

Sports Genetics

运动遗传学

翁锡全 林文弢

人民体育出版社



广州体育学院“十一·五”规划教材

运动遗传学

翁锡全 林文弢

人民体育出版社

【内容简介】

运动遗传学是从人类遗传学发展起来的一门边缘学科,是体育高等教育的一门重要专业基础课,也是提高运动员身体素质,促进运动训练科学化,特别是运动员科学选材必不可少的理论基础。本书共分八章,包括:概论、人类性状遗传的细胞学基础、人类性状遗传的分子学基础、人类性状遗传的基本规律与方式、运动能力的遗传学分析、运动能力变异的遗传学分析、运动能力遗传的环境影响、运动员选材的遗传学分析。在内容保留必备的人类遗传学的基础理论,重点介绍当前国内外遗传学在运动训练中的研究成果,力求做到理论结合实际,学以致用。本书可作为体育院系的教学用书,也可供体育工作者研究参考。

图书在版编目(CIP)数据

运动遗传学/翁锡全,林文弢编著. —北京:人民体育出版社,2006
ISBN 7-5009-3014-3

I. 运… II. ①翁…②林… III. 体育运动—遗传学 IV. G840.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069847 号

人民体育出版社出版发行
广州南方科技器材服务部印刷
新华书店经销

*

889×1194 毫米 16 开本 9 印张 197 千字
2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
印数:1—1000 册

*

ISBN 7-5009-3014-3/G·2913
定价:22.00 元

社址:北京市崇文区体育馆路 8 号(天坛公园东门)
电话:67151482(发行部) 邮编:100061
传真:67151483 邮购:67143708
(购买本社图书,如遇有缺损页可与发行部联系)

前 言

运动遗传学是遗传学与运动科学结合的一门新兴边缘学科，是人类遗传学的一个重要分支。它是研究组成人体运动能力的性状的遗传与变异及其规律的一门学科；是提高运动员身体素质、运动训练科学化，特别是运动员科学选材必不可少的理论基础。因此，运动遗传学是高等体育教育的一门重要专业基础课。

然而，据调查，目前国内使用的运动遗传学相关教材只有《运动才能遗传学概论》（刘献武、林文骏，广东高等教育出版社，1987）、《运动遗传学》（李一雪、高学珊主编，中国科学技术出版社，1992）、《人体运动遗传学》（瞿祥虎主编，中国地质大学出版社，1995）和《人类遗传学纲要》（赖荣兴，中山大学出版社，1995）等，这些教材都是1995年以前出版的，而近十年来反映体现当今运动遗传学研究成果与应用的专著和教材基本没有出版。有感于此，作为长期参与体育生物学科教学和科研工作的人员，深感责任之重大，因此，在2003年起我们开始筹划编写《运动遗传学》教材，同年申报为广州体育学院教学研究课题，并列入广州体育学院“十一·五”规划教材建设计划。

本教材针对高等体育教学改革的需要,在内容上保留必备的人类遗传学的基础理论上,重点介绍当前国内外运动遗传学的最新科研成果和理论,力求做到理论结合实际,帮助学生学以致用,同时为了适应目前推行双语教学的需要,在主要名词术语后面加注英语,并力图在教材编排上有所突破。修改后的教材包括人类性状遗传的物质基础、运动能力的遗传与变异、运动能力的遗传与环境 and 运动选材的遗传学分析等四个内容体系共八章。

本书由翁锡全教授负责整体构思和编写大纲的设计。各章节的编写人员是:第一章(林文弢教授、翁锡全教授);第二、第三、第五、第七章(翁锡全教授);第四、第六章(孟艳硕士、林文弢教授);第八章(林文弢教授);各章编写后由翁锡全教授整体修改、定稿。在本书的编写过程中,得到广州体育学院有关领导的支持、指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

本书虽经二年多的努力编写,但由于学科的迅猛发展,特别是分子生物学研究的突飞猛进,人类基因组和功能基因组工作的进展及其在运动遗传学中的应用成果不断涌现,以及限于我们知识水平和经验不足,缺点和错误在所难免,深望同仁和同学们在使用过程中提出宝贵意见,以期再版时补充、修订。

