

组织学实习指导

第二军医大学组织胚胎学教研室

一九八五年四月

医 用 统 计 方 法

吴兴闽 编

第二军医大学军队卫生教研室

一九八五年五月

医用统计方法

目 录

第一章 绪论

第一节 为什么要学习医用统计方法	1
第二节 医用统计方法的基本内容	2
第三节 几个常用名词	6
第四节 关于统计符号的说明	9

第二章 统计资料的描述和表达

第一节 相对指标	11
第二节 平均指标	17
第三节 变异指标	26
第四节 统计表	34
第五节 统计图	39

第三章 χ^2 检验

第一节 四格表资料的 χ^2 检验	48
第二节 $2 \times c$ 表及 $r \times 2$ 表资料的 χ^2 检验	57
第三节 配对计数资料的 χ^2 检验	67
第四节 $r \times c$ 表资料的 χ^2 检验	74

第四章 t 检验和 U 检验

第一节 标准误	79
第二节 关于 t 检验和 U 检验的一些概念	83
第三节 两种 t 检验	90
第四节 t 检验中的几个具体问题	95
第五节 U 检验	104

第五章 方差分析

第一节 对方差分析的一些简要说明	117
第二节 完全随机设计资料的方差分析	123
第三节 随机化完全区组设计资料的方差分析	135
第四节 拉丁方设计资料的方差分析	140
第五节 方差分析中的某些理论	144

第六节 正交设计资料的方差分析.....	147
第六章 回归与相关	
第一节 直线回归.....	158
第二节 直线相关.....	174
第七章 半数致死量	
第一节 剂量反应曲线.....	179
第二节 生物鉴定前的准备工作.....	182
第三节 几种推算 LD_{50} 的方法.....	186
第八章 非参数检验和参照单位分析	
第一节 符号检验.....	200
第二节 秩和检验.....	204
第三节 多组资料的秩检验.....	214
第四节 参照单位分析.....	221
第五节 秩相关.....	231

医用统计方法

Statistical Methods Applied to Medicine

第一章 绪 论

Introduction

统计学 (statistics) 是一门有其专门研究对象和研究方法的科学。它内容广泛, 自成体系, 且包括许多分支。医用统计方法只是其中很小的一支。在未涉及具体内容之前, 先简介一些有关概况, 对初学者可能有所裨补。

第一节 为什么要学习医用统计方法

Aims of Studying

医用统计方法是医学科学实验或调查工作中所应掌握的工具之一。它是数理统计 (mathematical statistics) 上的方法在医学科研中的具体应用。或者说, 它是用以取得并处理医学科研资料 (data, 也译为数据) 的数学方法。医务工作者学习医用统计方法, 其着眼点或所应掌握的关键不是数学原理, 而是怎样合理地、恰当地把某些数学方法用到医学科研工作中来。这是开始学习医用统计方法之前就先要明确的一个问题。

统计学是从数量方面来研究事物变化的科学。变化有量变和质变之分。怎样划分这两者之间的界限, 在不同的科学领域里有不同的方法和标准。在医学科学研究工作中, 比如说要寻求一种更为有效的治疗方案, 当然要借助于治愈率的高低。但是, 同一治疗方案, 在反复应用场合下, 其治愈率也是有高有低 (这当然是量变), 而另一种治疗方案, 要比原来方案的治愈率高到什么程度, 才算进入质变的范围, 这个数量上的界限要由统计方法来定。所以, 医学科研工作者需要学习一些统计方法。

其次, 数理统计方法中的推理要依据概率 (probability)。根据概率进行推理时, 不是从一个而是一群个体出发。用医学上的例子说, 推论某法疗效高低时, 就不能从一例患者的治疗效果出发, 而必须从一群患者的疗效出发。但是, 这个群体也不可能把所有用该疗法治疗的该病患者统统包括在内, 充其量也不过是其中的一小部分。实验研究的任务之一就是要通过这一部份所得来的结果, 对该事物的全体进行估计。进行这种估计的科学手段, 就是以

概率论为推理基础的统计方法。所以，这是医学科研工作者要学习统计方法的另一个原因。

再次，统计工作的过程可粗分为三个阶段，即调查、归纳和分析。统计调查是收集原始资料的过程，统计归纳是整理资料的过程，而统计分析是计算推理的过程。统计工作的三个阶段是这样：医学科学研究工作，当然是以医学本身的理论和方法为主，但是其程序基本上也是按照这三个阶段来实施。在这三个阶段之中，无论是哪一个，都或多或少地要用到一些数理统计方法。所以，这是医学科研工作者要学习统计方法的再一个原因。

