

海上晨星

2013 上海“少年科技智多星”

获奖项目辑览

中国福利会少年宫科技教育部 编著



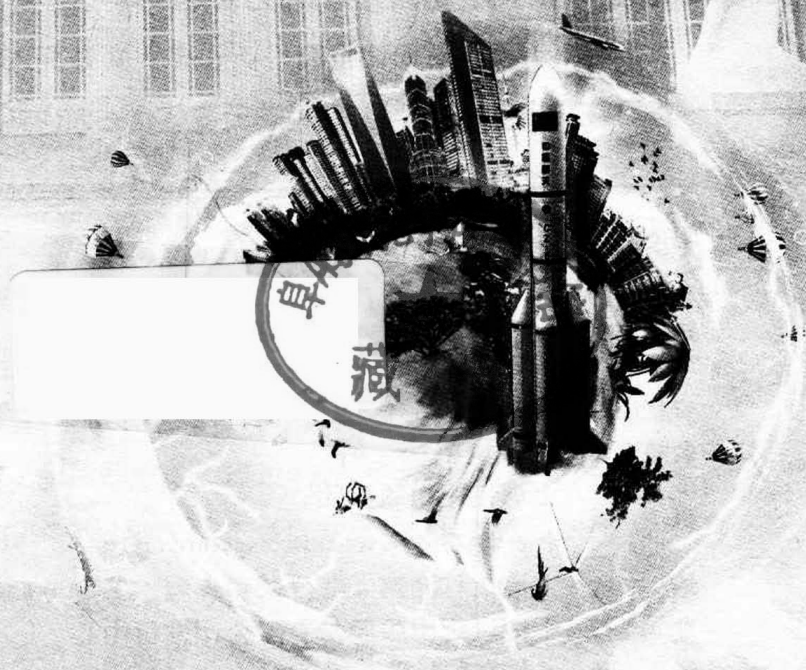
中西書局

海上晨星

2013 上海“少年科技智多星”

获奖项目辑览

中国福利会少年宫科技教育部 编著



中西書局

图书在版编目(CIP)数据

海上晨星: 2013 上海“少年科技智多星”获奖项目辑览/中国福利会少年宫科技教育部编著. —上海: 中西书局, 2014. 6

ISBN 978-7-5475-0669-1

I. ①海… II. ①中… III. ①青少年-创造发明-科技成果-上海市 IV. ①N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 097831 号

海上晨星

——2013 上海“少年科技智多星”获奖项目辑览

中国福利会少年宫科技教育部 编著

责任编辑 唐少波

装帧设计 梁业礼

出版 上海世纪出版集团

中西书局(www.zxpress.com.cn)

地址 上海市打浦路 443 号荣科大厦 17F(200023)

发行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

经销 各地新华书店

印刷 上海长城绘图印刷厂

开本 700×1 000 毫米 1/16

印张 10.75

字数 170 000

版次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5475-0669-1/N·003

定价 45.00 元

前言

“少年科技智多星”活动致力于培育青少年科技能手,我们通过科技创新项目这一载体,引导青少年亲身参与科技创新项目的探究、考察等活动,使青少年在科技创新能力、科技素养等方面得到全面的提升。让孩子更加富于想象力和创造力,是我们的一个重要任务,我们以“满足个性需求,促进全面发展,提高科学素养,塑造创新人才”为教育理念,积极营造爱科学、学科学、用科学的氛围。

2013年“少年科技智多星”活动征集到了来自上海全市14个区县中小学推荐的近200个科技创新项目,涉及环保、工程、新能源、生命科学等众多领域,许多金点子、好创意在中福会少年宫科技教师和学校老师的共同培育下,日趋完善、成熟,取得了阶段性成果。通过初评、终评答辩,最终10个项目获得“金星”,21个项目获得“银星”,44个项目获得“铜星”。

“少年科技智多星”活动2006年至今已举行了七年,从中培育了近千名青少年科技爱好者,我们希望更多的青少年科技爱好者们在“少年科技智多星”的舞台上展开想象的翅膀,努力学习、勤于动手,在“中国制造”向“中国创造”的迈进过程中写上自己精彩的一笔。