作 者

2006年3月

目 录

第一章 运动遗传学概述	1
第一节 运动遗传学的发展概况	1
一、运动遗传学的产生背景	1
二、运动遗传学的概念及发展	3
第二节 运动遗传学的研究内容	4
一、人类性状遗传的物质基础	4
二、运动能力的遗传与变异	4
三、运动能力的遗传与环境	4
四、运动选材的遗传学分析	4
第三节 运动遗传学的研究方法	5
一、家谱法	5
二、双生子法	5
三、跟踪法	5
四、数理统计法	5
五、实验法	6
第四节 运动遗传学的研究意义	6
一、为增强国民体质提供理论 指导	6
二、为运动员科学选材提供理论 依据	6
三、为体育运动的科学化提供 理论基础	7
思考题	7
第二章 人类性状遗传的细胞学基础	8
第一节 细胞的结构与功能	8
一、细胞膜	8
二、细胞质	9
三、细胞核	10
第二节 染色体	10
一、染色体的形态特征	10
二、染色体的超微结构	11
三、染色体的数目与大小	13
四、染色体的核型与分组	13
五、分带与分带分析	14
第三节 细胞分裂	16
一、细胞周期	16
二、有丝分裂	16
三、减数分裂	17
四、精子和卵子的形成	19
第四节 人类性别决定的染色体 机制	20
一、性染色体与性染色质	20
二、人类性别决定	21
三、性别畸形与运动员性别检查	22
思考题	25
第三章 人类性状遗传的分子学基础	26
第一节 核酸的生化基础	26
一、核酸的化学组成	26
二、核酸的结构	27
三、DNA 的复制	29
四、核酸的生物学功能	30
第二节 遗传信息的表达	31
一、转录	31
二、翻译	34
三、中心法则与逆转录	37
第三节 基因与性状表现	37
一、基因概念的提出及其发展	37
二、基因的种类	39
三、控制性状基因的性质及相关 概念	40

第四节 人类基因组与运动能力	运动能力	68
研究	一、肌纤维类型	69
一、人类基因组计划	二、心肺功能	69
二、人类基因组研究在体育中的	三、血型	72
应用	四、神经类型	74
三、杰出运动能力相关基因的研究	五、生长发育	74
.....		
思考题	第三节 生化代谢特征的遗传与	
	运动能力	75
第四章 人类性状遗传的基本规律与	一、无氧代谢能力	75
方式	二、有氧代谢能力	77
第一节 人类性状遗传的基本规律	第四节 身体素质的遗传与运动	
.....	能力	77
一、分离定律	一、力量素质	78
二、自由组合定律	二、速度素质	78
三、连锁与互换定律	三、耐力素质	79
第二节 单基因遗传方式	四、柔韧性素质	79
一、单基因性状遗传研究方法	五、平衡性素质	80
——系谱法	第五节 心理特征的遗传与运动	
二、常染色体显性遗传	能力	81
三、常染色体隐性遗传	一、智力特征	81
四、X 连锁遗传	二、人格特征	83
五、Y 连锁遗传	三、其他心理特征	84
第三节 多基因遗传方式	思考题	85
一、多基因遗传特点	第六章 运动能力变异的遗传学分析	86
二、遗传度	第一节 运动能力变异的特征与	
思考题	意义	86
第五章 运动能力的遗传学分析	一、运动能力变异的特征	86
第一节 体型特征的遗传与运动	二、运动能力变异的意义	88
能力	第二节 运动能力变异的遗传学	
一、体长	分析	89
二、体宽	一、染色体畸变与运动能力变异	89
三、体围	二、基因突变与运动能力变异	96
四、体重	三、基因重组与运动能力变异	100
第二节 生理机能特征的遗传与	思考题	101

第七章 运动能力遗传的环境影响	102	二、家谱调查	118
第一节 运动能力遗传与环境		三、家族选材法的应用	118
影响	102	四、注意事项	119
一、运动能力的遗传作用	102	第二节 遗传度选材法	119
二、运动能力的环境影响	103	一、遗传度选材法的遗传学分析	119
三、运动训练对运动能力发展的		二、遗传度选材法的应用	120
主导作用	103	第三节 阶段选材法	120
第二节 个体发育的环境影响	104	一、阶段选材法的遗传学分析	120
一、环境对胚胎发育的影响	104	二、选材阶段的划分	120
二、生后环境对个体发育的影响	107	三、阶段选材法的应用	121
第三节 运动能力环境影响的遗传学		第四节 性染色体选材法	122
分析	111	一、性染色体选材的遗传学分析	122
一、自然环境影响运动能力的遗传学		二、性染色体选材法的应用	122
分析	111	第五节 皮纹选材法	123
二、高原环境影响运动能力的遗传学		一、皮纹选材法的遗传学分析	123
分析	113	二、皮纹的类型	123
三、运动训练影响运动能力的遗传		三、皮纹选材法的应用	126
学分析	115	第六节 基因选材法	128
思考题	117	一、基因选材法的遗传学分析	128
第八章 运动员选材的遗传学分析	118	二、基因选材法的应用	129
第一节 家族选材法	118	思考题	130
一、家庭选材法的遗传学分析	118	参考文献	131

