

比较医学丛书



比较行为学基础

张连峰 秦 川 主编



中国协和医科大学出版社

比较医学丛书

比较行为学基础

张连峰 秦 川 主 编

主 编 张连峰 秦 川
副主编 梁 虹 张建军
编 者 李 秦 刘 颖 袁树民 周文君

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

比较行为学基础 / 张连峰, 秦川主编. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2010. 9
(比较医学丛书)

ISBN 978 - 7 - 81136 - 390 - 6

I. ①比… II. ①张…②秦… III. ①行为科学 - 研究 IV. ①C

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 121957 号

比较医学丛书
比较行为学基础

主 编: 张连峰 秦 川
责任编辑: 田 奇

出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开
印 张: 13.5
字 数: 280千字
版 次: 2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月第一次印刷
印 数: 1—2 000
定 价: 80.00 元

ISBN 978 - 7 - 81136 - 390 - 6/R · 390

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

人类的健康与疾病是遗传与环境相互作用的结果，人类个体不同的行为模式可能影响自身的健康，而疾病状态的个体也可能表现出行为异常。行为是神经系统综合活动的复杂表现，研究人类行为的分子机制，进而了解人类行为异常的疾病机制是日益关注身心健康和幸福指数的现代社会的热点之一。

人类和动物行为与其所处的生存环境、种群之间的生存竞争、种群内部的生存竞争以及在进化树的地位等多种因素有关。如何利用动物模型进行人类行为的研究？动物模型在什么程度上可以反映人类的行为或行为异常？哪些观察指标可以反映动物模型行为的正确含义？这些都是在行为研究中经常遇到的问题。比较行为学是比较医学的一个分支，主要内容包括：研究能够在一定程度上反映人类生理行为和病理行为的动物模型；研究动物模型的行为内涵，建立可以评价的行为研究方法以及与人类行为内涵的比较，并为人类病理生理行为研究提供基础。

本书主要内容包括比较行为学研究的医学意义，行为的遗传学倾向，行为的生理基础，动物行为特点和动物行为研究的一般方法，自发和社会行为研究方法，认知行为研究方法，代谢和摄食行为研究方法，阿尔茨海默病动物模型和研究方法，帕金森病动物模型和行为研究方法。

本书的编写和出版得到了卫生部人类疾病比较医学重点实验室比较医学丛书出版基金和《重大新药创制》国家重大科技专项的药物评价动物模型研究与制备关键技术项目的支持。在编写过程中也得到多个同行专家的宝贵意见，感谢 TSE 公司和 Filali M. 博士提供了多幅珍贵图片资料。在此对支持过实验动物事业和正在支持实验动物事业的人们表示衷心的感谢。

张连峰 秦川

中国医学科学院实验动物研究所
卫生部人类疾病比较医学重点实验室
人类疾病模型中心

目 录

第一章 行为遗传学和比较行为学的医学意义·····	(1)
第二章 行为的遗传学基础·····	(5)
第一节 行为遗传学·····	(5)
第二节 行为与表观遗传学·····	(17)
第三章 啮齿动物的行为生理学·····	(25)
第一节 啮齿动物的外界信号感知系统·····	(25)
第二节 行为的神经内分泌调节·····	(28)
第四章 动物行为特征及研究方法·····	(34)
第一节 动物行为特点·····	(35)
第二节 动物行为研究方法与实验设计·····	(39)
第五章 啮齿动物的自发与社会行为研究·····	(53)
第一节 啮齿动物的感觉与自主行为·····	(53)
第二节 啮齿动物的社会行为及其研究方法·····	(64)
第六章 认知行为研究方法·····	(73)
第一节 感观功能·····	(74)
第二节 学习和记忆·····	(87)
第七章 摄食行为模型与研究方法·····	(114)
第一节 摄食行为与疾病·····	(114)
第二节 摄食行为动物模型·····	(118)
第三节 摄食行为研究方法·····	(122)
第八章 运动行为研究方法·····	(126)
第一节 自主活动检测·····	(127)
第二节 协调运动分析·····	(129)