中福会少年宫科技教育部

2014年5月

目 录

前 言	1
-----------	---

第一辑 金星项目

FTO 基因与肥胖(BMI 指数)的相关性实验研究报告 / 吴依雯	3
挂摆式雨伞滴水装置 / 闻天恺	13
多功能棋盘 / 孟思宇	16
方便雨伞套 / 苏谢榛	22
防止儿童翻窗的报警装置 / 乔卓琳	25
会说话的垃圾桶 / 姚 瑶	28
具可变色空气净化填料的五级空气净化器 / 张澍钰	30
关于水中工作设备障碍探测及螺旋桨防缠绕装置的研究 / 陈君儒	34
身边的油污克星	
——常见天然去污剂除油污功能的比较研究 / 王子彦	39
转基因蓝藻提高光合产氢效率的功能机理研究 / 薛依宜 吴 峥	
叶 菁	53

第二辑 银星项目

来电自亮的电话机 / 赵家豪	67
畚箕式垃圾箱 / 冯 缘	69
可拆卸帽子水壶 / 鲁怡菲	70
有多少“半瓶水”被浪费	
——“半瓶水”随意丢弃现状调查 / 杨致远	71



按钮式可调节课桌 / 傅逸飞	72
对独角仙的探究 / 王嘉和	74
汽车下坡自动减速装置 / 李恽君	76
可调节画线尺 / 韩嘉祺	78
带日期指示的塑料袋密封器 / 李怡佳	80
可以使用各种塑料袋的环保垃圾桶 / 蒋淦易	82
家用底片扫描适配器 / 邓一恺	83
立交隧道积水报警装置设计 / 李荫泽	84
电梯安全卫士设计方案 / 李哲铭	85
智能路灯巡检管理系统 / 沈思妍	87
氧化亚铜薄膜对水质中有机污染物的降解净化 / 金希	89
智慧城市分支系统	
——敬老院老人摔倒监测系统 / 陈天航 潘子曰 计好	91
深井安全救援装置 / 朱健	92
上海市实验东校创新综合实验楼设计 / 仲奇正	94
夏日擦席器 / 查睿宸	95
简易方便的城市小广告清除小工具 / 疏宇龙	96
虎尾兰清除空气中灰尘 / 王一鸣	97

第三辑 铜星项目

可压缩垃圾箱 / 吕天戈	101
省力双提手水桶盖 / 王梓钦	103
防夹手门窗铰链 / 柴皓元	105
插头完全插入才通电的插座 / 侯典	106
书法知己 / 董涛	108
基于磁力的自动抬升纸巾盒 / 陈瑞云	110
多功能包书纸 / 成佳乐	111
五花八门的促销风暴巧计算 / 俞燕丽 惠恺昕	112



普通台灯电磁辐射研究 / 王明伟	113
带自清洁功能的簸箕套组 / 熊镇天	114
身边的逃生防火剂	
——家中液体防火效果的比较研究 / 罗立洁 罗中翔	116
能减缓重量的书包 / 叶思齐	117
带灯接力点燃蚊香调节框架 / 宋 凯	118
可调节光线强弱(可增强)的百叶窗帘 / 尹淑仪	119
汽车转向灯自动开启装置 / 肖 滢	121
光对于蚕生长的影响 / 黄彦玮	122
防摔糖果灯 / 林嘉泽	124
绿色环保黑板槽 / 孙顺达	125
整齐画线尺 / 宋心惟	127
处方用药手机辅助提醒系统 / 魏国申	128
防止汽车追尾装置 / 黄飞扬	129
油瓶口的改进 / 郎安琦	131
紫外线杀菌垃圾桶 / 周彦臣	132
便携式水过滤沟槽除尘装置 / 崔宇辰	134
新型节水型扳式水龙头 / 周 易	136
梳子清洗机 / 沈思妍 周逸青 陈雪欢	137
关于食品保质期安全提醒工具的开发研究 / 朱则衍	138
对白板清洁药水的探究 / 吴昊阳	139
基于无线通信技术的车库内定位方案 / 张芸汀	140
无线局域网与手机加速度传感器之间的数据通讯	
——在中学物理实验中的应用 / 王世逸	141
“害草”能否变废为宝?	
——水生有害植物净化家庭生活污水的初探 / 丁旻劼	143
远在天边,近在眼前	
——消费者对转基因食品认知与知情权的调查 / 李 焯	145