第一章 运动遗传学概述

人体运动能力是否具有遗传性? 运动员科学选材的依据是什么? 运动训练在多大程度上可以提高运动能力? 等等, 围绕着运动能力的遗传和选材问题, 20 世纪初, 许多学者开始用人类遗传学的原理和方法研究运动能力的问题, 并且随着体育运动对人体运动能力需求的不断增加和生物技术的发展和应用, 有关研究已从不同项目运动员身体形态、生理、生化机能及心理学方面特征遗传与运动能力的关系, 深入到分子遗传学领域的研究, 探讨具有不同运动能力相关基因的分布特征、基因表达以及对运动训练的适应性等问题。总之, 随着运动员选材、运动训练和体育锻炼指导的需要, 运动能力遗传性的研究越来越被人们所重视, 并逐步形成了一门新兴的学科——运动遗传学 (sports genetics)。本章重点介绍运动遗传学的发展、概念、研究内容、研究方法和研究意义。

第一节 运动遗传学的发展概况

人类自身的由来、人体的生长发育以及意识和行为无不与遗传学息息相关; 而且随着竞技体育水平不断提高, 为了使运动员选材更具科学性, 避免人、财、物力的浪费, 势必促使人们研究运动能力的遗传学问题。

一、运动遗传学的产生背景

生物通过各种生殖方式, 保证生命在世代间的连续, 这种世代间的连续叫遗传 (heredity)。但是, 生物的不同个体间的结构和功能互有差异, 这取决于它们的遗传结构的不同和随之而来的代谢过程的差别。生物个体间的差异叫做变异 (variation)。遗传学 (genetics) 就是研究生物的遗传与变异及其规律的科学。人类对遗传的认识已有两千年的历史, 但遗传学的诞生却于 18 世纪后期, 20 世纪人类遗传学得到大力发展。

自孟德尔的遗传定律重新被发现后, 对于生物和人类遗传与变异现象的研究迅速发展。1903 年, 美国学者 W.S.Sutton (1876-1916) 首先发现了染色体的行为与遗传因子有密切联系, 提出了染色体是遗传因子载体的假说; 1909 年, 丹麦的 W.L.Johannson (1857-1927) 提出了基因型 (genotype) 和表现型 (phenotype), 把 G.J.Mendel 的遗传因子改名为基因 (gene); 同年, 美国的实验胚胎学家 T.H.Morgan (1866-1945) 和他的助手们开始利用果蝇为实验材料, 相继发现了伴性遗传规律、基因的连锁互换定律, 并创立了“基因学说” (gene theory); 1941 年, G.W.Beadle 等以红色链孢霉为实验材料, 证明基因是通过控制酶的合成来决定性状的表现, 提出了一种基因一种酶的理论; 1944 年, O.T.Arery 等在肺炎双球菌的转化实验中, 证明遗传物质是脱氧核糖核酸 (DNA), 而不是蛋白质。

1953年,美国学者 J.D.Watson 和英国学者 F.H.C.Crick 用 X 光衍射造影法,提出了 DNA 双螺旋结构模型,它为阐明 DNA 的复制、相对稳定性和变异性以及遗传信息的贮存和传递等提供了依据,明确了基因是 DNA 分子上的一个特定片段,从而开创了分子遗传学新领域。20 世纪 60 年代,蛋白质和核酸的人工合成,中心法则的建立,三联体密码的确定,调节基因作用原理的发现,使遗传学的发展突飞猛进,走在了生物科学的前沿。70 年代,随着限制酶、核酸酶的发现和提纯,实现了 DNA 的重组和转化。现代遗传学的研究已深入到工业、农业以及医疗卫生等各个领域,以越来越多的成就造福于人类。

