



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
全国高等学校教材

供基础、临床、口腔、护理、预防、中西医、药学、检验、法医、麻醉及影像等专业用

医学遗传学

第 4 版

主 编 梁素华 邓初夏（中国澳门）

副主编 霍正浩 陈元晓



人民卫生出版社

国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
全国高等学校教材

供基础、临床、口腔、护理、预防、中西医、药学、检验、法医、麻醉及影像等专业用

医学遗传学

第4版

主 编 梁素华 邓初夏(中国澳门)

副主编 霍正浩 陈元晓

编 委 (按篇章顺序排列)

邓初夏(澳门大学)

巴桑卓玛(西藏大学)

李 亚(成都医学院)

时 政(成都大学)

陈元晓(昆明医科大学)

阿周存(大理大学)

蔡晓明(川北医学院)

杨俊宝(川北医学院)

霍正浩(宁夏医科大学)

缪竞诚(苏州大学)

邢 艳(川北医学院)

沙 莎(西藏民族大学)

梁素华(川北医学院)

杨春蕾(四川大学)

许 勇(成都中医药大学)

刘 云(川北医学院)

范 彪(昆明医科大学)

李冬娜(海南医学院)

吴守伟(蚌埠医学院)

罗 兰(昆明医科大学)

魏文祥(苏州大学)

魏会平(河北北方学院)

李永芳(泰山医学院)

陈 林(第三军医大学)

秘 书 杨俊宝(兼)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

医学遗传学/梁素华,邓初夏主编. —4版. —北京:
人民卫生出版社,2015
ISBN 978-7-117-21381-3

I. ①医… II. ①梁…②邓… III. ①医学遗传学-
医学院校-教材 IV. ①R394

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 226675 号

人卫社官网 www.pmph.com 出版物查询,在线购书
人卫医学网 www.ipmph.com 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!

医学遗传学

第4版

主 编:梁素华 邓初夏(中国澳门)

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:北京人卫印刷厂

经 销:新华书店

开 本:850×1168 1/16 印张:15.5

字 数:469 千字

版 次:2006 年 12 月第 1 版 2015 年 11 月第 4 版

2015 年 11 月第 4 版第 1 次印刷(总第 12 次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-21381-3/R·21382

定 价:56.00 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)

主编简介

梁素华

川北医学院教授,硕士研究生导师,四川省教学名师。任中国遗传学会理事、中国遗传学会科普委员会委员、四川省医学会医学遗传学专业委员会副主任委员、四川省细胞生物学会常务理事,四川省遗传学会理事,自主设置目录外二级学科(医学遗传学)硕士点负责人,四川省医学重点建设学科(医学遗传学)负责人,四川省首批精品资源共享课程(医学生物学)负责人。

主要从事肿瘤遗传学和分子遗传学等相关领域的研究,先后承担国家级和省级自然科学研究课题 10 多项,在国内外期刊发表论文近 70 篇。编写出版教材 23 部,其中主编 15 部,副主编 5 部,“十二五”国家级规划教材 1 部,“十一五”国家级规划教材 6 部,卫生部“十一五”和“十二五”规划教材各 1 部,与美国国立健康研究院的邓初夏博士联合主编教材 2 部。

荣获全国教育改革优秀教师、四川省教学名师、四川省优秀教师等称号。获得全国教育改革优秀论文大赛一等奖、全国医学生物学教学科研三等奖、四川省教育厅科技进步奖、四川省第十届青少年科技创新大赛优秀指导教师(指导的学生获一等奖)等多项奖励。



主编简介



邓初夏

四川泸州人。1981年12月毕业于南充师范学院(现西华师范大学)生物系,1984年12月于中国科学院武汉水生生物研究所获硕士学位,1992年7月于美国犹他大学获生物学博士学位,同年到哈佛大学医学院遗传学系做博士后。1995年6月受聘于美国国立健康研究院(NIH)和糖尿病、消化病及肾病研究所(NIDDK),任终身研究员,遗传研究室主任。2006年以来,一直担任《国际生物科学杂志》创刊主编,目前该杂志影响因子为4.509。2012年被选为美国科学促进会会士。2014年被澳门大学聘为讲座教授并担任健康科学学院院长。曾兼任日本九州大学、武汉大学、中国军事医学科学院、川北医学院、四川医科大学、香港中文大学及北京大学的客座教授。