重力型角度指示电梯超载保护报警装置的研究 / 还忆晨	147
唾液的奥秘	
——唾液对牙齿及口腔环境的影响与作用 / 冯贝宁 崔宇辰	148
城市生活污水中污泥的处理及利用 / 张文祺	149
家犬对实体和其平面图像反应差别的研究 / 张双勇	150
节能平板电脑的应用 / 谢辰旻	152
方向盘指示灯 / 陈哲斐	153
植物分解水中毒性的探讨 / 叶佩佩	155
家庭室内灰尘死角状况调查与清洁方式实践探究 / 郑天宇	157
关于“死水”的探索与研究 / 陈阳天	158
驾驶者行车安全提示系统	
——预防疲劳驾驶的探究 / 杨伽越	159
家用洗浴安全两用监测器 / 陆费桦珺	160
西瓜成熟与否和声音的关系 / 李 鹭	161



金星项目

第一辑



FTO 基因与肥胖(BMI 指数) 的相关性实验研究报告

◇ 吴依雯

内容摘要

遗传因素构成了肥胖产生的内在基础。脂肪量和肥胖相关基因 (fat mass and obesity associated, FTO) 的基因多态性与体重指数 (body mass index, BMI) 密切相关。FTO 基因表达于人体各组织, 且在下丘脑中高表达, 其变异可导致肥胖症及 II 型糖尿病等相关疾病的发生。本文主要阐述了 FTO 基因 rs8050136 与肥胖的相关性的具体实验背景、操作经过及实验结果。

【关键词】 肥胖 BMI 指数 FTO 基因 rs8050136 单核苷酸多态性

一、技术背景

(一) FTO 基因的相关研究

FTO 基因位于第 16 条染色体 (16q12.2), 含有 9 个外显子, 长度达 410.50 kb, 广泛表达于人体组织的各发育阶段, 且在下丘脑、骨骼肌及脂肪等组织中高表达^[1]。

2007 年, Frayling 等^[2]在欧洲人群中发现, FTO 基因的第一个内含子序列中的 10 个单核苷酸多态性可能与肥胖有关。在对大鼠实时定量 PCR 及原位杂交分析的过程发现, FTO 在下丘脑部孤束核、弓状核、视上核和分泌催产素的室旁核神经元中表达^[3], 而下丘脑是控制食欲及能量平衡的中枢^[4], 说明 FTO 可能作用于饱食感应答的饮食中枢之上。关于这一点,

Fredriksson 等^[3]用双标记的方法发现 FTO 基因的主要表达区位于神经元,而在神经胶质细胞和星形胶质细胞中则不进行表达,暗示 FTO 基因表达或与食欲相关的控制机制存在关联,如胃肽的分泌等,并为 FTO 基因在神经调节饮食方面所起到的特殊作用提供了进一步证明。

Fischer 等^[5]所建立的 FTO 基因全敲除小鼠与 Church 等^[6]的 FTO 错义突变(I367F)小鼠模型均得出了 FTO 基因的失活可以降低肥胖发生风险的结论。他们发现,在正常供食下两种 FTO 缺失的小鼠较正常小鼠表现出体重和脂肪含量的大幅下降,即使是在高脂的供食情况下,体重增幅也较小。而 FTO 全缺失的小鼠在标准供食下体重下降更多(30%—40%),还出现了生长受限、围产期死亡率增加、黑夜活动减少等现象^[7]。此外,Gao 等^[8]建立了神经系统 FTO 特异性缺失的小鼠模型,发现其同样表现出进食减少、体重下降、血清胰岛素生长因子-1(IGF-1)降低等与全身 FTO 敲除小鼠共同的特征,说明可在全身中普遍表达的 FTO 在中枢神经系统中起到了非常重要的作用。

Chang 等^[9]发现 FTO rs9939609 风险基因在中国人群的出现概率较欧洲人群要低很多(12.6% vs. 45%),纯合子人群则更加稀少(1.7% vs. 16%),其对 BMI 的影响同样小于欧洲人群(0.5% vs. 1%),每个风险基因 A 的肥胖风险为正常人群的 1.43 倍。此后又有多项针对中国成人及儿童的研究也支持了中国人群中 FTO 与肥胖密切相关的观点,但其作用要小于白种人群^[7]。