近几十年来,人类遗传学取得了硕果累累的成就,并已发展成为多个分支学科。医学遗传学已发现,直接由单基因发生改变而导致人类的遗传病多达 6500 多种;临床遗传学已开始了用基因工程治疗遗传病的尝试;优生遗传学已在改良人类遗传素质方面发挥作用。目前已有 2000 多个基因被定位于人的染色体上,特别是自 1990 年 10 月美国等国家正式启动人类基因组计划以来,广大人类遗传学研究者已在遗传图谱、物理图谱、DNA 序列测定和基因的识别等方面,取得了辉煌的成就。人类更多性状的遗传方式和机理正在被揭示。现在世界人类遗传学家正在克隆人的全部基因,最终达到根治遗传病、提高人口素质、实现优生的目的。

运动遗传学的起始研究可追溯到 20 世纪初。在人类遗传学的基础上,许多学者从不同的方面研究了运动的遗传问题:如 Jena 对双生儿的意识运动和运动能力的研究;苏联学者在 20 世纪 50 年代通过对双生子及其优秀运动家系的研究,发现人体运动能力具有很高的遗传性。70 年代,苏联、德国和意大利等国众多学者,对人体运动能力的遗传,进行了较为广泛深入的研究,并将其科研成果直接应用于运动训练和科学选材,促进了竞技体育的发展,“运动遗传学”这个学科概念是由前苏联学者谢尔坚科于 1979 年在研究运动员选材时提出的(《田径运动》,1979.12)。70 年代末期,我国体育界的有识之士,已意识到人类遗传学的理论在指导体育教学、运动训练和科学选材中的重要性,一些专家极力倡导我国广大的体育工作者应该了解人类遗传学的基本知识,开展运动能力遗传与选材的研究,上海体育科学研究所等从研究青少年儿童运动员身体生长发育规律入手,对生长发育与科学选材关系进行了较全面深入的研究,已形成较为系统的理论。1981 年教育部委托西北师范大学举办了首届高校体育院系“人类遗传学”教师进修班,为各高校体育教育专业开设“人类遗传学”课程和从事该方面的研究工作,培养了一批专业人才。20 世纪 80 年代初,原国家体委组织了几项大规模的研究课题(《优秀青少年运动员科学选材》和《儿童少年运动员选材标准的研究》等),获得了大量的指标数据,为我国青少年运动员科学选材提供了广泛的科学依据;甘肃省体科所承担了国家课题——我国优秀运动员选材的遗传研究,揭示出了身高与性染色体形态的相关性。此外,科研工作者还从运动员身体形态、机能、素质、心理以及遗传等不同方面进行了大量的科学选材研究,为运动员科学选材实践提供了广泛的理论依据和实际应用方法。

近年来,随着人类遗传学知识在体育领域的推广和普及,人类遗传学在指导体育教学、运动训练和科学选材中,发挥着越来越重要的作用,而且有关运动能力的遗传和选材的研究已取得了可喜的成绩。

因此,随着国内外学者对运动能力遗传学研究内容的不断完善和深入,人类遗传学便产生了又一个新的分支——运动遗传学。

二、运动遗传学的概念及发展

运动遗传学是随着人类遗传学和近代竞技体育的发展应运而生。尽管目前运动遗传学的研究仍处于一个不断完善的阶段,但是,近年来,生物科学研究突飞猛进,特别是分子生物学的研究,人类基因组计划成果都将为运动遗传学研究人体运动能力性状的遗传与变异以及运动员科学选材提供理论和技术,推动了运动遗传学的发展;另一方面,竞技体育和休闲体育的迅猛发展,也促使运动遗传学研究的发展。

运动遗传学是研究组成人体运动能力的性状的遗传与变异及其规律的一门学科。它是人类遗传学的一个重要分支,也是遗传学与运动科学结合的一门新兴的边缘学科。组成运动能力的性状,无论是形态、生理、生化还是素质性状,都具有遗传基础,并且绝大多数是属于数量性状,由多基因控制。在向后代传递过程中,由于微效基因的累加效应、基因传递与表达方式以及环境等因素的影响,可使运动能力性状发生不同程度的变异。因此,运动能力的遗传与变异具有连续性和相关性特征。在我国及世界许多国家中出现了体育世家现象。有研究发现,在运动能力的遗传中,只要具有卓越运动才能的亲代不是极端个体,其子代不但有 50%以上的人具有优越的运动才能,而且还可能出现超越亲代的个体。此外,控制运动能力的基因有多效性,同时在向后代传递过程中又具有连锁性,从而使基因与性状纵横相关,它们之间既能相互促进,又可相互制约。研究发现,从选用足长、头围等形态指标预测身高,从体型到运动项目特点,从肌纤维类型、最大耗氧量等机能指标与身体素质的关系,以及从皮纹、血型甚至额部发际参差状况与人体运动能力、适宜运动项目之间的关系等等,研究均充分体现了基因与性状的关联。