第九章 跑台与动物模型运动研究	(136)
第一节 动物跑台使用和参数的设定	(136)
第二节 跑台在动物实验中的应用	(138)
第十章 阿尔茨海默病动物模型及行为分析	(145)
第一节 阿尔茨海默病动物模型	(145)
第二节 阿尔茨海默病动物模型的行为分析	(149)
第十一章 精神疾病动物模型及相关行为学研究	(166)
第一节 人类精神疾病及相关动物模型	(166)
第二节 常用的人类精神疾病动物模型和研究方法	(172)
第十二章 帕金森病动物模型和行为研究方法	(189)
第一节 帕金森病动物模型	(190)
第二节 帕金森病动物模型行为研究方法	(198)

第一章 行为遗传学和比较行为学的医学意义

人类和动物的行为与生存环境、种群间相互作用、种群内生存竞争以及进化地位等多种因素有关。如冬眠行为和夏眠行为是动物应对食物短缺或不利条件的一种生存策略。人类和小鼠行为的不同与中枢神经系统的进化程度有关，但是，人类行为和动物行为均具有如下特征：



图 1-1 基因是行为倾向的基础

1. 遗传性 几乎所有的动物具有与生俱来的、可以遗传的本能行为（图 1-1），如呼吸、疼痛、吸吮、惊恐、摄食、母性等（图 1-2）。
2. 获得性 动物的多种行为是在个体发育过程中通过各种学习活动而获得的。
3. 适应性 人或动物为适应生存环境，不断地调整个体的思维、生理功能和



图 1-2 恒河猴的母性行为与社会行为

行为。

4. 社会性 社会性是动物界比较普遍的现象，小到蚂蚁，大到大象等在群体内部都有不同水平的社会分工和社会组织（图 1-3）。



图 1-3 动物的社会行为

5. 能动性 能动性是人类行为的特点, 由于人类具有高度发达的大脑, 可以通过学习、总结、逻辑推理等对未来的挑战作出合乎逻辑的预判, 从而采取主动的行为改变, 或利用人类的力量改变自然环境, 也是人类所具备的优于其他动物而在应对自然环境时的优势。

达尔文 (Charles Darwon) 早在 1871 年就提出, 人类智力的传代体现于我们饲养的狗、马及其他家畜中, 智力、勇气、脾气等行为都能遗传。这是达尔文对动物和人类长期观察结果的总结, 使人们意识到遗传的无形而又无处不在的作用。

目前几乎所有的人都意识到基因能左右健康、智力、自私与慷慨等行为, 但是要了解和健康、智力、自私与慷慨等表型分子生物学基础, 仅利用人类自身的行为分析是远远不够的, 还需要基因功能研究的动物模型 (animal model) 来接近这一问题的答案。基因工程技术的产生和广泛应用使基因工程小鼠成为研究基因功能的最常用模式动物, 也包括基因与行为研究的动物模型。

日本跳舞小鼠和华尔兹小鼠是众所周知的小鼠跳舞运动失调的模型。运动行为缺陷小鼠模型通常用人类疾病特征来命名, 包括共济失调毛细管扩张症, 脊髓小脑共济失调的 1-型与 7-型及发作性共济失调 1-型, 在很多小鼠的小脑功能障碍模型中, 其运动和平衡的能力被严重损伤。小鼠小脑的浦肯野细胞中的基因发生突变, 如钙结合蛋白, 神经识别分子 NB-3 及谷氨酸受体 GluRδ 的 *Grid2* 基因等可作为运动协调行为缺陷模型。在很多自发突变的小鼠中有一些行为异常的现象, 如多动症小鼠, 癫痫小鼠等。在动物基因组中, 存在很多基因控制着的生物体运动行为。这些基因中, 任何一个发生突变都可能导致一个异常的运动行为表型。

人类行为的基因控制和小鼠或其他动物模型的行为基因控制有相似性, 也与异质性。如大多啮齿类动物焦虑的形式和人类的突发焦虑症类似 (人类抑郁症相关的啮齿类动物行为表现是压力诱导的逃避减弱, 称之为行为绝望)。又如, 人类抑郁综合征包括惊恐障碍、创伤后应激障碍、恐惧症、强迫症、神经性厌食、贪食已经在小鼠身上成功模拟, 然而, 与抑郁相关的神经化学异常, 如血清素、去甲肾上腺素及其代谢物水平偏低, 下丘脑-垂体-肾上腺轴中神经递质及激素异常, 免疫系统功能等人类的典型症状, 不能完全在小鼠身上再现。