最近还有研究表明,相对 T 等位基因携带者,FTO rs9939609 的 A 等位基因携带者表现出更显著的代谢综合征特点,包括高血糖、低高密度脂蛋白血症、高甘油三酯、胰岛素抵抗和 C 反应蛋白水平增高等^[10-11]。

虽然大量研究证据都支持 FTO 等肥胖基因通过对神经系统的作用来调控食欲、体重等这一观点,但仍需要通过更多具有创新性的研究进一步评估其生物机制。

(二) 技术要求

1. PCR 技术 PCR(Polymerase Chain Reaction)由变性——退火——延伸三个基本反应步骤构成:① 模板 DNA 的变性:模板 DNA 经加热至 95℃左右一段时间后,使双链 DNA 解离,使之成为单链,以便它与引物结合,为下轮反应作准备;② 模板 DNA 与引物的退火(复性):模板 DNA 经加热变性成单链后,温度降至 55℃左右,引物与模板 DNA 单链按照碱基互补



原则配对结合;③引物的延伸:DNA 模板——引物结合物在 TaqDNA 聚合酶的作用下,以 dNTP 为反应原料,靶序列为模板,按碱基互补配对与半保留复制原理,合成一条新的与模板 DNA 链互补的半保留复制链,重复循环变性—退火—延伸三过程就可获得更多的“半保留复制链”,而且这种新链又可成为下次循环的模板。循环几十次后,2—3 小时内就能将待扩目的基因扩增放大几百万倍。

2. HRM 技术 HRM(High Resolution Melting)的主要原理是根据 DNA 序列的长度、GC 含量以及碱基互补性差异,应用高分辨率的熔解曲线对样品进行分析,其极高的温度均一性和温度分辨率使分辨精度可以达到对单个碱基差异的区分。PCR 扩增产物的溶解曲线完全取决于 DNA 碱基序列。序列中如有一个碱基发生了突变,都会改变 DNA 链的解链温度。但是这个差异极小,仅有零点几摄氏度。HRM 分析采用高精密仪器,在拥有饱和染料和高分辨率仪器之后,对 PCR 的扩增子进行加热,温度从 50℃ 逐渐升到 95℃。在此过程中,扩增子逐渐解链,在达到溶解温度(T_m)时,DNA 链分开,荧光强度迅速降低,HRM 仪器可记录下荧光变化的整个过程。通过对数据的作图,即生成熔解曲线。

二、实验准备

(一) 实验仪器

Roche Light Cycler 480, Centrifuge 5804 R

(二) 实验血样

82 份复旦体检抗凝血(经挑选年龄位于 40—50 岁),女性 BMI 指数属正常范围(18—24)24 例、男性 BMI 指数属正常范围(20—25)25 例,女性 BMI 指数属于过重以及肥胖(25—34)17 例、男性 BMI 指数属于过重以及肥胖(26—35)16 例。

(三) 引物

自 FTO 基因被发现与肥胖相关以来,后续很多研究对这一结论进行了验证,目前报道最多且经过多人群验证的位点为 rs8050136(C>A)和 rs9939609(T>A),这两个位点在 Hap map 数据库中国人群数据中完全连锁($D'=1$, $r\text{-square}=1$),最小等位基因频率均为 $MAF=0.116$ 。在 NCBI 数据库中,rs8050136、rs9939609 两个位点的 MAF (基于 1 000 Genomes 数

据)分别为 0.338、0.355,它们均位于 FTO 基因的 1 号内含子区域。其他有报道 FTO 多态性位点只出现在 1—2 篇文献中,不予考虑。

基于以上内容,我们选择了 rs8050136(C>A)这个位点作为 FTO 多态性检测的分子标记。HRM 技术要求产物大小在 150 bp 上下为最适,引物 T_m 值一般以 58—62 范围内为最佳。

rs8050136 序列及引物(primer3 online 设计):

ACTCGGTATTTGATTTCCTTTTCCTGGGACCTGTGACAGTGCCAGCTTCATAGCCTAGT

上游引物: TAAACTAAAGGAAAAGGGACCCT

CTAGGCATGCCAGTTGCCACTGTGGCAATCAATATCTGAGCCTGTGGTTTTTGCCTTAG

SNP 位点, C>A

GTAAACTGTAGAGATGGACTCATGGAATGCTTGAAAAATTTTTCAGTTTATGATAATGTG

下游引物: CCTGAGTACCTTACGAACCTTT

OLIGO	start	len	tm	gc%	any_th	3'_th	hairpin
LEFT PRIMER	8	23	58.24	39.13	17.19	15.14	0.00
RIGHT PRIMER	157	22	58.91	45.45	0.00	0.00	0.00
PRODUCT SIZE: 150, PAIR ANY_TH COMPL: 0.00, PAIR 3'_TH COMPL: 0.00							