近年,随着分子生物学技术与理论的飞速发展,尤其是 DNA 重组技术的广泛应用,人们已从不同项目运动员身体形态、生理、生化机能及心理学方面特征遗传与运动能力的关系,深入到分子遗传学领域的研究,从基因水平上寻找决定人类运动能力的基因,在分子水平上探讨人体对长期训练的适应性变化,从而能更加科学而准确地评估个体的运动状态及运动潜力。由此可见,研究杰出运动能力的相关基因将为运动员科学选材提供遗传学的依据。

由于各种遗传信息都蕴藏于 DNA 分子中,生物个体之间的差异,本质上是 DNA 分子的差异。不仅 DNA 编码序列比相应的蛋白质有更多的变异,而且 DNA 非编码列具有更广泛的多态性。限制性片段长度多态 (RFLP) 和单核苷酸多态 (SNP) 作为遗传标记有广阔的前途,其不仅可以用于遗传病的产前诊断、杂合子携带者的检出和亲子鉴定,还可以应用于运动能力相关基因的检测、天才运动员的基因组型鉴别以及基因在训练环境中的表达与变异状况的研究,这是运动遗传学今后研究的主要内容。

第二节 运动遗传学的研究内容

运动遗传学经历了近一百年的研究,已逐步形成一定的内容体系。从总体来说,主要是围绕运动能力的遗传与变异为中心,探讨不同项目运动员身体形态、生理、生化机能及个性特征等方面遗传与运动能力的关系以及环境因素的影响,为运动员科学选材和运动训练的适应性提供理论基础,并为大众健康的实现及全民身体素质的提高发挥重要作用。

一、人类性状遗传的物质基础

人类性状遗传是有其物质基础的,从细胞水平来说,它是染色体;从分子水平来说,则是 DNA。而基因是一定长度的 DNA 片段,是遗传信息的基本结构和功能单位。DNA 指导细胞中蛋白质的合成,体现人类性状的遗传与变异。因此,研究染色体形态结构及其在细胞分裂中的传递规律和核酸的结构与功能等内容是运动遗传学研究的基础内容。

二、运动能力的遗传与变异

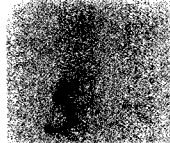
运动能力的遗传与变异研究是做好运动能力预测的主要理论依据,具体内容包括:(1)运动能力遗传的基本规律、方式和特征;(2)组成人体运动能力各主要性状的遗传度;(3)运动能力的变异及其特征。当然,随着生物科学技术的发展与应用,特别是人类基因组计划研究成果及以功能鉴定为核心的功能基因组学的开展,探讨与运动能力相关的基因是今后研究运动能力的遗传与变异的主要内容。目前研究发现与运动能力相关的基因有 80 多个,人们试图探明运动能力有关基因标记或定位,以解决优秀运动员的早期选材问题,并从分子水平揭示人类运动能力的遗传生物学机制。目前,在这一研究领域,诸学者已展开相当规模的实验研究,取得了一些令人鼓舞的研究成果。

三、运动能力的遗传与环境

一个运动员从少儿开始接受运动训练到长大成人、成材,期间组成运动能力的各种性状表现必然要经历一个复杂的发展过程。在这个发展过程中,遗传因素通过以下 2 个方面对人体运动能力产生影响:(1)与环境因素和生活方式无关的基因对人群的平均影响,即遗传度;(2)基因与环境的相互作用,即存在对运动训练敏感的高反应群体和对训练不敏感的低反应群体。因此,对运动员经过长期不同环境和不同方式的训练,其基因与环境的相互影响和作用的研究,对于最大程度促进运动能力各性状的有效发展,从而提高运动能力具有重要的实践意义。

