

故事中的统计学

天津医科大学
生物医学工程与技术学院

2017-2018 学年下学期 (春)
公共选修课

第五章 相关不等于因果

伊现富 (Yi Xianfu)

天津医科大学 (TJMU)
生物医学工程与技术学院

2018 年 4 月



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

● 引言

● 精品案例

● 其他案例

图说天下

1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言
- 精品案例
- 其他案例

图说天下



网络/大数据时代的投票



网络投票的初衷与现实

- 初衷：真实的民意，作品的水平，……
- 现实：谁的脸皮厚，谁的狐朋狗友多，谁的权力大，谁是土豪，……



网络/大数据时代的投票



网络投票的初衷与现实

- 初衷：真实的民意，作品的水平，……
- 现实：谁的脸皮厚，谁的狐朋狗友多，谁的权力大，谁是土豪，……



倒立时的视角

推理题

一个正在穿越人行横道的男子被突如其来的一辆车撞倒，肇事汽车停都没停便逃之夭夭。被撞人奄奄一息，在被送往医院的途中，只说了逃跑汽车的车号“6198”，便断气了。警察马上通缉了该牌号的车辆，虽然找到了嫌疑犯，但对方有确切的不在现场的证明，而且车坏了，在案发前就已送修理厂修理。如此说来，罪犯的车牌号不是“6198”。那么，它应该是多少号呢？

答案

被撞后仰面倒在路面上的男子，将逃跑车辆的号码看颠倒了，“6198”的数字如果上下倒过来看就成了“8619”，也就是说，罪犯的真正车牌号是“8619”。

思考

人倒立后看到的真的是（像电视电影中那样）倒立的影像吗？

倒立时的视角

推理题

一个正在穿越人行横道的男子被突如其来的一辆车撞倒，肇事汽车停都没停便逃之夭夭。被撞人奄奄一息，在被送往医院的途中，只说了逃跑汽车的车号“6198”，便断气了。警察马上通缉了该牌号的车辆，虽然找到了嫌疑犯，但对方有确切的不在现场的证明，而且车坏了，在案发前就已送修理厂修理。如此说来，罪犯的车牌号不是“6198”。那么，它应该是多少号呢？

答案

被撞后仰面倒在路面上的男子，将逃跑车辆的号码看颠倒了，“6198”的数字如果上下倒过来看就成了“8619”，也就是说，罪犯的真正车牌号是“8619”。

思考

人倒立后看到的真的是（像电视电影中那样）倒立的影像吗？

倒立时的视角

推理题

一个正在穿越人行横道的男子被突如其来的一辆车撞倒，肇事汽车停都没停便逃之夭夭。被撞人奄奄一息，在被送往医院的途中，只说了逃跑汽车的车号“6198”，便断气了。警察马上通缉了该牌号的车辆，虽然找到了嫌疑犯，但对方有确切的不在现场的证明，而且车坏了，在案发前就已送修理厂修理。如此说来，罪犯的车牌号不是“6198”。那么，它应该是多少号呢？

答案

被撞后仰面倒在路面上的男子，将逃跑车辆的号码看颠倒了，“6198”的数字如果上下倒过来看就成了“8619”，也就是说，罪犯的真正车牌号是“8619”。

思考

人倒立后看到的真的是（像电视电影中那样）倒立的影像吗？

倒立时的视角

推理题

一个正在穿越人行横道的男子被突如其来的一辆车撞倒，肇事汽车停都没停便逃之夭夭。被撞人奄奄一息，在被送往医院的途中，只说了逃跑汽车的车号“6198”，便断气了。警察马上通缉了该牌号的车辆，虽然找到了嫌疑犯，但对方有确切的不在现场的证明，而且车坏了，在案发前就已送修理厂修理。如此说来，罪犯的车牌号不是“6198”。那么，它应该是多少号呢？

答案

被撞后仰面倒在路面上的男子，将逃跑车辆的号码看颠倒了，“6198”的数字如果上下倒过来看就成了“8619”，也就是说，罪犯的真正车牌号是“8619”。

思考

人倒立后看到的真的是（像电视电影中那样）倒立的影像吗？

倒立时的视角

推理题

一个正在穿越人行横道的男子被突如其来的一辆车撞倒，肇事汽车停都没停便逃之夭夭。被撞人奄奄一息，在被送往医院的途中，只说了逃跑汽车的车号“6198”，便断气了。警察马上通缉了该牌号的车辆，虽然找到了嫌疑犯，但对方有确切的不在现场的证明，而且车坏了，在案发前就已送修理厂修理。如此说来，罪犯的车牌号不是“6198”。那么，它应该是多少号呢？

答案

被撞后仰面倒在路面上的男子，将逃跑车辆的号码看颠倒了，“6198”的数字如果上下倒过来看就成了“8619”，也就是说，罪犯的真正车牌号是“8619”。

思考

人倒立后看到的真的是（像电视电影中那样）倒立的影像吗？

倒立时的视角



1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言
- 精品案例
- 其他案例

图说天下



1 突发奇想

2 引言

- 相关

- 因果

- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言

- 精品案例

- 其他案例

图说天下



相关

在概率论和统计学中，相关（correlation，或称相关系数或关联系数），显示两个随机变量之间线性关系的强度和方向。

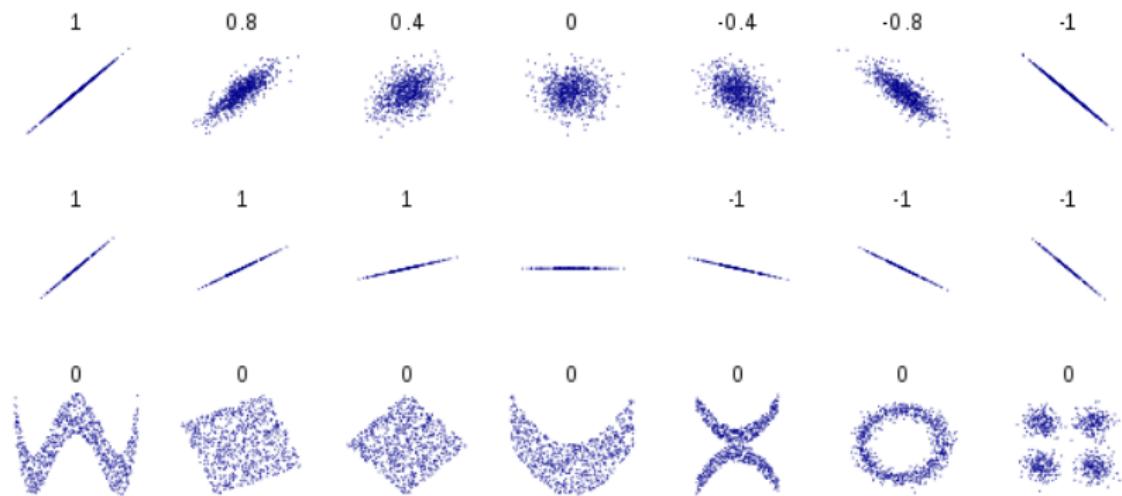
两个变量的关系可以直观地用散点图表示，当其紧密地群聚于一条直线的周围时，变量间存在强相关。