(四) 统计软件

本研究采用 SPSS for Windows 17.0 软件,该软件可以根据研究中的具体情况自编语言对数据进行统计分析。涉及本研究的统计指标首先进行正态性检验,正态分布的各统计指标均以平均数±标准差来表示。卡方检验拟优合度检验计算基因型分布是否符合 Hardy Weinberg 平衡定律。编辑语言建立混合效应模型后,分析 FTO 基因多态性与数值型变量 BMI 的相关性以及 rs8050136 与 BMI 的相关性。该混合效应模型在控制性别变量后,分析 FTO 基因多态性在各组中对肥胖相关指标 BMI 的交互作用。

三、实验经过

(一) DNA 抽取

1. 血液 DNA 提取 取 250 μl 全血至于 1.5 ml 离心管,加入 410 μl STED(10 mmol/L Tris - HCl;pH 8.0;1 mmol/L EDTA,pH 8.0;100 mmol/L NaCl)缓冲液、90 μl 10% SDS 以及 10 μl 蛋白酶 K 后 65℃水浴过夜,然后加入 300 μl 饱和 NaCl 轻轻颠倒混匀,加入 400 μl 氯仿轻摇混匀,接着室温下



12 000 rpm 离心 20 min, 转移 600 μl 上清液至新的洁净的 1.5 ml EP 管中, 加入等体积 -20°C 预冷的异丙醇, 混匀后 12 000 rpm 离心 15 min, 倒掉上清液, 加入 75% 乙醇清洗沉淀两次, 室温晾干使乙醇完全挥发, 然后加入 80 μl 的灭菌双蒸水溶解。经微量紫外可见分光光度计 (NanoDrop 2000 Gene 公司) 测定 DNA 的纯度及含量, 提取的 DNA 放置于 -20°C 冰箱储存。

2. 模板准备 将所有 DNA 样本用双蒸水稀释至 20 ng/ μl , 加至 96 孔板准备 PCR 及 HRM 实验。

(二) 10 μl 体系配置

2 * Master Mix	5 μl
25 mM MgCl_2	1 μl
DNA (long, 20 ng/ μl)	1 μl
Primer F (2 μM)	1 μl
Primer R (2 μM)	1 μl
H_2O	1 μl
Total	10 μl

(三) PCR + HRM 程序设置

PCR	50 Cycles	95 $^{\circ}\text{C}$ —10 min	HRM	95 $^{\circ}\text{C}$ —60 s
		95 $^{\circ}\text{C}$ —10 s		40 $^{\circ}\text{C}$ —60 s
		60 $^{\circ}\text{C}$ —20 s		75 $^{\circ}\text{C}$ —95 $^{\circ}\text{C}$
		72 $^{\circ}\text{C}$ —20 s		
		72 $^{\circ}\text{C}$ —20 s		

四、实验结果

(一) 研究对象

40—50 岁男性与女性 BMI 指数属正常范围及超高范围人群。

(二) 年龄分布频率的平衡性检验

年龄分布频率差异均无统计学意义, 女性 BMI 指数正常组、女性 BMI 指数超高组、男性 BMI 指数正常组、男性 BMI 指数超高组年龄平均值均位于 45.3 岁左右。

(三) 基因型分布频率 (FTO rs8050136 (C>A))

如图一, 由 NCBI 网站数据可得, 在亚洲人群中, FTO 基因 rs8050136 位点由 C 至 A 的突变中, AA 纯合子分布频率接近于 0, AC 杂合子分布频率