主要从事肿瘤发生机制和哺乳动物遗传发育的研究,在癌症与代谢疾病、癌症与老化、癌症干细胞以及BRCA1在乳腺癌发病机制研究方面做出了重大的贡献。发表论文及专著310多篇,文章被引用3万多次,H指数超过100。曾获NIH-亚太地区华人优秀成就奖、中国自然科学基金委海外杰出青年奖及NIDDK所长奖等多项奖励。

副主编简介

霍正浩

二级教授,博士生导师。现任宁夏医科大学教务处处长、生育力保持教育部重点实验室副主任。宁夏回族自治区重点学科“遗传学”及“医学细胞生物学”精品课程负责人、自治区级教学团队负责人,宁夏生物学会副理事长。享受宁夏回族自治区政府特殊津贴。2003年获宁夏“9·10”教育奖章,2008年被评为省级教学名师。主持国家自然科学基金3项、国家级教改项目1项、自治区教改项目3项;发表论文120余篇;获国家卫生部科技进步三等奖1项,宁夏回族自治区科技进步二等奖1项、三等奖3项;获国家级教学成果二等奖1项、宁夏教学成果一等奖2项。



陈元晓

昆明医科大学细胞生物学与医学遗传学系教授,硕士生导师。现任中国贝类学会理事、中华医学教育学会会员、中国遗传学会医学教育教学委员会西南分会副主任委员。

从事细胞生物学与医学遗传学教学和科研工作26年。曾主持及参与国家自然科学基金项目4项、云南省科技厅基金项目4项,在国内外学术期刊发表研究论文60余篇,其中SCI收录论文4篇。主编及副主编教材、专著8部,其中主编的普通高等教育“十二五”规划教材《医学细胞生物学》被评为云南省精品教材。曾获云南省科学技术进步三等奖。



前言

“卫生部‘十二五’规划教材”《医学遗传学》第3版于2013年1月出版以来,被国内许多高等院校作为各专业本科教材使用,部分学校还将其作为硕士研究生和博士研究生入学考试参考书,深受各院校师生的欢迎。

应广大编委要求,《医学遗传学》第3版教材讨论会于2014年8月在苏州大学召开,与会专家围绕第3版教材展开了热烈的讨论,同时确定了第4版教材的修订思路。大家一致认为,第3版教材的框架体系科学合理,逻辑性缜密,适用范围较广。故第4版在基本保留第3版框架的基础上,进一步突出了教材的“三基五性”,适当压缩了部分延伸内容,具体内容力求与时俱进,合理借鉴国内外现有同类教材的优点。为了进一步提高新版教材的质量,编委们对全书的文字和插图进行了认真的审读和修改,很多插图均由作者精心绘制。为了使全书英文小结的书写风格一致,新版教材各章的英文小结均由中国澳门大学健康科学学院院长邓初夏教授统一撰写。

参加第4版编写的单位有澳门大学、四川大学、苏州大学、西藏大学、第三军医大学、宁夏医科大学、昆明医科大学、成都中医药大学、西藏民族大学、大理大学、海南医学院、蚌埠医学院、河北北方学院、泰山医学院、成都医学院、成都大学及川北医学院等院校。此外,少数第3版编者因各种原因未能参加第4版编写,但他们的部分观点仍被第4版采纳,谨此致谢。该书编写得到了苏州大学和海南医学院的大力支持,部分彩图由昆明医科大学范彪老师和陈元晓教授协助绘制,在此表示衷心感谢!