模拟精神分裂症啮齿类动物模型可以表现运动活性增加、精神兴奋、紧张性刺激及对安定药多巴胺拮抗剂的应答、惊跳反射弱刺激抑制。但是像幻听和幻觉诸如此类的症状很难找到一种动物来模拟感官信息加工缺陷。而阴性症状, 认知损害, 神经化学异常, 感觉运动门控障碍和注意缺陷多动障碍在小鼠身上则显得更加容易模拟。

研究人员不可能真正了解一只小鼠是否感到害怕、焦虑或者是沮丧, 主要的精

神类疾病涉及的神经回路可能是人类独有的。例如，精神分裂症主要发生于前额叶皮层，该区在人脑高度扩展。因此，人类精神疾病的异常行为可能在啮齿类动物身上不能以认知模式发生。不能将小鼠人格化！情感是自体的、内在的、高度种属特异的。了解动物模型建立的准则和局限性是正确、合理地解释小鼠行为学测试结果的基础。设计一种好的动物模型首先要知道人类精神类疾病的整套诊断标准及某种疾病特有的症状。

比较医学（Comparative Medicine）是以模式动物或疾病动物模型研究生命基本规律和疾病发生机制，并同人类生命的基本规律和疾病的发生机制进行比较，为了了解人类本身和人类相应疾病的发生、发展规律及其预防、诊断、治疗提供依据的一门综合科学。研究内容包括两个方面，一是模拟人体正常与疾病生命现象的模式动物或疾病动物模型的研制，二是利用这类动物对生命规律和疾病发生机制的类比研究。它是实验动物学和西医、中医、兽医交叉的科学，同时也是实验动物科学的一个分支学科。

比较行为研究是包括两部分内容，一是建立可以在一定程度上反映人类生理行为和病理行为的动物模型，二是研究动物模型的行为内涵，建立可以评价的行为研究方法与人行为内涵的比较，并为人类行为研究提供基础。

比较行为研究是人类行为研究与动物模型行为研究的结合点，他的意义在于：

- (1) 通过基因表达或关闭研究基因对行为的影响。
- (2) 通过药物、手术、物理刺激等研究行为的生理机制。
- (3) 为医药研究提供动物模型和研究方法。

分子生物学的最新成就是对 DNA 化学结构、三级结构、复制、传递方式的了解以及整个基因组序列的测序。我们不得不承认，虽然我们完成了人类基因组计划，但是人类基因组和基因生物学功能之外，还有一个巨大的障碍等待科学家去翻越，在了解生命奥妙的意义上，人类还艰难地跋涉在由脱氧核糖核酸构成的广袤的沙漠之中。

（张连峰）

第二章 行为的遗传学基础

第一节 行为遗传学

一、行为遗传学回归

弗朗西斯·高尔顿 (Francis Galton) 是行为遗传学研究的第一人。受堂兄查尔斯·达尔文 (Charles Darwin) 著作《物种起源》的启发, 弗朗西斯高尔顿对不同动物种群进行了调查, 他采用自己开发的新的人口量化特征统计分析方法追踪特殊行为特征的遗传性, 并发表了第一份研究报告, 高尔顿站在了研究遗传和行为关系的长路的起点上。

随着 20 世纪初期孟德尔遗传学的出现以及它在动物上的应用, 早期的一些研究试图追溯行为特征的遗传性, 事实上, 大多数情况下, 研究者把行为表型作为检验孟德尔遗传定律的手段。

冷泉港的 Charles B. Davenport 开创了人类的单基因变异体的研究工作。Davenport 假设人类行为是由遗传的“单位性状”所决定 (如亨廷顿症), 这在当时来看是正确的, 但是, 用现代的生物观点看, 是不全面的。