相关系数的计算过程可表示为：将每个变量都转化为标准单位，乘积的平均数即为相关系数。

在统计学中，相关的意义是用来衡量两个变量相对于其相互独立的距离。在该定义下，有许多根据数据特点而定义的用来衡量数据相关的系数：

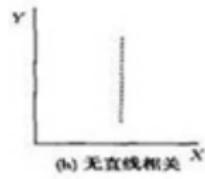
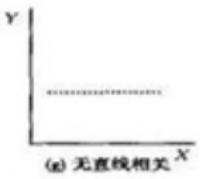
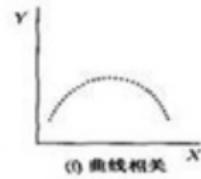
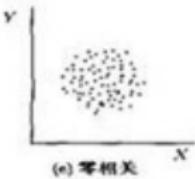
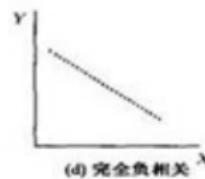
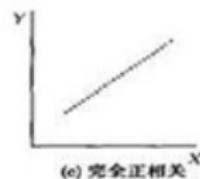
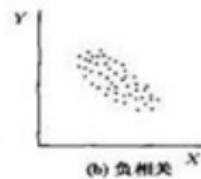
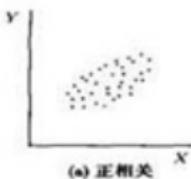
- Pearson 相关系数（Pearson's r）：衡量两个等距尺度或等比尺度变数之相关性。
- Spearman 等级相关系数：衡量两个次序尺度变数之相关性。
- Gamma 相关系数、Kendall 等级相关系数、Phi 相关系数、点二系列相关系数……

引言 | 相关



引言 | 相关 | 程度

相关系数绝对值	相关程度	相关程度
约 =1	完全相关	Perfect correlated
0.7~0.99	高度相关	Highly correlated
0.4~0.69	中度相关	Moderately correlated
0.1~0.39	低度相关	Modestly correlated
0.01~0.09	接近无相关	Weakly correlated
约 =0	无相关	—



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关

- 因果

- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言

- 精品案例

- 其他案例

图说天下



因果关系

因果关系是一个事件（即“因”）和第二个事件（即“果”）之间的关系，其中后一事件被认为是前一事件的结果。

一般来说，因果还可以指一系列因素（因）和一个现象（果）之间的关系。对某个结果产生影响的任何事件都是该结果的一个因素。直接因素是直接影响结果的因素，也即无需任何介入因素（介入因素有时又称中介因素）。从这个角度来讲，因果之间的关系也可以称为因果关联（causal nexus）。

原因和结果通常和变化或事件有关，还包括客体、过程、性质、变量、事实、状况；概括因果关系争议很多。对因果关系的哲学研究历史悠久，佛教和西方哲学家如亚里士多德在 2000 多年前就已经提出了因果，该问题仍是现代哲学的重要课题。





教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关

- 因果

- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言

- 精品案例

- 其他案例

图说天下



相关 vs. 因果

所谓事出必有因，按下遥控会转台，播种之后会发芽，阳光照耀天气暖，性行为导致生宝宝。人类能够看出两事之间的关联（动物有时也能），这种能力是很神奇的，因为这是生存的必要条件。但这种能力有时却错得离谱，让大家不分对错都能导出因果关系，即使是毫无关联的两件事也能够把它们兜在一起。我们只要看到一件事后面跟着另一件事发生，很容易就会以为前者是后者的原因，每当有相关数据或测量结果可以佐证时，更是如此。

用相关性来证明因果关系，是现存最古老、也是最顽固的谬误。



引言 | 相关 vs. 因果



你是如何混淆因果关系的？

- “A 越多，B 越多” 这样的相关性实际上有 4 种可能
 - A 导致 B
 - B 导致 A
 - A 和 B 同时被 C 导致
 - A 和 B 没有任何关系
- 为什么我们总是错把“相关”当“因果”？因为我们本能——觉得相互靠近的东西一定是有关系的，同时出现的事件也一定是有关系的。
- 无数的错觉思维和错误归因不断发生
 - 大众对新闻的错误归因。媒体为了提高点击率，经常使用这样的技巧：让新闻当事人的某个差异性特征出现在新闻上，从而让大众把“相关当因果”，觉得是这个差异性特征导致了他的行为。
 - 盲目学习和模仿。我们经常盲目模仿成功者的特点，觉得模仿了他的特点，我们也能成功。（典型例子：成功人士与大学无用论。）
 - 刻意规避和迷信。很多让你难以理解的祖传禁忌，实际上可能是当年某个相关事件的发生导致的。

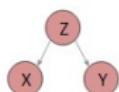
引言 | 相关 vs. 因果



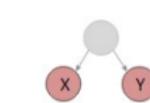
X引起Y
X causes Y



Y引起X
Y causes X



Z引起X和Y
Z causes X and Y



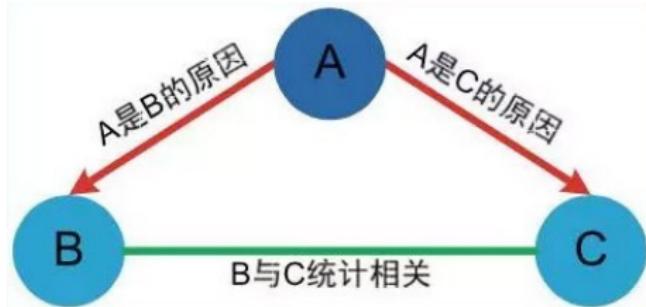
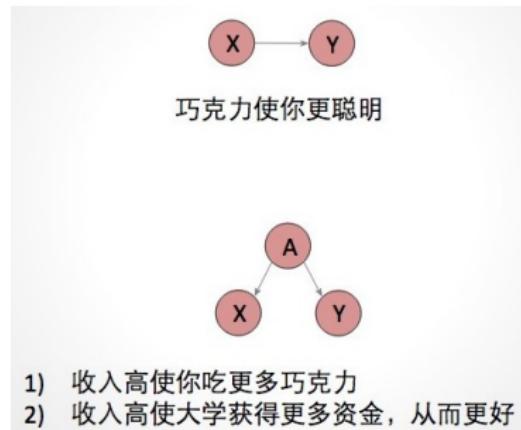
隐藏变量引起X和Y
hidden variable causes X and Y