虽然编者对该书修订力求做到精益求精,但由于水平有限,或许还有错误和不足之处。希望使用本书的老师和同学们提出宝贵意见。

梁素华

2015年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 医学遗传学的概念和研究领域	1
一、医学遗传学的概念	1
二、医学遗传学的研究领域	1
第二节 医学遗传学的发展简史	2
一、遗传学与遗传病的早期研究	2
二、单基因性状与单基因病的研究	3
三、染色体与染色体病的研究	3
四、遗传学与遗传病研究的扩展	4
五、人类基因组计划与基因组医学	5
六、动物模型与人类遗传病	5
七、诱导多能干细胞与人类遗传病	6
第三节 遗传病概述	6
一、遗传病的概念	6
二、遗传病的主要特点	6
三、遗传病的分类	7
第四节 医学遗传学在现代医学中的地位	7
第五节 医学遗传学和未来医学的发展方向	8
第二章 遗传的分子基础	10
第一节 基因概念的演变	10
第二节 基因的结构与功能	11
一、基因的结构	11
二、基因的功能	12
三、基因表达的调控	14
第三节 基因突变	16
一、基因突变的特性	16
二、基因突变的诱因	16
三、基因突变的分子机制	17
四、基因突变的生物学效应	18
五、基因损伤的修复	19

第三章 遗传的细胞基础	22
第一节 人类染色体	22
一、染色质与染色体	22
二、人类染色体的形态结构	24
三、人类的正常核型	24
四、性染色质	27
五、人类的性别决定机制	28
第二节 减数分裂	28
一、减数分裂过程	28
二、减数分裂的生物学意义	30
第三节 配子发生	30
一、精子发生	30
二、卵子发生	31
第四章 人类基因组学与医学	33
第一节 人类基因组的结构与功能	33
一、单拷贝序列	33
二、重复序列	33
三、多基因家族与假基因	34
第二节 人类基因组计划	34
一、人类基因组计划的研究回顾	34
二、人类基因组计划的主要研究内容	34
第三节 后基因组学	35
一、功能基因组学	35
二、蛋白质组学	37
三、代谢组学	37
四、糖组学	38
五、免疫组学	38
六、疾病基因组学	38
七、生物信息学	39
第四节 人类基因组学与医学的关系	39
一、疾病发病分子机制的阐明	39
二、疾病的基因诊断	39
三、疾病的基因治疗	39
四、药物的研发	39
第五章 单基因遗传病	41
第一节 单基因遗传病的遗传方式	41
一、常染色体显性遗传	41
二、常染色体隐性遗传	43
三、X连锁显性遗传	45
四、X连锁隐性遗传	46
五、Y连锁遗传	47

第二节 两种单基因性状的传递	47
一、两种单基因性状的独立传递	47
二、两种单基因性状的联合传递	48
第三节 影响单基因遗传效应的因素	48
一、遗传背景	48
二、不规则显性	48
三、延迟显性	49
四、基因多效性	49
五、遗传异质性	50
六、基因组印记	50
七、遗传早现	51
八、限性遗传	51
九、从性遗传	51
十、X 染色体失活	51
第六章 多基因遗传病	53
第一节 多基因遗传的特点	53
一、质量性状与数量性状	53
二、多基因假说	53
第二节 多基因遗传病的遗传	54
一、易患性和阈值	54
二、遗传率	55
三、多基因遗传病的遗传特点	57
四、多基因遗传病再发风险估计	58
第三节 几种常见多基因遗传病的研究现状	59
一、糖尿病	59
二、精神分裂症	60
三、哮喘	60
四、原发性高血压	60
第七章 线粒体遗传病	62
第一节 线粒体基因组	62
一、线粒体基因组的结构特征	62
二、线粒体基因组的遗传特征	63
第二节 线粒体基因组突变与疾病	66
一、线粒体基因组突变类型	66
二、常见的线粒体遗传病	68
三、线粒体基因突变与衰老	70
第三节 细胞核 DNA 异常引起的线粒体病	70
第八章 染色体病	72
第一节 染色体畸变	72
一、染色体畸变的诱因	72