1901 年, 哈佛大学的 William E. Castle 在实验室首次进行对果蝇的研究, 检测果蝇进行同系繁殖和选择的耐受程度, 并探测它的一些简单行为应答。1905 年, Castle 的学生 F. W. Carpenter 对发现果蝇具有积极的趋光性, 消极的趋地性, 机械刺激可以诱导其移动。1906 年, Castle 和他的学生出版了他们对果蝇的主要研究工作, 其中阐述道果蝇可以在相当大的程度上耐受同系繁殖, 通过选择可以改善生育率, 果蝇喜欢戊醇或乙醇和乙酸或乳酸的气味, 它们主要依靠嗅觉寻找食物。在首次对遗传变异体的求爱期的研究中, A. H. Sturtevant 利用突变果蝇的研究发现雄性果蝇

用翅膀吸引雌性；视觉在果蝇的求爱中是不必要因素。

20 世纪 20 年代见证了遗传学走向一个成熟的科学学科的过程，也是优生学最繁荣的时期。当时，社会科学中的人类学、社会学和行为学还处于发展的初级阶段，根本没有文化或环境影响的概念以反对长期存在的遗传学假设，当时大多数实验遗传学家认为将人类的所有行为全部归功于简单的孟德尔因素的结论是不合理的。在摩尔根的果蝇实验中，他们研究的许多基因已经开始呈现复杂性和多效性。

20 世纪之交，孟德尔遗传学这门新科学被迅速用于行为特征的遗传研究，与此相同，几十年后定量遗传学的出现也产生了一门新的学科和一种具有复杂遗传模式的行为特征分析模式。Jerry Hirsch 是将定量遗传分析法用于行为研究的先驱者。Hirsch 概括了“基因构造”的研究方法，认为不论是自然种群还是人工选择的品系，行为表型几乎是复杂的、多基因的需要定量地描述它的行为。至此，从遗传和行为的研究中得出的唯一的结论就是：基因型可以影响表型。

在克隆小鼠自发引起的运动失调或步态异常的突变体中，华尔兹小鼠是第一个被发现的具有遗传的孟德尔遗传模式的小鼠。在接下来的几十年里，散在地发现了新的运动失调或盲眼突变体，但是直到 20 世纪 60 年代才对它们进行了正式地研究，小鼠的神经突变体显示有解剖上的缺陷，这些缺陷通常源于发育或生理的异常。

二、小鼠和人类基因组的比较

地球上形形色色的生命都是由基因组（genome）携带的生命信息决定的。多数的基因组由 DNA 组成，只发现少数病毒的基因组是由 RNA 组成的。人类基因组计划旨在阐明人类基因组 30 亿个碱基对的序列，发现所有人类基因并确定其在染色体上的位置，破译人类全部遗传信息。开始于 1991 年的人类基因组计划经过 13 年世界范围内的科学家的共同努力，于 2003 完成的人类基因组序列图。在揭示人类生命奥秘、认识自我的漫漫长路上又迈出了重要的一步。人类基因组计划研究发现：①人类基因数目同其他哺乳类的差异很小，约为 3 万个；②生命复制过程是三联体密码构成的数字化传递过程，是准确的而不是相似的复制；③非编码 DNA 序列和生物的复杂程度有关，原核生物 25%，低等真核生物 25%~50%，脊椎动物 50%，人类 98.5%。

人类和小鼠在进化道路上的分化发生在大约 7500 万年前，如此长时间的进化历程使得人类和小鼠的基因组产生了明显差异。在每两个核苷酸中几乎就有一个发生了替换，同时还有删除和插入的参与。

小鼠的基因组大小约为 25 亿 bp，大鼠 27.5 亿 bp，人类基因组约为 30 亿 bp，人类的近亲黑猩猩的基因组有 31 亿 bp。基因组的大小并不能直接说明物种的进化

程度，通过基因组的比对，小鼠和人相比在重复序列上要少。而重复序列在基因组中存在的意义是值得关注的，并且是进一步了解基因组功能的基础。

在基因水平，人类和小鼠各约有 3 万余个蛋白编码基因，其中 90% 以上的基因相互对应。不同物种之间有一些基因是无法在对方基因组中找到同源物基因。在小鼠基因组测序完成之初，人们就发现了这样一些基因。在我们实验室的研究过程中，称这类基因为种属特异的基因。在 NCBI 的 Homologene 数据库中，人类基因组中大约有 2700 多项记录在小鼠的同源库中找不到，而也有同样数量的小鼠基因在人类的基因组中不能寻找到相似基因。而这种种属特异基因的比较在人类与黑猩猩的比较中大约只有 300 多个，大鼠和小鼠的比较也少得多，以上的比较可以说明不同物种在基因水平上的差异一方面是在相似基因的序列本身上，再有就是每个物种在进化的长河中都沉淀了自己种属特有的基因（表 2-1）。