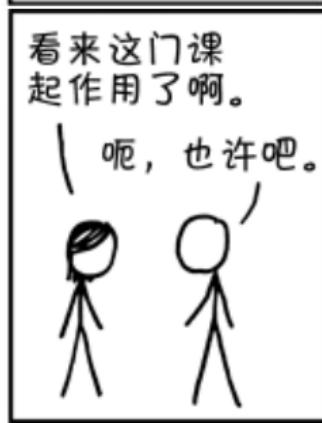
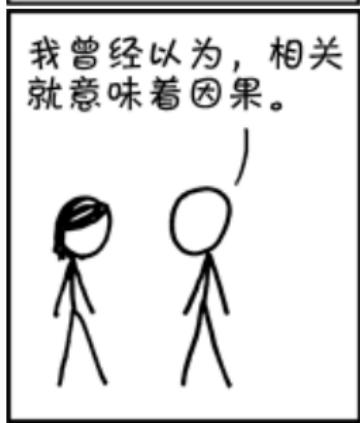
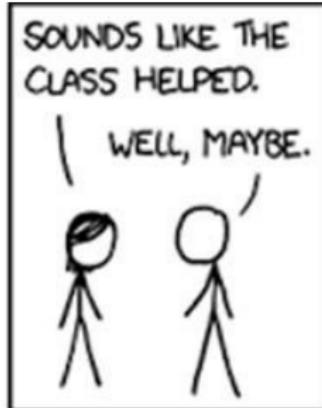
随机发生
random chance!



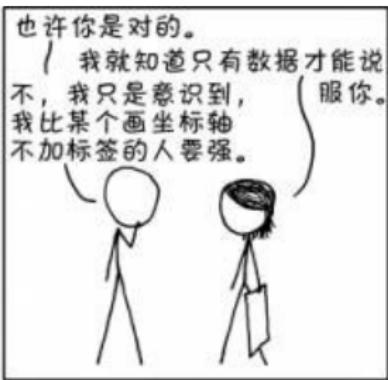
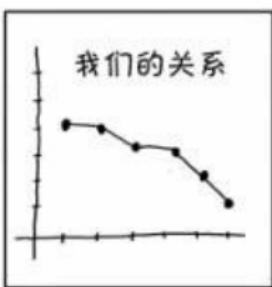
引言 | 相关 vs. 因果



引言 | 相关 vs. 因果



引言 | 相关 vs. 因果



1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

- 引言
- 精品案例
- 其他案例

图说天下



总结

- 两个事物之间的关联关系并不能用于说明其中一个将引起另一个的变化。
- 所谓的“相关”往往是通过相关系数这个令人信服的精确数值来证明事物之间存在关联关系，它可以有多种不同的类型。
- 联合变动的一种普遍形式是存在着真实的关系，但却无法确定何为因何为果。有时因果可以不时地交换位置，或者实际上互为因果。
- 各种相关关系中，最富戏剧性的是虽然所有变量相互间没有任何影响，但是的确存在着显著的相关。
- 相关显示了一种趋势，而这种趋势通常并不是那种一对一的理想关系。



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

3 案例解析

- 引言
- 精品案例
- 其他案例

4 图说天下



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

3 案例解析

● 引言

● 精品案例

● 其他案例

4 图说天下



引言

两个事物之间的关联关系并不能用于说明其中一个将引起另一个的变化。但是我们却并不总是能够轻易地识别出，我们时不时错误地将关联关系判断为因果关系。特别是，当这种关系乍一看真像那么回事时，又或者它迎合了人们的惯常思维，这时你就更缺乏考究正误的动力了。

由于存在偶然性，对于一些根本不可能发生的事情，你或许仍然能够收集数据证明其存在。但是如果你重新收集数据，或许第二组数据就无法证明这个结论了。**任意两个事物或两组特性之间，在利用小样本后，都能建立显著地相关关系。**

另一个需要留意的是，超过了推断相关关系的数据范围而得出的结论。正相关到了一定的程度后便急剧地转为负相关。

某种相关关系也许是真实的，它依据的也是真实的因果关系，但同样也可能毫无意义，无法凭此做出行为决策。

物理学关系

离灯越远，你就越看不清手中的书，也就是说，当距离增大时，光线的密度将减少。这些物理学的关系一般具有确定的相关。然而，来自商业、社会学或是医学的数据却很难如此清晰。



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关

- 因果

- 相关 vs. 因果

● 总结

3 案例解析

- 引言

- 精品案例

- 其他案例

4 图说天下



案例 | HPV 疫苗降低生育率

论文与摘要

2018 年 6 月 13 日，《Journal of Toxicology and Environmental Health》杂志上发表了一篇名为《A lowered probability of pregnancy infemales in the USA aged 25-29 who received a human papillomavirus vaccineinjection》的文章。

美国的出生率下降了，每千名 25-29 岁女性的出生率从 2007 年的 118 下降到到 2015 年的 105。一个因素可能涉及针对 HPV 疫苗接种。疫苗获得许可后不久，出现了几次遭受原发性卵巢癌衰竭的接种者报告。本研究分析了 2007 年至 2014 年期间居住在美国的 800 万 25 至 29 岁女性的全国健康和营养检查调查中收集的信息。未接受 HPV 疫苗女性中约 60% 至少怀孕过一次，而接种过 HPV 疫苗的妇女中只有 35% 怀孕了。使用逻辑回归分析数据，接受 HPV 疫苗女性与未接受疫苗的女性相比怀孕的概率进行了估计。结果表明，接受 HPV 注射女性比没有接受注射的同年龄段女性更少有可能怀孕。这项研究中如果 100% 的女性接受过 HPV 疫苗，数据显示曾经怀孕的女性人数会下降 200 万。因此需要进一步研究 HPV 对生育能力的影响。