二、染色体畸变的类型	73
第二节 染色体病	78
一、常染色体病	79
二、性染色体病	80
第九章 分子病与先天性代谢缺陷病	86
第一节 分子病	86
一、血红蛋白病	86
二、血浆蛋白病	91
三、受体蛋白病	92
四、膜转运载体蛋白病	93
五、胶原蛋白病	93
六、蛋白质构象病	94
第二节 先天性代谢缺陷病	95
一、氨基酸代谢病	95
二、糖类代谢病	97
三、嘌呤代谢病	98
四、脂类代谢病	99
第十章 群体遗传学	101
第一节 群体的遗传平衡	101
一、基因频率和基因型频率	101
二、遗传平衡定律及其应用	102
第二节 影响遗传平衡的因素	104
一、突变	104
二、选择	104
三、近亲婚配	106
四、迁移	109
五、随机遗传漂变	109
第三节 遗传负荷	110
一、突变负荷	110
二、分离负荷	110
三、遗传负荷的估计	110
第十一章 肿瘤遗传学	113
第一节 肿瘤与遗传的关系	113
一、肿瘤的家族聚集现象	113
二、遗传性肿瘤	114
三、肿瘤的遗传易感性	115
四、染色体异常与肿瘤	115
第二节 肿瘤发生的分子机制	118
一、基因突变与肿瘤	118
二、肿瘤发生的遗传学说	124

第十二章 免疫遗传学	127
第一节 红细胞抗原遗传	127
一、ABO 血型系统	128
二、Rh 血型系统	129
三、新生儿溶血症	130
第二节 白细胞抗原遗传	131
一、HLA 复合体的结构	131
二、HLA 的遗传特点	133
三、HLA 与疾病关联	134
四、HLA 与器官移植	135
第三节 抗体遗传	136
一、抗体分子的结构	136
二、抗体基因的结构	136
三、抗体的多样性	138
第十三章 药物遗传学	140
第一节 药物反应的遗传基础	140
一、药物不良反应的遗传基础	140
二、药物反应的遗传多态性	145
第二节 毒物反应的遗传基础	146
一、乙醇中毒	146
二、吸烟与癌症	147
三、吸烟与慢性阻塞性肺疾病	147
四、成人低乳糖酶症	147
第三节 药物基因组学及其应用	148
第十四章 发育遗传学	150
第一节 发育概述	150
一、发育的基本过程	150
二、发育遗传学概述	150
第二节 发育的调控机制	151
一、mRNA 差异表达	151
二、Hox 基因家族	151
三、性别决定基因	153
四、V(D)J 重组	155
第三节 发育缺陷	157
一、发育缺陷的遗传因素	157
二、发育缺陷的环境因素	157
三、发育缺陷的预防	158
第十五章 行为遗传学	159
第一节 行为遗传学概述	159
一、人类行为	159

二、行为遗传的特点	160
三、行为的遗传方式	160
第二节 人类行为遗传与疾病	161
一、人类行为的遗传	161
二、行为遗传与人类疾病	163
第十六章 表观遗传学	168
第一节 表观遗传学概述	168
第二节 表观遗传修饰机制	168
一、DNA 甲基化	168
二、非编码 RNA 调节	170
三、组蛋白修饰	171
第三节 表观遗传与医学	172
一、表观修饰异常与疾病	172
二、表观修饰异常与肿瘤	173
三、表观修饰异常与衰老	174
第十七章 辐射遗传学	176
第一节 辐射剂量和单位	176
一、照射量	176
二、吸收剂量	176
三、剂量当量	177
第二节 人类的辐射环境	177
一、天然辐射	177
二、人工辐射	177
第三节 辐射诱发的突变	178
一、辐射诱发的基因突变	178
二、辐射诱发的染色体畸变	179
第四节 辐射的生物学效应	181
一、辐射的躯体效应	181
二、辐射的遗传效应	182
三、辐射对人类的遗传危害	182
第十八章 遗传病的诊断	185
第一节 临症诊断	185
一、病史、症状和体征	185
二、系谱分析	185
三、生物化学检测	186
第二节 细胞遗传学检查	187
一、染色体检查	187
二、性染色质检查	187
三、染色体原位杂交	187
第三节 基因诊断	188