四、运动选材的遗传学分析

运动遗传学揭示组成运动能力各性状的遗传因素和环境因素,怎样利用运动能力各主要性状的遗传特征进行运动员科学选材,这是运动遗传学理论应用



于运动实践的主要内容,具体包括:(1)家族选材;(2)遗传度选材;(3)阶段选材;(4)性染色体选材;(5)皮纹选材;(6)基因选材等等。

第三节 运动遗传学的研究方法

运动遗传学是人类遗传学的一个最新分支,它的研究对象是组成人体运动能力的各种遗传性状。近百年来,对人体性状的遗传研究经历了个体、器官、细胞到分子水平的发展过程,取得了丰硕的成果。在对人体性状,尤其是人体异常性状可遗传的研究中,发现了组成运动能力的各种性状是可遗传的,并取得一定的成果。目前,运动遗传学的研究方法主要有家谱法、双生子法、跟踪法、数理统计法和实验法。

一、家谱法

家谱法是通过对其个人的家谱调查(包括实验测试)或观察,分析上几代人和同代人某些组成运动能力各种特定性状的发生情况;并依遗传规律找出遗传方式和特点,分析研究在其后代必然发生的趋势与概率。冠军家族与运动世家的研究表明,运动员家庭子女中有50%是优秀运动员或运动场上的佼佼者。显然可见,家庭运动的遗传因素是何等重要。

二、双生子法

双生子法主要是将单卵双生子和双卵双生子作比较,确定遗传与环境对组成运动能力的各种特定性状的影响程度,从结果算出遗传度。学者们利用双生子法在组成运动能力的各种特定性状,如身体形态、生理机能水平、生化代谢特征、身体素质、智力、心理素质及其个性特征等方面的遗传学研究中取得可喜的进展。因此,双生子法,不但是普通人类遗传学的研究方法,也是运动遗传学的主要研究方法。

三、跟踪法

跟踪法是调查、测试研究某一儿童(有人从胚胎开始)在生长发育各阶段中,组成运动能力的各种遗传性状的发生时间、规律及其特征。这是一种纵向研究方法,它的科学性和可信度远较一般横向研究方法大的多;但它的研究周期长,任务也比较繁重。目前,人们常用这种方法研究与运动能力有关的人体形态特征和身体素质等方面的遗传与变异、外显度及其规律。

四、数理统计法

数理统计法是应用统计学方法通过对众多个体的测试研究,找出组成运动能力的各种遗传性状的表达数据,进行处理分析,以便于工作探讨其遗传规律和外显度。目前常用的统计学方法:概率及其分析、相关及其分析、百分位数法和离差法……。学者们常用数理统计法研究与运动能力有关的体型、智力、意识运动及个性特征等方面的遗传度。

五、实验法

实验法是应用现代生物医学的最新技术和方法,通过对组成人体运动的某些性状的实验检测 and 对比研究(家族对比和训练前后对比),以确定所研究性状的遗传度。以往学者们在研究人体生理机能状态、生化代谢特征、细胞和亚细胞结构与功能时,常用此法。如 Bergstrom、康西尔曼关于骨骼肌纤维的分类及其遗传研究;JI·杰达关于 ATP、CP 的含量与合成潜力的遗传研究;克李绍拉斯关于最大吸氧量、血乳酸最大浓度和最大脉搏频率的遗传研究……。当今,随着现代生物科学技术的应用,越来越多的利用现代分子生物学与基因工程技术从分子水平来研究运动能力各性状的遗传特性。

此外,还有遗传工程学和优生学方法等。上述各种研究方法之间是相互渗透的,不能截然分开的,实际上往往是综合应用的。由于现代科学技术和人类遗传学等生物医学科学的发展,运动遗传学的研究方法必然不断创新,不断提高,日臻完善。

第四节 运动遗传学的研究意义

随着现代科学技术和竞技体育运动的高度发展,体育科学正日新月异的向学科集群方向发展,这是相邻学科与体育科学相互渗透的必然结果。运动遗传学就是在这种形势下,运用人类遗传学原理和方法服务于现代运动训练与运动员科学选材的一门新兴学科。运动遗传学在体育科学中的地位与作用必将日益重要。