案例 | HPV 疫苗降低生育率

解析

针对这篇文献本身而言，在研究思路上错误的本质是统计学中的因果谬论，即惯性思维导致的错误的因果关联。

作者分析的数据来自“国家健康与营养检查调查”，分析过程与分析结果也很可靠，但只能说明注射 HPV 疫苗和生殖率的降低有相关性，而不能直接归于因果关联。美国的生育率从 2006 年左右就开始缓慢下降，与之相关联的事情太多了，按照该研究的脑回路，我们可以发散开来：比如气候变暖降低女性生育率；苹果教父乔布斯的逝世降低女性生育率；玩手机降低女性生育率啊等等。

惯性思维导致错误的因果关联，是任何研究中都极易犯的错误——如果 A 与 B 同时出现，则 A 导致 B。然而事实是：A 与 B 可能并不互为因果关系，而同为第三个因素 C 的产物；或者 A 和 C 共同作用导致 B，或者 B 和 C 共同作用导致 A。



案例 | HPV 疫苗降低生育率

详细解析

接下来，我们从医学专业方面来看Gayle DeLong的论文中存在的严重缺陷。

DeLong研究了2007年至2015年间25-29岁女性的生育率。

HPV疫苗最早是2006年才在美国出现，那时候打HPV疫苗的年龄上限是26岁。因此，在2007年的时候，28岁和29岁的女性，根本就没有接种过HPV疫苗啊。也就是说，2007年接种疫苗的25 - 29岁人群中，只有60%的人(基本上是25岁、26岁和27岁的女性)。直到2009年，该队列中的所有女性才有资格接种疫苗。

DeLong使用的队列实际上并不包括那些在那段时间有资格接种HPV疫苗的妇女!这是一个对疫苗一无所知的人犯的根本的业余错误。坦率地说，这本杂志应该仅仅基于这一点就收回这篇文章。

DeLong并没有排除以下的干扰因子。

1、能够获得性健康服务和避孕服务的女性，更有可能接种疫苗，更有可能使用避孕措施。

2、受教育程度、种族和社会经济因素影响出生率和疫苗接种率。

3、女性的选择，选择怀孕的女性更有可能处于稳定、长期的婚姻关系中，也不太可能想要避孕，这一类人由于有稳定的长期性伴侣，不担心性传播疾病的感染，接种HPV疫苗的人相对较少。

4、宗教意识形态，一些原教旨主义者反对避孕和接种疫苗。

换句话说，DeLong正在寻找数据来支持她的结论，并与HPV疫苗建立一个虚假的联系，同时完全忽略其他相关变量。她只是想相信HPV疫苗会影响怀孕率。她将以任何方式操纵数据，忽略干扰因子，以得到她想要的结果。

案例 | 抽烟 vs. 成绩

现象

抽烟者的大学成绩比不抽烟者的差。

结论与推论

- 在通往好成绩的道路上，需要忍受放弃抽烟带来的痛苦。
- 抽烟使人的头脑变笨。

实验

整个研究过程是正确进行的：样本的容量足够大，而且经过了认真、仔细的挑选，相关关系的确十分显著，等等。



案例 | 抽烟 vs. 成绩

现象

抽烟者的大学成绩比不抽烟者的差。

结论与推论

- 在通往好成绩的道路上，需要忍受放弃抽烟带来的痛苦。
- 抽烟使人的头脑变笨。

实验

整个研究过程是正确进行的：样本的容量足够大，而且经过了认真、仔细的挑选，相关关系的确十分显著，等等。



案例 | 抽烟 vs. 成绩

现象

抽烟者的大学成绩比不抽烟者的差。

结论与推论

- 在通往好成绩的道路上，需要忍受放弃抽烟带来的痛苦。
- 抽烟使人的头脑变笨。

实验

整个研究过程是正确进行的：样本的容量足够大，而且经过了认真、仔细的挑选，相关关系的确十分显著，等等。



案例 | 抽烟 vs. 成绩

解析

更大的可能性：是两个因素并不互为因果，而同为第三个因素的产物。可能是那些不把读书当回事、爱社交的学生更偏爱抽烟？又或者是否可以从别的相关关系上找到线索？例如，性格与成绩之间的相关关系，它们之间的相关性比成绩与智力之间的还要高些。也许，性格外向的学生比性格内向的更爱抽烟。



警告

一篇医学文章曾严厉警告：喝牛奶的人群，他们癌症的发病率在上升。在英格兰、明尼苏达州、威斯康辛州、瑞士，这些牛奶产量和消费量极大的地区，癌症有上升趋势，而牛奶十分稀缺的锡兰却极少发生癌症病例。更进一步的证据是，在牛奶消费量少的美国南部地区癌症病例也相对较少。文章还指出，牛奶消费量极大的英国妇女患癌症的概率是很少喝牛奶的日本妇女的 18 倍。

研究

更深入地挖掘下去，会发现还有很多因素都可用于解释癌症发病率的提高，其中有一个因素就十分具有说服力，癌症主要发生在中年或者老年人身上。而发病率高的瑞士和前面提到的那些州，其居民寿命相对较长。研究期间英国妇女的平均寿命比日本妇女长 12 岁。



警告

一篇医学文章曾严厉警告：喝牛奶的人群，他们癌症的发病率在上升。在英格兰、明尼苏达州、威斯康辛州、瑞士，这些牛奶产量和消费量极大的地区，癌症有上升趋势，而牛奶十分稀缺的锡兰却极少发生癌症病例。更进一步的证据是，在牛奶消费量少的美国南部地区癌症病例也相对较少。文章还指出，牛奶消费量极大的英国妇女患癌症的概率是很少喝牛奶的日本妇女的 18 倍。

解析

更深入地挖掘下去，会发现还有很多因素都可用于解释癌症发病率的提高，其中有一个因素就十分具有说服力，癌症主要发生在中年或者老年人身上。而发病率高的瑞士和前面提到的那些州，其居民寿命相对较长。研究期间英国妇女的平均寿命比日本妇女长 12 岁。



警告

一篇医学文章曾严厉警告：喝牛奶的人群，他们癌症的发病率在上升。在英格兰、明尼苏达州、威斯康辛州、瑞士，这些牛奶产量和消费量极大的地区，癌症有上升趋势，而牛奶十分稀缺的锡兰却极少发生癌症病例。更进一步的证据是，在牛奶消费量少的美国南部地区癌症病例也相对较少。文章还指出，牛奶消费量极大的英国妇女患癌症的概率是很少喝牛奶的日本妇女的 18 倍。

解析

更深入地挖掘下去，会发现还有很多因素都可用于解释癌症发病率的提高，其中有一个因素就十分具有说服力，癌症主要发生在中年或者老年人身上。而发病率高的瑞士和前面提到的那些州，其居民寿命相对较长。研究期间英国妇女的平均寿命比日本妇女长 12 岁。