总之，医用统计方法是医学科研工作者所必须掌握的工具之一。它能发挥“去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里”的作用，是人们对客观事物的认识由片面向全面，从局部到全体逐步过渡的一种手段。医学科研工作者掌握了这个收集、归纳和分析资料用的数学方法，就既可对所研究的事物给予从数量到质量上的说明，又可以从部分研究对象着手，根据概率的原理，来探索事物的内在规律，从而不断发展医学科学研究成果，为保障人类健康提供更多更有效的措施。

第二节 医用统计方法的基本内容

Essential Contents

前面已经提到统计工作分为三个阶段。就统计方法来说，其内容也和这三个阶段有关。但从统计方法所发挥的作用来说，主要是两个方面。一个，就是要从统计方法的角度出发，为实验研究取得正确而适量的原始资料进行事先的筹划。另一个，就是要对取得的原始资料进行归纳整理、加工计算和分析推理，得出本次实验研究的结论。这两者之中，前一个一般称为实验设计（experimental design），后者内容复杂，可以笼统地叫作数据或资料的统计处理（statistical treatment）。从科研工作的实施来看，当然是先要进行实验设计，再按照设计中的安排，运用专业中的各种手段取得原始资料，然后才能进行统计处理。但从学科的演进来看是先有数据处理，而且正是由于处理时对原始资料提出了一定的要求，才逐步地发展了实验设计的内容。实验设计的出现又大大促进了数据处理的提高，所以这两者相互依存，混为一体，当前已形成比较系统而完整的科学。也正是由于这个缘故，一般情况下，在这门课程里，总是先介绍数据处理中的具体步骤，然后再介绍实验设计中的原则和措施。因为这样安排对初学者说来便于理解。目前，作为绪论，下面将分别概略地说明一下这两个方面的范围。至于其具体内容将在今后各章节中分别讨论。

一、实验设计的一般轮廓

医学科学研究工作并不局限于实验室内，常有时还要到现场（如疫区）和临床中进行。无论在什么场合下进行实验研究或调查研究，由于影响研究结果的因素非常复杂（有时甚至

可超过人们的预料)，所以任何科学研究，尤其是比较繁复或精密的研究，都必须有一个合理而周密的设计，以使用较少的人力物力和时间获得明确可靠而数量充分的资料。虽然在不同场合下进行的科学研究各有其特殊的要求和方法，但其主要环节和原理还是相同的。为此，这里把实验室、现场、临床及其它场合进行医学科研用的设计统称为实验设计(experimental design)，并简要地罗列其基本内容如下。

(一) 明确研究目的

任何科学研究在付诸实施之前都首先要明确其目的。所谓明确，主要是指要有针对性，即确定本次实验研究要解决的是什么问题。值得提请注意的是，对一次实验研究来说，只能希望它解决一两个而不是许多个问题。否则将会事与愿违，一事无成。

(二) 确定研究对象

研究对象要根据研究目的来确定。在不同研究场合下，研究对象可能都是某病患者，也可能是一批某种动物。研究对象中的每一个体(individual)都是一个被研究的单位，通常称为观察单位(observation unit)。其含意是所要了解掌握的现象或标志都应以该个体为单位而取得。在比较少见的情况下，一个观察单位可能是一颗生病的牙齿，也可能是一个家庭，甚至是一个自然村或更大的范围。

(三) 划定研究范围

统计调查有全面与非全面之分。在非全面调查中，范围的大小是个值得探讨的问题。一般说来，除某些个别情况(如稀有病例)外，每次实验研究都要包括足够数量的观察单位。这个一定数量的观察单位构成一个统计上所谓的样本(sample)。样本内所含观察单位的个数是关乎研究工作成败的关键之一。因为，若样本太大则显然将需要较多的人力、物力和时间，而且战线拉得太长，难免顾此失彼。反之，若样本太小则同类事物的变异和不同事物之间的差别又未必能充分显示出来。这个问题在实践中不易掌握，今后在有关章节里将要提出一些初步看法。

(四) 拟订观察项目

实验研究过程中对观察单位所要测定、检验、询问和以其它方式了解或掌握的现象统称为观察项目(items)或标志(indications)。标志有主观(如主诉)与客观(如检验)之分，也有数量(如脉搏次数)与品质(如治疗结果)之别。实验研究中采取哪些项目要根据研究目的，用专业知识来拟订。显而易见，客观标志比主观标志更可靠，而从统计处理的角度来看，数量标志比品质标志带有更多的信息(information)。在一次实验研究里究竟观察哪些项目应根据需要和可能来拟订，原则是既不可残缺不全，又不能包罗万象。但这毕竟是以医学专业知识为主来考虑的问题，而统计知识只是一个少不了的侧面。

(五) 分组

分组(grouping)在实验研究中具有非常重要的作用。一次实验研究之中，把实验对象划分为多少个组，每组分别给以何种措施，各观察单位是怎样逐一被分派(allocate)到各组中去，而每组内又应该容纳多少观察单位等等，这一系列问题都将直接影响实验研究的成