表 2-1 几种物种同源基因的比较

物种的比较	同源基因数	差异基因数
小鼠基因组和人基因组比较	16587	2822
人基因组和小鼠基因组比较	16587	2770
大鼠基因组和小鼠基因组比较	16797	1071
小鼠基因组和大鼠基因组比较	16797	2612
猿基因组和人基因组比较	15853	1085
人基因组和猿基因组比较	15853	3504

小鼠没有一条染色体可以和人类相匹配的染色体。但是有一些区段基因在染色体的排列顺序还是相一致的，如小鼠的 X 染色体和人的 X、Y 染色体及 19 号染色体，基因在染色体的排列上有一定的相似性。

小鼠的基因数目和人类相似，这些蛋白质编码基因在整个基因组中的比例约为 1%，还有更大比例的基因组序列即以往认为的“垃圾序列”，实际上这些序列本身却有着更多的信息存在。这些序列现在可以统一称为非编码序列。其中有一部分，它们也是从基因组转录出 RNA，但是这些 RNA 并不编码蛋白序列，它们的功能不是通过蛋白质来实现的，这样一类就称为非编码 RNA，或是非编码基因。属于其中的有一些是 tRNA，或是核糖体 RNA，它们存在的意义似乎不是直接和蛋白编码对应，而是在基因的表达控制方面。它们或是参与基因组的印迹，或是调控基因组网络。

许多小鼠特异的基因存在着假基因化的不活动状态,如小鼠的 OR 基因家族。小鼠的 OR 蛋白表达在嗅上皮上,是 G 蛋白偶联的受体。可以将嗅觉信号传递给大脑的嗅球。大约有 20% 的 OR 基因假基因化。这在人类中的比例更高,大约有 60% 到 70%,这也是人类嗅觉比较差的原因。

在物种的长期进化过程中生命是如何改变来适应环境,或是通过改变来实现物种的多样性进而在整个生态系统中各占其位来实现其存在?这一切变化必须固定于遗传物质中。每个蛋白编码基因在人和小鼠的基因组中近乎都有存在,虽然这些基因有着或多或少的差异,但是这些基因内部的差异可能并不能完全解释两个物种表型上的巨大不同和各种行为差异的遗传基础。

三、行为的遗传性

(一) 种属性行为差异

在和人类的基因组进行比较之后我们发现一些小鼠特异存在的基因,同样在人类的基因组中也存在着一些特异基因,即使和人类的近亲黑猩猩相比,在基因组上我们也存在着许多差异基因。而小鼠和大鼠的亲缘关系虽近,他们的基因也不尽相同。这些种属特异基因的存在,一方面有可能是因为不同物种分别单独进化,虽然最后都具有了完成一定生命功能的元件蛋白,但是这些蛋白差异较大,没有同源性。还有在自然界的自然选择过程中每个现存物种都有自己的生态位,因此在生活习性等方面就会存在差异,这些差异的种属特异基因就是揭示不同物种生性差异的遗传因素之一。例如,很多人类的传染病,我们很难在小鼠身上复制,就是因为人类和小鼠之间存在着差异,从生活的习性和行为,到传播的途径,到病毒受体,再到免疫系统,各有一套。所以人类的 HIV 感染和 HBV 感染不能在小鼠感染发病。

研究这些基因可以较好的揭示不同物种的进化历程,也可以指导我们有目的的改造实验动物,复制较好的人类疾病模型,帮助我们理解疾病的发生发展以及治疗等。

小鼠特异基因簇是在啮齿类基因库中新近进化出现的一类基因,据 KA/KS 比率,这些基因处在相对松弛的选择压力下,因此和周围序列相比会发生相对快的序列进化。这一基因簇中有以下几类值得关注。嗅觉味觉相关的基因;繁殖相关的基因;免疫和防御相关的基因和转录调节相关基因。