一、基因诊断的策略·····	188
二、常用的遗传病基因诊断技术·····	189
三、遗传病的基因诊断应用·····	191
第十九章 遗传病的治疗·····	194
第一节 手术治疗·····	194
一、手术矫正·····	194
二、组织器官移植·····	194
第二节 药物治疗·····	195
一、出生前治疗·····	195
二、症状前治疗·····	195
三、现症治疗·····	195
第三节 饮食治疗·····	197
一、出生前治疗·····	197
二、现症治疗·····	197
第四节 基因治疗·····	197
一、基因治疗的策略·····	197
二、基因治疗的途径·····	198
三、基因治疗的方法·····	199
四、基因治疗的临床应用·····	200
五、基因治疗存在的问题·····	201
第二十章 遗传病的预防·····	203
第一节 遗传咨询·····	203
一、遗传咨询的类型·····	203
二、遗传咨询的程序·····	203
三、遗传病再发风险估计·····	204
第二节 遗传筛查·····	209
一、新生儿筛查·····	209
二、携带者筛查·····	210
第三节 产前诊断·····	210
一、产前诊断的对象·····	211
二、产前诊断技术及其应用·····	211
第四节 出生缺陷的预防·····	212
一、出生缺陷的预防策略·····	212
二、出生缺陷的预防措施·····	213
第二十一章 人类疾病的遗传工程小鼠模型·····	214
第一节 遗传工程小鼠模型概述·····	214
第二节 遗传工程小鼠模型的建立·····	215
一、转基因小鼠模型的建立·····	215
二、常规基因敲除技术·····	216
三、条件性基因敲除技术·····	217

四、基因敲入技术	217
五、RNA 干扰技术	218
六、iPS 技术	218
七、其他基因组编辑技术	218
八、大规模小鼠基因随机突变技术	218
九、遗传工程小鼠模型的应用及发展趋势	219
第三节 人类疾病遗传工程小鼠模型的应用举例	219
一、FGFRs 与人类骨骼系统遗传病	220
二、BRCA1 与家族性乳腺肿瘤	221
三、基因打靶技术在遗传病治疗中的应用	222
附表 正态分布 X 和 α 值表	224
主要参考文献	227
中英文名词对照索引	228

第一章 绪 论

第一节 医学遗传学的概念和研究领域

一、医学遗传学的概念

医学遗传学(medical genetics)是应用遗传学的理论与方法,研究遗传因素在人类疾病的发生、流行、诊断、治疗、预防和遗传咨询等中的作用机制及其规律的学科,是遗传学与医学相结合的产物。医学遗传学从个体、细胞及分子水平揭示遗传病的发病机制,探索遗传病的诊断和治疗方法;从家族和群体水平研究遗传病的预防策略,其任务在于阐明各种遗传病的遗传规律和发病机制,并通过研究人类疾病的发生发展过程与遗传和环境因素的关系,为临床遗传病的有效诊断、治疗和预防提供科学依据,从而维护人类健康,提高人口素质。

对遗传病的研究不仅涉及遗传学的许多分支学科,而且也涉及生物化学、分子生物学、细胞生物学、生理学、胚胎学、免疫学、病理学及药理学等学科。众多相关学科的基础理论和新技术方法与医学遗传学相互渗透交织,有力地推动了医学遗传学的发展。其中有些学科与医学遗传学广泛交叉重叠,彼此难以区分,但由于侧重点不同而又各具特色。例如,人类遗传学(human genetics)与医学遗传学的研究对象都是人,但人类遗传学主要研究人类正常性状的遗传变异规律;而医学遗传学主要从医学的角度研究人类疾病与遗传的关系。又如,医学遗传学与临床遗传学(clinical genetics)或遗传医学都以人类遗传病作为研究对象,但医学遗传学侧重于从遗传学的角度揭示各种遗传病的遗传规律、发病机制、诊断和防治措施;而临床遗传学则是应用遗传学的理论与方法,从临床医学的角度为遗传病患者提供临床服务,包括遗传咨询、遗传筛查、随访、诊断、治疗及预防等。

二、医学遗传学的研究领域

生命科学领域中一些新技术和新方法的建立大大地促进了医学遗传学的发展,逐渐形成了一系列的分支学科。从不同的侧面和层次对人类遗传病以及相关问题进行研究,由此构成了医学遗传学的完整体系。主要分支学科如下:

细胞遗传学:细胞遗传学(cytogenetics)主要研究细胞中染色体的起源、组成、变化、行为和传递等机制及其生物学效应。研究人类染色体的结构、染色体畸变与疾病发生的关系。