一、为增强国民体质提供理论指导

体质是人在遗传变异和后天获得性的基础上所表现出来的机能和形态上相对稳定的特征。体质包括体格、体能和适应能力几个方面,采取有效措施提高我国人口素质就成为体育科学的一个重要组成部分。要增强国民体质,尤其是青少年的体质,就必需深入研究构成体质的各种因素。人类的体质是先天因素和后天因素决定的。长期以来,在运动能力的研究中,人们对后天因素,即环境颇为重视;而对形成人类身体形态、生理机能、生化代谢特征和行为等方面的先天因素研究的甚少,这必然影响国民体质的改善。因此,研究运动遗传学,可以明确体质的影响因素,在为体质发展提供先天环境的条件下,结合体育锻炼的后天环境,势必成为增强国民体质重要途径之一。

二、为运动员科学选材提供理论依据

实践证明,只有那些具有天赋的运动员,才能攀上世界的顶峰。所谓运动员科学选材,是根据不同运动项目的特点和要求,用科学的、先进的手段和方法,通过客观指标的测试,全面综合评价和预测,把先天条件优越,适合从事某项运动的人从小选拔出来,进行系统培养,并且不断地监测其发展过程。这个过程的核心是预测。没有预测,就没有选材。当然,运动员选材的主要对象是正处于生长发育阶段的儿童青少年,它的科学基础是遗传与环境。环境是可改变的,是可控因素;而遗传则相对稳定,是难控或不可控因素,是可预测的。

因此,研究组成人体运动能力的天赋因素及其遗传学特征的测试与预测方法,可为运动员科学选材提供理论依据和方法。

三、为体育运动的科学化提供理论基础

为达到竞技体育运动的目的——夺取金牌或冠军,就得通过运动训练,不断地提高人体的运动能力和竞技体育运动水平。在运动员科学选材后,不言而喻,运动训练的科学化水平就成为关键,它的核心是训练计划与方法。而科学训练计划和训练方法的制定与实施的前提则是运动员个人条件。组成运动能力的各种性状是由遗传和环境因素共同决定的,运动能力性状的运动潜力和受运动训练的适应性如何,是确定运动训练方式和方法的关键。因此,分析研究那些与运动能力有关的各种特定性状的形成因素及其发展潜力可以设计个性化训练计划,来选择合理的运动强度和运动量,以取得更好的训练和体育锻炼效果。同时,通过研究与运动性疾病有关的遗传分析,从遗传学观点劝告个体避免参加对抗性运动,以防运动性疾病的发生。

思考题

1、名称解释:

遗传,变异,遗传学,运动遗传学

2、介绍运动遗传学的研究内容。

3、运动遗传学有哪些研究方法。

4、论述研究运动遗传学在体育运动中的意义。

第二章 人类性状遗传的细胞学基础

人体运动能力是在遗传和变异中不断发展的,而遗传与变异的物质基础是细胞。细胞是组成人体的形态和功能的基本单位,也是人体生长发育的单位,人类的遗传物质信息传递和各种的生命活动都是在细胞进行。本章介绍细胞的结构、功能,细胞内遗传物质的形态结构及其遗传物质在细胞分裂中的传递规律,为研究人类运动能力性状遗传特征与规律提供细胞学理论基础。

第一节 细胞的结构与功能

人体不同组织的细胞均为真核细胞(图 2-1)。虽然组成不同组织或器官的细胞大小、形状和功能彼此不同,但是,其基本结构是基本相似的(图 2-2)。细胞的基本结构都包括细胞膜、细胞质和细胞核三部分。三者形态上发生密切相关,在生理上互相协调,从而共同完成细胞的生命活动。

