) 运动与骨和软骨形态学及其计量学研究: 主要集中在应用组织和细胞的形态计量学理论与方法, 对运动引起的骨和软骨形态结构的变化进行定量研究, 近年来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。

(2) 运动与关节和骨骼肌的形态学基础和应用研究: 主要集中在关节和骨骼肌的纤维类型以及骨骼肌神经支配上, 包括在疲劳、创伤与修复方面的基础研究。如关节面软骨的纤维排列、滑液的成分和性质与运动的关系等。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。近年来趋向于基础和应用两极水平的研究。

(3) 运动与心血管重塑的生物学研究: 主要集中在运动性心脏肥大的生物学机制, 运动性心脏与病理性心脏区别的研究。近年来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、运动与血管重塑的调节、心肌和

平滑肌活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的基础研究：主要集中在运动与肝、胰、肺、肾和睾丸的形态结构及功能的研究。近年来趋向于内脏器官分子水平、胃肠形态结构与功能及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：主要集中在研究运动与大脑皮质、海马、小脑皮质、脊髓灰质神经元微细结构，包括与疲劳和学习记忆的相互影响。近年来趋向于超微结构以及分子和基因表达水平的研究。

2. 儿童青少年运动员形态选材与优秀运动员身体形态特征的研究

此方面研究主要集中在人体身高、体重、机体各运动环节（围度、长度和比例）、骨龄、皮纹及其遗传特征与不同项目运动员体型特征和选材指标的研究。近年来趋向于对优秀运动员的基因选材及 DNA 遗传多态性研究。

3. 人体结构机械运动规律的研究

此方面研究主要集中在运动器官的机械运动规律研究，包括环节运动范围、关节运动瞬时转动中心的研究；各运动环节的质量、质心位置的分析；上下肢的整体形态学分析和身体平动、转动的形态学分析；还有在心、血管的弹性结构和力学特征、体位变化与内脏器官状态、胃肠蠕动和血流动力学特征等方面的研究。近年来既有利用先进的摄像和解析系统进行整体动作分析的研究，也有机械信号与细胞及分子变化机制的研究。

4. 运动伤病和运动健身的形态学基础研究

此方面研究运动伤病主要集中在骨折愈合、膝关节半月板的形态结构、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的研究。近年来趋向于干细胞移植与基因导入治愈运动性伤病的基础研究。运动健身主要集中在运动与心血管疾病、糖尿病、肥胖症、骨质疏松症逆转的基础研究。近年来趋向于胃、肝、肾、肺、胸腺和脾脏等器官功能增强和疾病逆转的基础研究。

5. 运动与细胞凋亡研究

此方面研究主要集中在运动与骨、软骨、骨骼肌、心肌、脑、肾、肝等组织的氧化应激和细胞凋亡形态特征的研究。近年来趋向于凋亡的细胞信号转导途经、基因调控以及疾病、凋亡与运动逆转等方面的研究。

(二) 运动解剖学的研究方法与技术

运动解剖学属于形态学科，其研究内容涉及母学科人体解剖学、组织学、细胞学等形态学内容，其研究方法也必然涉及形态学研究的各种手段和方法。随着生命科学研究的深入，新的研究手段和方法也不断进入运动解剖学

研究领域。

1. 尸体解剖法

此种方法是在尸体上应用解剖工具对人体各系统、器官进行实地解剖的方法。该方法是古老的解剖学研究方法,在运动解剖学领域,进行骨、关节、骨骼肌及血管和神经支配的解剖、测量、追踪,尤其是在运动器官的力学分析等基础研究中仍然普遍使用。

2. 活体观察、运动技术与动作分析法

此种方法是应用测试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、使用图像解析系统(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

此种方法是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. X线断层扫描与磁共振断层扫描

此种方法是应用计算机X射线断层扫描图和核磁共振断层扫描图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. 组织切片技术

此种方法是研究人体组织和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 $300 \sim 500 \text{ nm}$)。光镜切片最常用的是石蜡切片术(基本程序包括:取材、固定、脱水、包埋、切片、染色和封片,最常用的染色方法是苏木精-伊红染色法,又称HE染色)。

6. 显微技术

(1) 光学显微技术:包括普通自然光源的显微镜(主要观察应用普通切片制备技术制作的切片标本)、荧光显微镜(主要观察应用荧光染料染色或作为标记物制作的切片标本)、相差显微镜(主要观察活细胞标本)等技术,主要用于观察组织和细胞的微细结构(分辨率为 $0.2 \mu\text{m}$,即 200 nm ,放大倍数达1 600倍。人肉眼分辨率为 0.2 mm)。