嗅觉关系到动物的生理和行为。嗅觉受体基因 (OR) 快速重复和失活是在小鼠基因组中值得关注的事件。小鼠基因组中有 46 个 OR 基因簇,它们的快速进化产生是和啮齿类的繁殖相关的。如 V1r 亚类,它就和动物的激素诱导的社会和生

殖行为相关。据报道,小鼠有 25 类非 OR 基因簇,在人类的基因组中找不到同源物。其中 14 类和生殖相关,他们影响到激素代谢、性行为 and 胎盘形成。其中有一类 MHC1b 基因,在人和小鼠中分别进化,MHC 相关的信息素影响着配偶选择、发情周期、发情抑制、雄性诱导的妊娠终止和青春期的发生速度。MHC1b 基因有可能是一个联系 MHC 与气味和生殖行为的关键分子。另外一个例子是男性激素结合蛋白 α 类似物 (androgen binding protein alpha homologues)。ABP α 是一个唾液激素,影响到小鼠的择偶行为。它的存在将避免亚种之间的交配。有两种相对的机制调控着遗传的异质性和稳定性。一方面 MHC 的性别选择维持着遗传的差异性,特别是在一些孤立的种群之中。另一方面 ABP α 可以维持遗传的稳定性以适应某一特定的生态位。

在所有器官中胎盘被认为是异质性最大的一个。在小鼠的 13 号染色体中有一群泌乳素相关基因,而人类只有一个单一的对应物。而小鼠的这群基因影响着胎盘血管的生发,血供稳定性和免疫系统,母性行为等。行为表型是复杂的生理活动的表现,参与这些生理活动的基因是多方面的。行为倾向是多基因参与的结果。同样的,在机体内一个基因也可以影响多个生理过程和该生理过程导致的行为表型。

(二) 行为的遗传倾向性

社会互动影响人类和动物的生活的多个方面,包括向异性的献媚、拉拢,对后代的哺育、培养,对工作场合的成就感等。现代医学研究已经证实,复杂的社会行为具有分子调节网络,并且社会行为调节的分子机制在很多物种中是相似的。催产素 (oxytocin)、加压素 (vasopressin) 以及他们的受体是目前社会行为研究的热点。在哺乳动物,催产素在生殖方面的作用已经研究了一个世纪,直到 20 世纪 70 年代,科学家发现催产素在行为方面具有重要的作用。如果在大鼠的大脑给予催产素,可以使对崽鼠有攻击行为的处女鼠产生经产雌鼠的母性行为,而分娩可以刺激催产素的分泌。

有些人认为社会尴尬源于焦虑基因,司机违章是因为“勇士”基因。那么以自杀闻名的海明威家族的忧伤、消沉是因为一个坏的多巴胺受体基因吗?在田鼠一夫一妻制中起关键作用的加压素基因的变异能够解释不轨行为吗?

基因对我们的行为有强烈的影响是毫无疑问的。但是科学家发现,把某个基因与一些独特的个性行为联系在一起极其困难的。通过几十年的对双胞胎及家族研究表明,约一半的行为特点变化源于遗传。迄今为止我们知道的是,行为相关的基因不是独立的,是许多基因间相互协调的结果。任何一种单一的基因都可能在几种看似不同的行为中发挥作用。每种基因都具有多种情况,存在序列上有不同程度差异

的等位基因。一个等位基因可能有助于获得个性，而另一个可能提高精神疾病的风险。环境对基因也有影响，能中和甚至彻底消除某些基因的作用。另外基因之间的相互作用也是难以预测的。