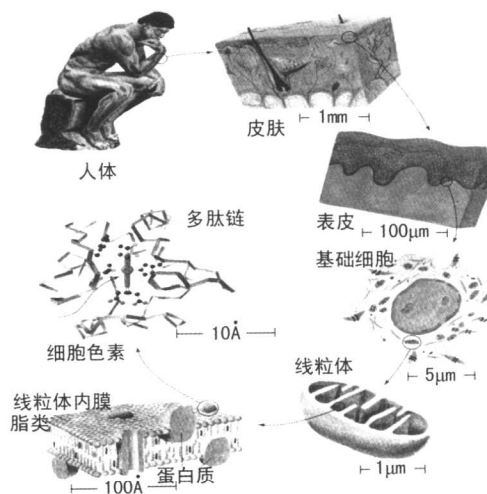


图 2-1 人体组织的细胞组成

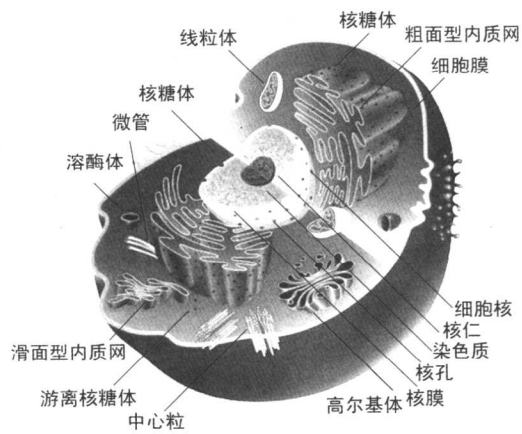


图 2-2 细胞结构模式图

一、细胞膜

细胞的外面包被的一层薄膜,借此使细胞与周围环境分开,成为具有一定形态的结构单位,这就是细胞膜(cell membrane)或称为质膜(plasmalemma)。细胞膜是一种边界,与细胞的渗透、识别、信息传递等特性有关。它的功能是保护、调节细胞内外物质的出入和细胞间的通讯和连接等作用,并可以维持细胞内部的相对稳定性。细胞膜主要由蛋白质和脂肪组成,还有少量的糖类和微量的金属离子等。

二、细胞质

细胞质是细胞膜内的原生质，其中含有的液体是细胞浆，呈胶体溶液，内有许多蛋白质、脂肪、氨基酸和电解质。它是细胞内维持各种主要生命活动的基础。各种细胞器均存在于细胞质中，每种细胞器对细胞的代谢活动都有其独特的功能。

细胞器是细胞质内除了核以外的一些具有形态、结构和生理功能的物体。主要包括线粒体、核糖体、内质网、高尔基复合体、溶酶体、中心体、微体、微丝和微管等。细胞器是细胞里有生命活动的组成部分，现已肯定线粒体、核糖体、内质网、高尔基复合体、溶酶体、中心粒具有主要的遗传功能。下面重点介绍它们的功能。

(一) 内质网

所有的真核细胞内均含有内质网 (endoplasmic reticulum, ER)。内质网是一种相互连通成网状，分布在细胞质中的膜性结构。内质网是个复杂的膜系统，它将细胞基质分隔成许许多多不同的小区域，使得细胞内的一些生化活动在特定的环境中进行。内质网不仅与细胞蛋白质合成、脂类代谢、糖类代谢、物质交换以及解毒作用等有密切关系，而且对细胞起着支架的作用。根据内质网表面有无颗粒状的核糖体附着，将内质网分为粗面内质网和滑面内质网两种类型。

(二) 线粒体

除成熟的红细胞外，人类各种细胞内均有线粒体的存在。线粒体 (mitochondrion) 是双层单位膜围成的膜性结构，在光镜下呈很小的球形或杆状，直径一般在 $0.5\sim 1.0\mu\text{m}$ ，长约 $2\sim 6\mu\text{m}$ 。其数目、形态、大小和分布常因细胞种类及不同生理状态而变化。它含有线粒体 DNA、RNA 和核糖体等，为半自主性细胞器，并且具有独立合成蛋白质的自我复制能力。线粒体是细胞内能量产生和供给的场所。

(三) 核糖体

核糖体 (ribosome) 是细胞中一种非膜性结构，它由蛋白质 (40%) 和 RNA (60%) 组成。组成核糖体的 RNA 称为核糖体核糖核酸 (rRNA)，由大小不等的两个亚基组成。核糖体可以游离在细胞质中，也可以附着在内质网上，核糖体是细胞内蛋白质合成的场所。

(四) 高尔基复合体

高尔基复合体 (Golgi complex, Gc) 是小囊泡、扁平囊和大囊泡组成的一种比较复杂的膜性结构。它在细胞的蛋白质加工和分泌过程中起着重要的作用。同时还参与溶酶体的形成。高尔基复合体是一个结构复杂和高度组织化的细胞器。

(五) 溶酶体

溶酶体 (lysosome) 是由一层单位膜包围而成的一个含有多种水解酶的膜性囊状结构。水解酶包括蛋白酶、核酸酶、糖苷酶、脂肪酶、磷酸酶、磷酸酯酶和硫酸酯酶等。溶酶体是细胞内消化的主要场所。

(六) 中心体

中心体 (centrosome) 位于细胞核附近，由一对相互垂直的筒状的中心粒