生化遗传学:生化遗传学(biochemical genetics)主要研究基因或基因组在细胞或机体代谢过程中的作用及其规律。从分子水平上研究遗传病患者的蛋白质、酶以及核酸的改变,由此提出了分子病和遗传性代谢缺陷病的概念。

分子遗传学:分子遗传学(molecular genetics)主要研究遗传病患者的基因结构、基因表达及调控等方面的改变,为遗传病的基因诊断和基因治疗提供新的策略。

药物遗传学:药物遗传学(pharmacogenetics)主要研究遗传因素对物种内不同个体的药物吸收、分布、代谢影响、药物效应的控制机制及其发生异常药物反应的分子基础。

免疫遗传学:免疫遗传学(immunogenetics)主要研究遗传因素与生物有机体免疫系统之间的关系,研究抗原、抗体、补体以及免疫反应的遗传基础和调控机制,为阐明免疫缺陷病的发生机制,控制免疫过程提供依据。

肿瘤遗传学:肿瘤遗传学(cancer genetics)主要研究遗传因素在恶性肿瘤的发生、发展、易感、防治及预后中的作用。通过研究肿瘤发生发展的遗传基础,阐明癌基因与抑癌基因、肿瘤转移基因与肿瘤转移抑制基因、肿瘤发生及染色体改变的机制,为临床肿瘤的诊断、治疗及预防提供科学依据。

发育遗传学:发育遗传学(developmental genetics)主要研究生物体发育过程中基因表达的时序及作用机制,阐明发育异常的分子基础。

行为遗传学:行为遗传学(behavioral genetics)主要研究遗传因素在行为的形成和发展中的作用,阐明人类异常行为或疾病的遗传基础,为防治行为遗传病提供科学依据。

表观遗传学:表观遗传学(epigenetics)主要研究生物体或细胞表观遗传变异,即在不改变基因组DNA序列的情况下,通过对DNA和组蛋白的修饰作用,调节基因的功能,使基因的表达及功能诱导发生可遗传的改变。

辐射遗传学:辐射遗传学(radiation genetics)主要研究电离辐射(如X线、 γ 射线、 α 、 β 、质子等)和非电离辐射(如紫外线)的遗传效应及其发生机制。通过研究并评价电离辐射所引起的遗传效应,建立有效措施以保护人类免受辐射的损害。

群体遗传学:群体遗传学(population genetics)主要研究群体的遗传结构及其变化规律。它主要是应用数学和统计学的方法来研究群体中基因频率和基因型频率的变化以及两者间的关系,研究突变、选择、近亲婚配、迁移及遗传漂变等对群体遗传结构的影响,研究人类致病基因在群体中的分布和变化规律。

毒理遗传学:毒理遗传学(toxicological genetics)主要研究环境因素(诱变剂、致畸剂、致癌剂)对生殖细胞或体细胞中遗传物质的损伤机制及其毒理效应,建立检测这些环境因素的方法和评价手段。

体细胞遗传学:体细胞遗传学(somatic cell genetics)主要采用体外细胞培养技术建立细胞系(cell line),研究基因突变与细胞分化、肿瘤发生的关系。

遗传流行病学:遗传流行病学(genetic epidemiology)主要研究基因及其变异和环境因素相互作用与疾病发生、流行和控制之间的关系。

临床遗传学:临床遗传学(clinical genetics)主要从临床出发研究遗传因素与疾病的病变过程及其诊治关系,是医学遗传学的临床应用。

第二节 医学遗传学的发展简史

一、遗传学与遗传病的早期研究

人类对遗传病的认识可以追溯到古希腊的 Hippocrates 时代,那时人类就已经注意到某些疾病可在家族中传递。1500年前,犹太法典(Talmud)有对“易出血”家族的幼儿免除割礼的规定。500年前,Talmud 提到血友病的遗传。18世纪中期,Maupertuis 对多指和白化病作了家系调查。1859年,Boedeker 报道了黑尿病,这是最早报道的先天性代谢病。1865年,Galton 发表了人类遗传研究的调查统计材料,提出用双生子法分析人类的遗传性状,认为一卵双生子具有相同的遗传结构,但在不同环境中生长可有不同的表型。Galton 把回归系数引入遗传学的研究,借以估计亲属间的相似程度,为人类遗传学的研究奠定了基础。