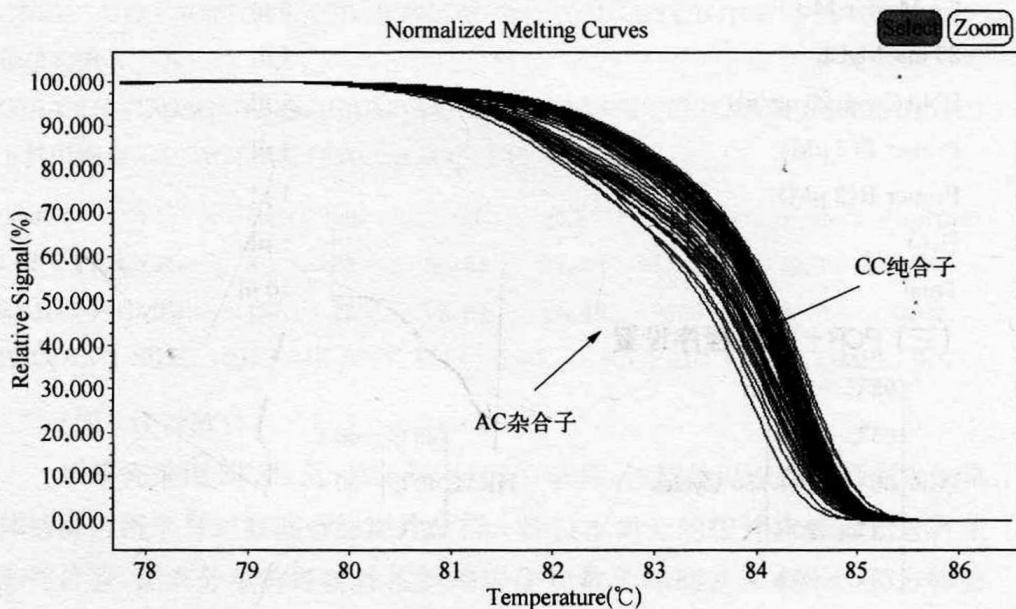
为 0.233,CC 纯合子分布频率为 0.767。

ss#	Sample Ascertainment				Genotype Detail					Alleles	
	Population	Individual Group	Chrom. Sample Cnt	Source	A	A/A	A/C	C/C	HWP	A	C
ss43919948	HapMap-HCB	Asian	86	IG	0.233	0.767	0.752	0.116	0.884		

图一

(四) 结果及图表

1. 实验图表 全部 DNA 样本 Normalized Melting Curves, 由仪器 Roche Light Cycler 480 进行自动分型。



2. 统计图表 1 Case Processing Summary From SPSS for Windows 17.0

表 1 项目处理摘要 Case Processing Summary

性 别	Cases					
	有效数量 Valid		损耗 Missing		总计 Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
男 基因型纯合子/杂合子 BMI 分类正常/高	41	100.0%	0	.0%	41	100.0%
女 基因型纯合子/杂合子 BMI 分类正常/高	41	100.0%	0	.0%	41	100.0%



3. 统计图表 2 Cross tabulation From SPSS for Windows 17.0

表 2 基因型纯合子/杂合子 * BMI 分类正常/高 交叉制表 Cross tabulation

性 别				BMI 分类正常/高		总计 Total
				正常	高	
男	基因型 CC 纯合子	计数 Count		15	13	28
		% within 基因型		53.6%	46.4%	100.0%
		% within BMI 分类		60.0%	81.3%	68.3%
		% of Total		36.6%	31.7%	68.3%
	基因型 AA 杂合子	计数 Count		10	3	13
		% within 基因型		76.9%	23.1%	100.0%
		% within BMI 分类		40.0%	18.8%	31.7%
		% of Total		24.4%	7.3%	31.7%
	Total	计数 Count		25	16	41
		% within 基因型		61.0%	39.0%	100.0%
		% within BMI 分类		100.0%	100.0%	100.0%
		% of Total		61.0%	39.0%	100.0%
女	基因型 CC 纯合子	计数 Count		21	12	33
		% within 基因型		63.6%	36.4%	100.0%
		% within BMI 分类		87.5%	70.6%	80.5%
		% of Total		51.2%	29.3%	80.5%
	基因型 AA 杂合子	计数 Count		3	5	8
		% within 基因型		37.5%	62.5%	100.0%
		% within BMI 分类		12.5%	29.4%	19.5%
		% of Total		7.3%	12.2%	19.5%
	Total	计数 Count		24	17	41
		% within 基因型		58.5%	41.5%	100.0%
		% within BMI 分类		100.0%	100.0%	100.0%
		% of Total		58.5%	41.5%	100.0%

4. 统计图表 3 Chi-Square Tests From SPSS for Windows 17.0