警告

一篇医学文章曾严厉警告：喝牛奶的人群，他们癌症的发病率在上升。在英格兰、明尼苏达州、威斯康辛州、瑞士，这些牛奶产量和消费量极大的地区，癌症有上升趋势，而牛奶十分稀缺的锡兰却极少发生癌症病例。更进一步的证据是，在牛奶消费量少的美国南部地区癌症病例也相对较少。文章还指出，牛奶消费量极大的英国妇女患癌症的概率是很少喝牛奶的日本妇女的 18 倍。

解析

更深入地挖掘下去，会发现还有很多因素都可用于解释癌症发病率的提高，其中有一个因素就十分具有说服力，癌症主要发生在中年或者老年人身上。而发病率高的瑞士和前面提到的那些州，其居民寿命相对较长。研究期间英国妇女的平均寿命比日本妇女长 12 岁。



警告

一篇医学文章曾严厉警告：喝牛奶的人群，他们癌症的发病率在上升。在英格兰、明尼苏达州、威斯康辛州、瑞士，这些牛奶产量和消费量极大的地区，癌症有上升趋势，而牛奶十分稀缺的锡兰却极少发生癌症病例。更进一步的证据是，在牛奶消费量少的美国南部地区癌症病例也相对较少。文章还指出，牛奶消费量极大的英国妇女患癌症的概率是很少喝牛奶的日本妇女的 18 倍。

解析

更深入地挖掘下去，会发现还有很多因素都可用于解释癌症发病率的提高，其中有一个因素就十分具有说服力，癌症主要发生在中年或者老年人身上。而发病率高的瑞士和前面提到的那些州，其居民寿命相对较长。研究期间英国妇女的平均寿命比日本妇女长 12 岁。



案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

研究

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

反驳

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

解析

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

解析

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

解析

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 妇女年龄 vs. 脚尖角度

研究

在研究年龄与妇女某些生理特征的关系时，测量了妇女走路时两脚分开的角度，你将发现年龄较长的妇女两脚分开的角度总是比较大。

结论

- 脚尖朝外走路促使人变老。
- 年龄的增长造成脚尖角度的增大，而且大部分妇女随着年龄增长，脚尖的角度在不断增大。

解析

任何此类的结论都可能是错误，而且无法得到证实。只有当对同样一些妇女或者基本上同等的群体进行一段时间的研究后，你才能得出合理的结论。因为这可以排除一些因素的影响，比如说，年纪大的女性在其年轻时期可能被告知应该脚尖向外走路，而年轻女性却在一个不鼓励脚尖朝外的年代学习走路。

案例 | 跳蚤 vs. 健康

信条

英国新赫布里底群岛土著居民的信条：身上的跳蚤会带来健康。



案例 | 跳蚤 vs. 健康

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

问题

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

案例 | 跳蚤 vs. 健康

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

解析

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

案例 | 跳蚤 vs. 健康

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

解析

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

案例 | 跳蚤 vs. 健康

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

解析

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

案例 | 跳蚤 vs. 健康

现象

通过几个世纪的观察，土著居民发现健康人的身上总有一些跳蚤，而身体羸弱的人身上通常没有跳蚤。

结论

跳蚤使人身体健康，每个人身上都应该有跳蚤。

解析

- 观察本身是正确的，因为它经历了多年来人们随意的检验，但这并不意味着这些土著居民的结论也是正确的。
- 更细心的观察者最终发现了新赫布里底群岛的真相：在大多数情况下，几乎每个居民身上都有跳蚤，这是正常情况。然而，当人们发烧（说不定还是跳蚤引起的）时，随着体温上升，跳蚤不能承受高温而引起的不适，因此就会离开。这里人们完全将因果关系扭曲、颠倒甚至混合了。

教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关

- 因果

- 相关 vs. 因果

● 总结

3 案例解析

- 引言

- 精品案例

- 其他案例

4 图说天下



统计结论

统计资料表明：汽车事故大多数发生在中等速度的行驶中，很少有事故发生在 150 公里/小时以上的驾驶速度。这是不是说高速行驶比较安全？

解析

因为大部分人是以中等速度开车，所以事故多发生在中等速度的行驶中。



统计结论

统计资料表明：汽车事故大多数发生在中等速度的行驶中，很少有事故发生在 150 公里/小时以上的驾驶速度。这是不是说高速行驶比较安全？

解析

因为大部分人是以中等速度开车，所以事故多发生在中等速度的行驶中。



统计结论

统计数字表明亚利桑那州死于肺结核的人比其他地区的人多。能不能说该州的气候容易诱发肺病？

解析

事实与此相反，由于亚利桑那的气候有利于肺病康复，所以患者都来这里居住生活，自然这就使死于肺结核的人增多了。



统计结论

统计数字表明亚利桑那州死于肺结核的人比其他地区的人多。能不能说该州的气候容易诱发肺病？

解析

事实与此相反，由于亚利桑那的气候有利于肺病康复，所以患者都来这里居住生活，自然这就使死于肺结核的人增多了。



统计结论

调查研究说脚大的孩子智商比脚小的孩子高。这是否可以说一个人脚的大小是他智力水平的衡量？

解析

研究对象是一群年龄不等的孩子。实际上是因为年龄大的孩子脚更大些，所以他们的平均智商当然比年龄小的高一些。



统计结论

调查研究说脚大的孩子智商比脚小的孩子高。这是否可以说一个人脚的大小是他智力水平的衡量？

解析

研究对象是一群年龄不等的孩子。实际上是因为年龄大的孩子脚更大些，所以他们的平均智商当然比年龄小的高一些。



统计结论

研究表明在离家不远的地方容易发生汽车事故，这是否就意味着在离家很远的公路上行车要比在城里安全些呢？

解析

因为人们往往是在离家不远的公路上开车，而很少开车去太远的地方。



统计结论

研究表明在离家不远的地方容易发生汽车事故，这是否就意味着在离家很远的公路上行车要比在城里安全些呢？

解析

因为人们往往是在离家不远的公路上开车，而很少开车去太远的地方。



统计结论

某城市的统计结果表明，平均每个家庭有 1.5 个小孩。请问能否找到有 1.5 个小孩的家庭？

解析

这里的平均数是小孩总数除以家庭数量计算得到的理论值。现实中不可能存在满足这种平均数的家庭。人们很容易认为平均数的实际例子必然存在，其实不然！



统计结论

某城市的统计结果表明，平均每个家庭有 1.5 个小孩。请问能否找到有 1.5 个小孩的家庭？

解析

这里的平均数是小孩总数除以家庭数量计算得到的理论值。现实中不可能存在满足这种平均数的家庭。人们很容易认为平均数的实际例子必然存在，其实不然！



统计结论

大家都听过“当年的高考状元现在过得怎么样了？”、“高考状元跟踪调查，现状如何？”之类的新闻报导。这类调查的结果一般都是高考状元没有一位成为行业领袖，或者成为顶尖人士的人很少…