(2) 电子显微技术:与光学显微镜相比,电镜用电子束替代了可见光束,用电磁透镜替代了光学透镜,并以电子成像方式在荧光屏上观察(其分辨率为 0.2 nm ,放大倍数达数万倍)。它包括透射电镜(主要通过取材、脱水、树脂包埋、超薄机切片、醋酸铀和柠檬酸铅双染色和观察等步骤)和扫描电镜(主要通过取材、脱水、干燥、导电镀膜和观察等步骤)。透射电镜主要观察

组织与细胞内部的超微结构。扫描电镜主要观察组织与细胞的表面立体结构。

(3) 激光扫描共聚焦显微技术：主要是通过激光扫描共聚焦显微镜研究组织和细胞的形态与功能及其动态变化。它是 20 世纪 80 年代迅速发展起来的用于分析细胞学的新型大型仪器，与普通光学显微镜相比，其分辨率、灵敏度、放大率和荧光检测都大大提高。激光扫描共聚焦显微镜的高灵敏度、高分辨率、高放大倍数和活细胞的动态观察，克服了光学和电子显微镜无法显示的动态结构。

7. 细胞化学定量术

包括显微分光光度术、细胞形态立体计量技术、显微图像分析技术和流式细胞技术。其中，流式细胞技术是集流体喷射技术、激光技术、电子技术和计算机技术于一体的大型细胞定量与分析仪器。可实现细胞的分选、细胞内生物化学、分子生物学、生物物理学特性和指标的定性、定量研究。如不同细胞的数量、荧光强度、细胞体积、表面积、细胞内 DNA、RNA 和蛋白质含量、细胞膜表面受体分析以及不同亚群、不同分化期细胞的分选。它是细胞形态学定量研究的较好工具。

8. 组织、细胞和分子化学技术

(1) 组织和细胞化学技术：应用化学、物理学、生物化学、免疫学或分子生物学原理与技术，与组织学和细胞学技术相结合而产生的形态学研究技术，能在组织和细胞制片上利用显微镜或显微分光光度计或图像分析系统，定性、定位和定量研究某种物质存在与否以及分布状态，并可获得相对定量信息。

(2) 原位杂交、荧光原位杂交、原位 PCR 和原位 RT-PCR 技术：原位杂交和荧光原位杂交是应用核酸分子杂交的方法，应用标记探针（荧光素、同位素、酶标记）通过杂交直接在组织、细胞标本上检测定位某一特定的 DNA 或 RNA。原位 PCR 和原位 RT-PCR 技术是将 PCR（多聚合酶链式反应）或 RT-PCR（反转录-多聚合酶链式反应）高效扩增与原位杂交的细胞及组织学定位相结合，原位扩增细胞内的靶序列并进行基因表达的检测。

(3) 组织芯片技术：组织芯片又称组织微阵列。它是近年来以基因芯片为代表的生物芯片技术的发展和延伸，它和细胞芯片、蛋白质芯片和抗体芯片一样，属于一种特殊的生物芯片技术。它将成百上千个不同个体或同一个体不同器官的组织标本排列在一张载玻片上所形成的组织微阵列生物芯片。它可用于对某一条基因或 mRNA、DNA 以及蛋白质在成百上千种不同组织中的组织表达谱的研究，是具有高通量、并行性、多样本地研究 mRNA、DNA、基因以及蛋白质定位、定性和相对定量的分析工具。

9. 干细胞技术

干细胞是尚未分化的细胞，有发育成为皮肤、血液、神经、骨和肌肉等多

种细胞的潜能。干细胞可分为全能干细胞（来源于胚胎内细胞团细胞或早期胚胎原始生殖的胚胎生殖细胞，如胚胎干细胞可分化形成机体所有细胞类型）、多能干细胞（可以产生两种以上不同类型的分化细胞）和专能干细胞（只能分化为单一类型的分化细胞）。干细胞技术其基本原理是利用干细胞的可塑性，进行分离、纯化、培养和体外导入或通过体外诱导动员机体内原始的干细胞增殖分化为目的细胞。胚胎干细胞是最原始的细胞，多能干细胞和专能干细胞也具有分化为相应细胞的能力。干细胞技术的研究对重大运动性损伤的治疗，如对脊髓损伤、心肌损伤、骨及软骨损伤、肌腱和韧带损伤等的治疗具有潜在的应用价值。