1. 多情是基因控制的吗 一种关于婚姻成功基因的筛选是提供检测你或你配偶的后叶加压素受体基因，该基因一再以“无情基因”“离婚基因”而被广泛关注。后叶加压素是一种与交配和繁衍密切相关的激素。草原田鼠对它们的配偶专一，草甸田鼠和山地田鼠则不专一。草原田鼠的后叶加压素基因调控区有特殊的碱基序列，它能影响后叶加压素在大脑中的释放位置以及释放量。在田鼠中，注射加压素可以影响夫妻行为，包括对伴侣的关怀，雄性的护卫行为、后叶加压素使田鼠对伴侣独占欲更强，对雌性只选择一个雄性的行为趋势等。在人类精氨酸加压素（arginine vasopressin, AVP）的受体（arginine vasopressin receptor, AVPR）家族包括 AVPR1A、AVPR1B、AVP2R 和 OXT 等。通过 G 蛋白偶联激活 $PI3K/Ca^{2+}$ 第二信使系统，介导细胞收缩、生长、血小板凝集等，该基因和人的自私性相关。

人类后叶加压素受体基因的变异会使其行为活动变得更加复杂（图 2-1）。对双胞胎的研究发现，后叶加压素受体基因的多态性与夫妻关系的好坏有关。行为自私的人有相同的后叶加压素受体基因变异。一些科学家怀疑这种小的基因突变可能与自闭症有关。



图 2-1 多情和基因有关

2. 存在脸皮厚基因吗 有些人的喜怒哀乐都表现在脸上，而另一些人正相反，就像《厚黑学》中的高官。这种不同的根源可能与一种控制羟色胺的基因有关，它是一种与情绪的起伏有关的脑传导信号。该基因被称为羟色胺转运体（SERT）。一部分有抑郁和焦虑倾向的人，往往有基因突变，而大多数人是正常的。在人类和动物中，短突变均能增加羟色胺在神经突触的分泌，进一步导致焦虑。当然，羟色胺转运与许多疾病均有联系，如心脏病、睡眠障碍、精神分裂症、抑郁症、多动症、自闭症等。目前还不能确定它就是厚脸皮基因，但起码和厚脸皮行为相关（图 2-2）。

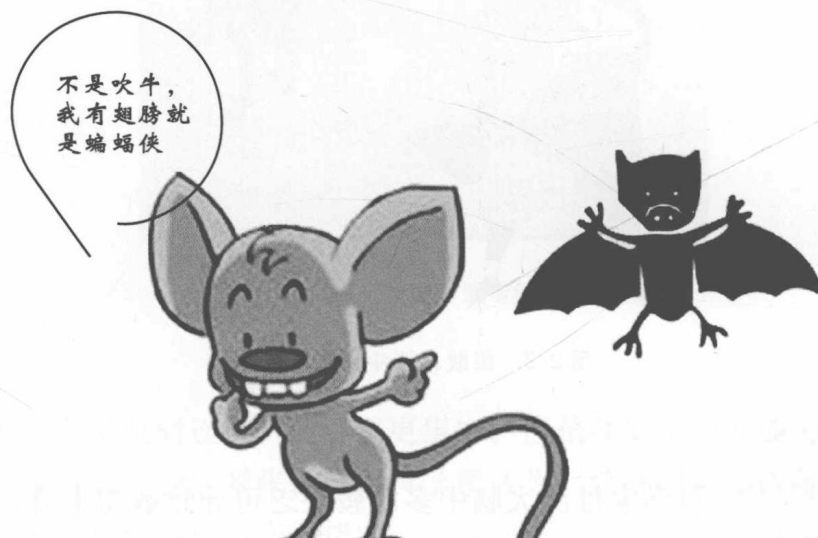


图 2-2 厚脸皮、吹牛和害羞等都是有遗传倾向的行为

3. 但愿我拥有数学基因 最近的研究发现，胆碱能毒蕈碱受体 2（CHRM2）与智商（IQ）有关，该基因翻译的蛋白涉及与学习、记忆、问题解决等有关的通路。当然有许多与能力障碍相关的基因，但是类似数学能力这样特异性等位基应似乎是不存在的，至少不是一个或几个基因控制的。

4. 勇士是遗传的吗 新西兰毛利人有好战传统。2006 年，发现单胺氧化酶 A（MAO-A）基因的一个等位基因能增强毛利人的冒险性和攻击行为，并且在该民族中有很很大一部分人携带这一等位基因。动物实验显示该等位基因与攻击行为有关，是所谓的“勇士”基因。有 60% 的亚洲人和 40% 的白种人携带“勇士”基因。另外，睾酮对“勇士”行为似乎起着激励作用，低水平的 MAO-A 和高水