高考状元“有用”吗？

请看中央教科院的调查结果：“我们调查了恢复高考以来的3300名高考状元，没有一位成为行业领袖”（见《上海教育》2011年12A期第34页）。

不仅如此，他们还有另一个调查结果：全国100位科学家、100位社会活动家、100位企业家和100位艺术家，除了科学家的成就与学校教育有一定关系外，其他人所获的成就和学校教育根本没有正相关关系。（同上）



解析

高考状元人数一共就是 3000 多，可是中国人口数量有 13 亿多。按照这个比例来算，130 万之中，才有不到 3 个状元。而成为一个像马云这样的行业精英人士的概率又有多高呢？这两件事情同时发生的概率更是小概率事件中的小概率事件，因为这两件事不同时发生的可能性极大，而将其不同时发生的强关联性作为论证用来支撑“状元成材率低”这个命题，本身就是在用统计学耍流氓。



实验

在一定的人群中统计一下他们是否平时常吃海参，挑选出常吃海参的一组和不常吃海参的一组。然后进行智商测试，对总体结果进行统计，看看哪一组智商平均值更高，或者直接统计吃海参频率和智商之间的相关系数。

结论与推论

- 如果常吃海参的一组平均智商得分更高，那么研究人员就会得出结论：常吃海参和智商高之间是呈正相关的关系的。
- 海参吃得越多智商就越高哦！为了提高智商赶紧吃海参吧！



实验

在一定的人群中统计一下他们是否平时常吃海参，挑选出常吃海参的一组和不常吃海参的一组。然后进行智商测试，对总体结果进行统计，看看哪一组智商平均值更高，或者直接统计吃海参频率和智商之间的相关系数。

结论与推论

- 如果常吃海参的一组平均智商得分更高，那么研究人员就会得出结论：常吃海参和智商高之间是呈正相关的关系的。
- 海参吃得越多智商就越高哦！为了提高智商赶紧吃海参吧！



解析

海参和聪明之间的正相关性，有可能是因为经常吃到海参的家庭一般比较富裕，而富裕的家庭通常可以给孩子提供更好的教育资源，以使得孩子更聪明；也可能是有一个或者多个基因，同时起到了使人喜欢吃海参和提升智商两种作用。如果不排除这些其他可能性，说吃海参可以导致更聪明的说法就是不可信的。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

启示

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

启示

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

解析

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

解析

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

解析

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



现象

在 1860 年到 1940 年间，美国东北部新英格兰地区卫理公会牧师数量呈现上升趋势，而其中最大的城市波士顿进口的古巴朗姆酒数量也随之增加，二者增加的趋势极其相似。

结论

卫理公会牧师肯定在那段时间抢购了大量的朗姆酒。

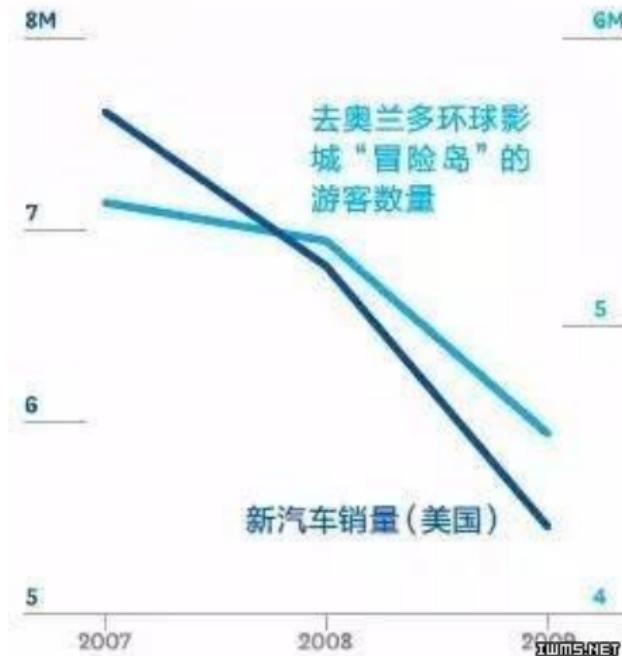
解析

真正驱动二者数量上升的因素另有乾坤——人口增长。



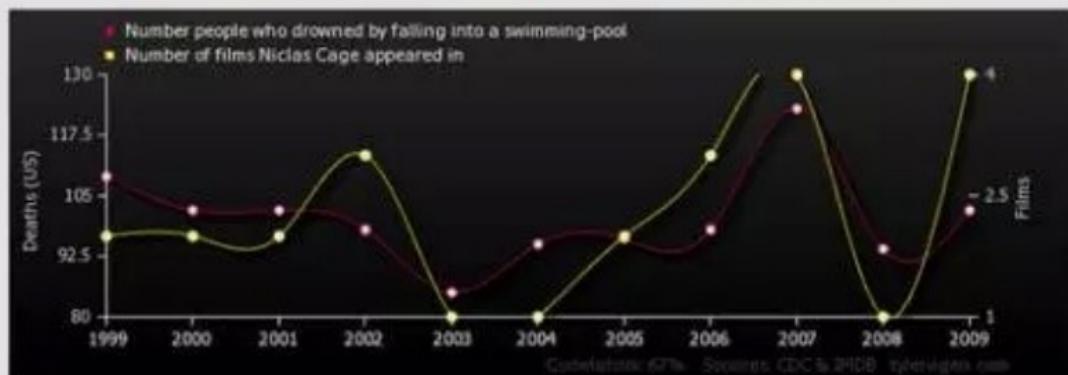
案例 | 其他 | 环球影城 vs. 汽车销量

为了提高汽车销量，大力推广奥兰多环球影城



案例 | 其他 | 失足淹死 vs. 失踪电影

Number people who drowned by falling into a swimming-pool
correlates with
Number of films Nicolas Cage appeared in