10. 数字化虚拟人体技术

它是近年来发展起来的数字化人体解剖新技术，其基本原理和方法主要是利用人体断层解剖的 CT 或 MRI 成像技术，将人体的器官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设计、体育与健身运动器材开发、体育科学选材、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泛的应用前景。

相信，随着科学技术的不断发展，会有更多新的研究技术走进运动解剖学科学研究的殿堂。

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，它是在人体解剖学和力学的基础上发展起来的一门新兴学科。它的发展是与艺术、医学和体育等的发展密切相关的。

早在 15 世纪欧洲文艺复兴时期，解剖学就有了长足的进步，当时著名的意大利画家达·芬奇（Leonardo Vinci, 1452—1519）做出巨大的贡献。达·芬奇以艺术家的身份开始观察人体结构，但又以解剖学家的科学态度从事这项研究。他不仅解剖过人体的浅层结构，如肌肉、骨骼，还深入解剖过心、脑和眼球等器官。达·芬奇一生留下了 5 000 多页的笔记和草图，由后人整理出版的解剖学著作多达 13 卷，其中有人体骨骼草图及对人体肌肉结构的论述。他还运用力学原理叙述了人体重心与平衡，讲述了人体站立、步行以及肢体在运动中的协调作用等。达·芬奇手稿给运动解剖学留下了宝贵的财富，但由于当时的技术和认识，解剖学的论述和草图，往往是艺术性有余而准确性不足。

比利时的医生、解剖学家维萨里（Andreas Vesalius, 1514—1564）是现代解剖学的奠基者。他亲自从事人体的尸体解剖，进行了细致的观察，最终在

1543年出版了《人体的构造》这一划时代的解剖学巨著。《人体的构造》共有七卷，分七个专题进行论述，其中第一、二卷有关骨骼和肌肉的论述是书中最优秀的部分，纠正了前人的许多错误，大大提高解剖学的科学性和准确性，为运动解剖学的发展做出了杰出的贡献。

17世纪，伽利略（Galilei）的学生、意大利鲍雷里（A. Borelli）著有《动物的运动》（1679）一书，他试图应用数学和机械的原理来论述肌肉的运动，这本书的第一部分根据机械的原理从几何学的视角来探索肌肉运动，从单块肌肉、肌肉群和关节，研究各种肌肉发力的大小，确定人体重心的位置，论述人和动物的姿势和运动。第二部分论述肌肉收缩的起因，他认为动物运动可分为外运动（由骨骼肌来实现的运动）和内运动（由心、内脏等进行的运动）。他还把数学和力学知识运用于解剖学，提高了研究的准确性。他对肌肉力学的研究，可以说是运动解剖学的萌芽。

进入19世纪，显微技术的提高和摄影的发明，为运动解剖学的建立创造了有利条件。解剖学的研究开始由宏观世界进入微观世界，由静止状态进入活动状态。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，涌现了一批学者和出版了许多著作，如美国马布里奇（E. Muybridge）的《人体外形运动》和俄国列斯加夫特的著作。列斯加夫特曾发表过《理论解剖学基础》、《身体运动理论》、《肌肉系统解剖学》等著作。他在书中论述了人体比例、姿势与体育动作的关系，并对人体运动理论进行探讨，研究运动器官的形态结构的一般规律，试图找出器官的形态与功能之间的联系。他是第一位明确将人体结构与体育运动相结合的解剖学家，为运动解剖学的正式建立作出了不可磨灭的贡献。

20世纪40年代以来，随着体育运动的蓬勃发展，运动生理学、运动医学、运动生物力学等学科相继从母学科分离出来，并逐渐发展起来，运动解剖学也成为体育学科中的一门新兴学科。这个时期最有成就的学者是美国斯坦德勒（A. Steindler），他著有《正常和病理状态下的人体运动》等著作，他的书被认为是医学领域中经典的人体运动参考书。还有苏联伊凡尼茨基被认为是运动解剖学的先驱。他曾撰写多本专著，如《动力解剖学笔记》（1934年）、《人体运动》（1938年）和《人体解剖学》（1956年）等。在这些著作中，他将人体解剖学研究与运动技术动作有机结合，对人体动作和姿势（如跑、跳、走、悬垂和支撑）进行了解剖学分析，叙述了人体重心等问题。

在中国，运动解剖学的发展只有短短的几十年历史。最早提出“运动解剖学”这个名词的是著名解剖学专家张鋆教授，他明确指出：运动解剖学是解剖学“用于体育运动方面，以分析研究各种运动所需要的肌肉和关节”。当然，由于当时的科学技术水平和研究范围的限制，张鋆教授对运动解剖学的解