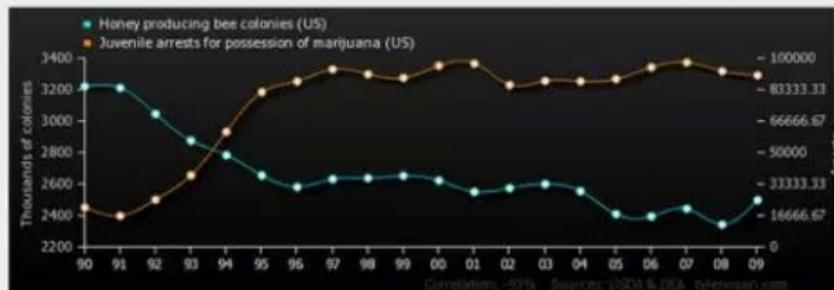
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Number people who drowned by falling into a swimming-pool Deaths (US) (CDC)	109	102	102	98	85	95	96	98	123	94	102
Number of films Nicolas Cage appeared in Films (IMDb)	2	2	2	3	1	1	2	2	4	1	4

Correlation: 0.666004

失足跌入游泳池淹死的人数与尼古拉斯凯奇出演的失踪电影数量呈正相关。

案例 | 其他 | 蜜蜂 vs. 大麻

Honey producing bee colonies (US)
inversely correlates with
Juvenile arrests for possession of marijuana (US)



Honey producing bee colonies
(US)
Thousands of colonies (USDA)

90: 3,220; 91: 3,211; 92: 3,045; 93: 2,875; 94: 2,783; 95: 2,655; 96: 2,581; 97: 2,631; 98: 2,637; 99: 2,652; 00: 2,622; 01: 2,550; 02: 2,574; 03: 2,599; 04: 2,554; 05: 2,409; 06: 2,394; 07: 2,443; 08: 2,342; 09: 2,498

Juvenile arrests for possession
of marijuana (US)
Arrests (DEA)

90: 20,940; 91: 16,490; 92: 23,004; 93: 37,915; 94: 61,003; 95: 82,015; 96: 87,712; 97: 94,046; 98: 91,467; 99: 89,523; 00: 95,962; 01: 97,088; 02: 85,769; 03: 87,909; 04: 87,717; 05: 88,909; 06: 95,120; 07: 97,671; 08: 93,042; 09: 90,927

Correlation: -0.933389

科学媒介中心

美国蜜蜂蜂群数量与因持有大麻被逮捕的美国青少年数量呈负相关。



- 游泳死亡人数越高，冰糕卖得越多，也就是游泳死亡人数和冰糕售出量之间呈正相关性，我们可以由此得出结论说吃冰糕就会增加游泳死亡风险吗？
- B 学校学生毕业后拿到的平均工资更高，接受 B 学校的教育是导致工作较好的原因吗？
- 吸烟的人精神压力水平较大，那么吸烟会产生压力吗？
- 有孩子的人更加成熟，有孩子是成熟的原因吗？
- 海拔越高的地方我们感觉越冷。这是不是意味着海拔是导致温度低的原因？
- 震耳的音乐会引发青春痘？
- 体重过重的人活得比瘦子久，所以断定过胖可以延年益寿。



- 某人未婚婶婶的数字和其骨骼中钙含量（负的相关关系）
- 枯草热、花粉过敏等和小麦的价格（负的相关关系）
- 鞋的大小和笔迹的可识别性（正的相关关系）
- 外国人比例和刑事犯罪（正的相关关系）
- 冰激凌销售量与犯罪率（正的相关系数）
- 已婚男子活的时间更长
- 张三和李四的手表的时间具有很强的相关性
- 股票行情和裙子长短流行的方式具有惊人的相似性
- 学生的 SAT 成绩和其家里的电视机数量呈正相关关系
- SAT 考试分数与家庭的汽车数量之间存在高度的相关性
- 在过去 20 年里激增的中国人均收入和上升的美国儿童自闭症确诊率之间有一个正相关且具有显著统计学意义的关系



教学提纲

1 突发奇想

2 引言

- 相关
- 因果
- 相关 vs. 因果

● 总结

案例解析

● 引言

● 精品案例

● 其他案例

4 图说天下

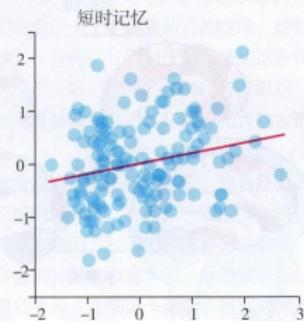
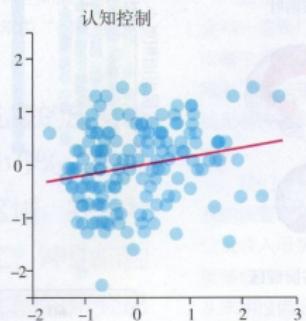
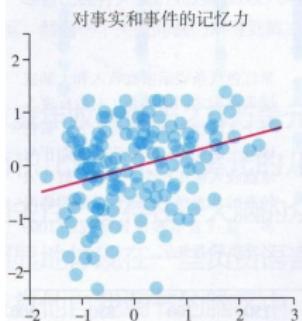
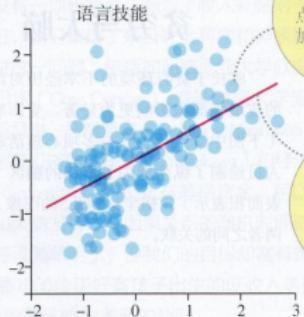
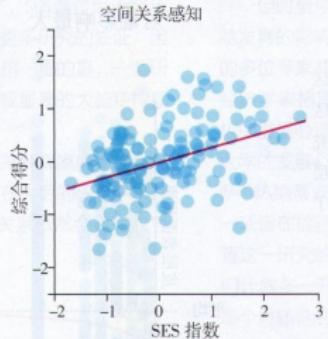


穷人的大脑更小

研究数据

财富效应

当家庭社会经济地位 (SES) 更高时, 儿童往往在多项认知技能上表现更好。对于高-低收入家庭的儿童在语言任务中的差异, 有近三分之一可以归结为 SES 的影响。而在其他认知能力的测试中, SES 所占的比重小些, 但仍有显著的影响。

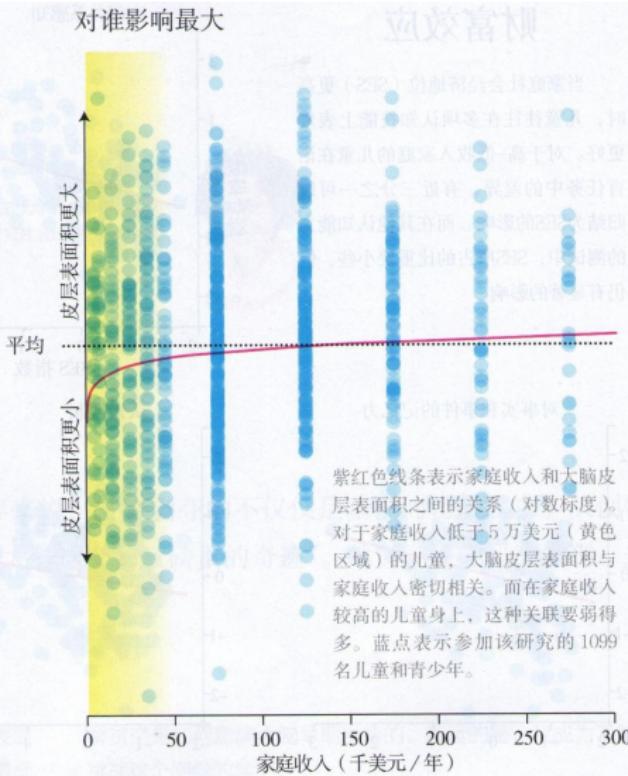
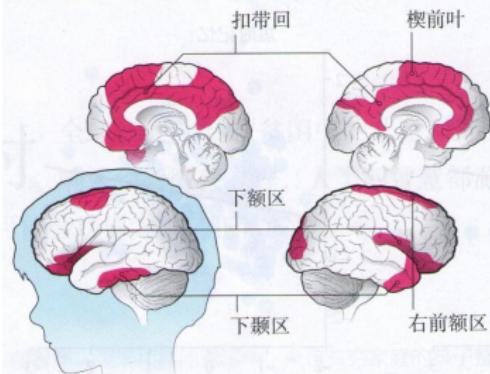


穷人的大脑更小

贫穷与大脑

成长于贫穷环境的不幸经历对部分脑区的皮层表面积影响更为显著。受影响的脑区（下图中紫红色）参与多项心理活动。研究人员绘制了纵坐标为受影响的脑区（以皮层表面积表示），横坐标为SES的图像，展现了两者之间的关联。

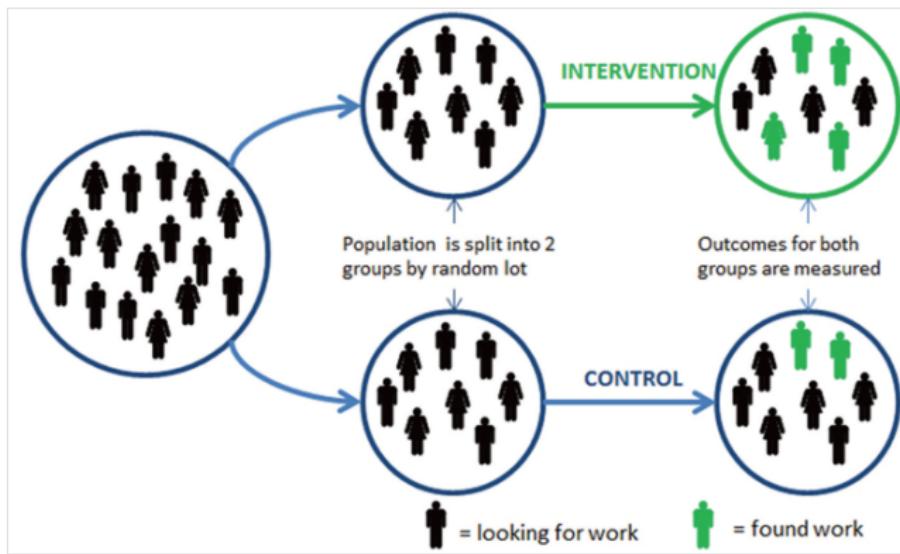
易受贫穷影响的脑区



穷人的大脑更小

随机对照试验

为了研究因果关系，我们需要运用科学实验的黄金法则：随机对照试验。其中，随机分配的“治疗”组会接受某种干预，而同样随机分配的另一组则接受“对照”措施，这让我们能够判断这种干预对大脑发育的影响。

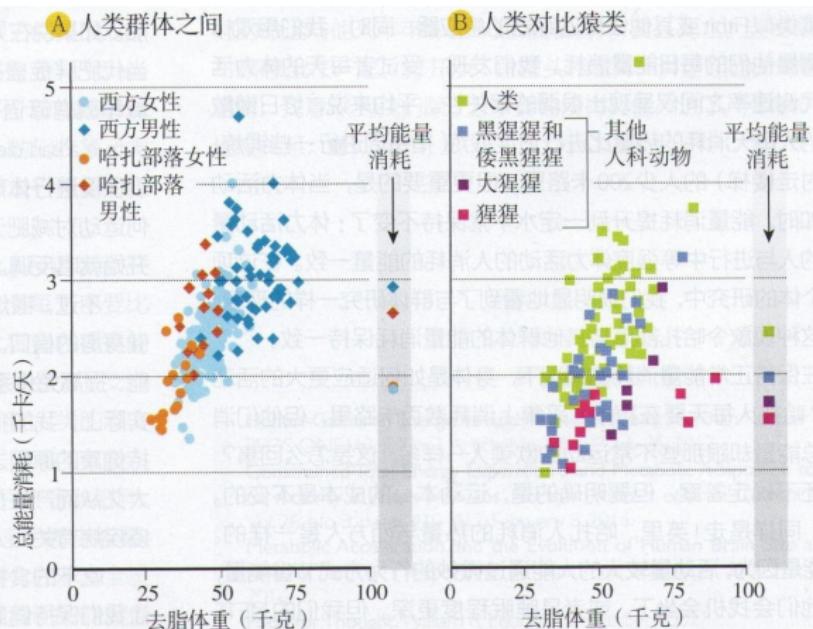


运动悖论：锻炼无关减肥？

能耗与运动

此前，专家认为运动量较大的人比体力活动较少的人消耗的能量更多。但通过直接的测量，我们发现现代的狩猎采集者每天消耗的热量与久坐的欧美人群相近A。如果人类的代谢速率是固定的，相比于其他灵长类动物，我们硕大的大脑、更长的寿命和其他高能耗的特征是如何演化而来的？人类每天比其他人科动物多消耗几百卡路里的热量B，表明我们的新陈代谢率变得更快，从而为人类高耗能的特征提供动力。

为了排除体重差异引起的能量消耗差异，西方人的平均能量消耗按照哈扎人的体重进行换算，其他人科动物的平均能量消耗也按照人类的平均值进行了换算。



Powered by



T_EX L^AT_EX X_ET_EX Beamer