败。概括地说，其中有对照（control）、随机化（randomization）和重复（replication）三个原则。其具体内容将在掌握了一些数据处理的方法之后再作初步讨论。

（六）制定原始记录表

实验研究用的原始记录表（original record）是用以记录观察项目的表格。项目较少而又简单时可采用一览表（list）法，也就是所有观察单位的各个观察项目都罗列在一张表上。其优点是一目了然，可以随时洞观整个实验进程和所呈现的趋势。观察项目较多而且繁复的情况下，就不得不为每个观察单位设立一张表格。这张表格有时只是一张卡片（card），有时却非常庞大。例如，从某种意义上说，一份病历即可认为是一个观察单位的原始记录表。无论是一览表式还是卡片式的记录表，都应注意其中项目既要完整又须简明，更重要的是填写每项观察结果时都要统一口径，必要时可采用具有明确含意的符号或在观察项目之后列出各种可能的答案以备圈出。

（七）制订实施实验设计的程序

这是实验设计中最后的一个环节，通常包括科研中各步骤的进度及有关的安排。从统计角度来看，值得一提的是，其中应当考虑到未来的原始资料（raw data）该用哪些统计方法加工处理。因为通过它有时可以检查出一些想不到的疏忽。

一个周密而合理的实验设计往往需要专业知识和统计知识相互配合，经过深思熟虑才能制订出来。没有或只有粗糙的所谓设计往往会导至出乎意料的损失。这是广大科研工作者长期实践逐步积累起来的经验和体会，也是开始学习统计方法时所应建立的信念，并且还是在接触（如学习或阅读）每一具体资料及其统计处理时所应考虑到的问题。

二、资料或数据处理的初步范围

数据处理的内容目前已经相当广泛，而且还在日新月异地向前发展。这里只能把本课程内所涉及的方法，先提纲挈领地罗列一下，同时也为今后遇到实际资料时，怎样选用相应的方法或步骤提供一些线索。不过，值得提出的是，统计方法的选择和应用并不全是“对号入座”。同一份资料，按不同的目的和要求可以采用几种处理方法，同一方法，在不同场合，也可用之于不同类型的数据。对这个问题，初学时可能有些困惑，但随着对统计方法的理解不断深入，困难即可迎刃而解。

处理数据的统计方法，从内容来说可谓互相衔接，逐步深入，前后相连而不可分割，但从它所发挥的作用来说，有时是把所研究的样本及其总体给以数量上的说明，还有时是为了要进行事物间数量上的比较从而得出质量上的判断，也有时是要从数量和质量方面着手去探索事物间的依存关系。因此，有些作者把能起到前一个作用的统计方法称为描述统计（descriptive statistics），而把次一个称为推论统计（inferential statistics）。本课程有关数据处理的各章大体也是这样划分，即描述统计在前，推论统计在后，至于事物间的关系，因兼容前两者而放在更后。

从所要处理之原始资料的分类来看，比较普遍也很重要的划分法是把数据分为计量资料（measurement data）和计数资料（enumeration data）。计量资料标志着研究对象之某一方面的大小、轻重、或快慢等情况。这种资料大都是用定量的仪器从观察单位逐一测量得来的，一般都带有度、量、衡或其它单位，所以又称测量资料。测量所得各观察单位之间的变异表示事物的量变。计数资料是先把研究范围内每个观察单位都按其某种特征（或属性）来划分类型，再将每一观察单位一个一个地归入各自所属类型，类型之间的差别表示质变。不过还有一些资料居于这两者之间，即所谓等级资料或半定量资料。《卫生统计学》（人民卫生出版社，1977年）中列举了六种数据（见表1—1）来说明这两类资料的区别。其中(1)和(6)分别是典型的计数和计量资料，(2)~(5)可以认为是一些中间类型。

表 1—1 各类数据举例*

计 数 数 据			计 量 数 据		
①	②	③	④	⑤	⑥
动物毒性 试验结果	某 病 疗 效	某镇静剂 作用强度	抗 体 效 价	现 有 子 女 人 数	初生男婴 体重(kg)
致死	痊愈	—	1:100	0	3.2
	好转	±	1:200	1	3.18
	无效	+	1:400	2	3.185
存活	加重	++	1:800	3	3.1854
	死亡	∴	1:1600	4	∴
		∴	∴	∴	∴

*抄录时对表中标目及⑥栏数值略有变动

一般说来，这两类原始数据的统计处理是泾渭分明的。计数资料的初步统计加工是求相对数，然后通常是用 χ^2 检验（第三章）作进一步的统计处理。对于计量资料，一般是先求平均数和标准差，再运用 t 检验（第四章）和 F 检验（第五章）等按不同要求作出相应的处理。

在计量资料之中，若干观察单位的数量标志值（简称观察值）有时可形成某种很有规律的分布（distribution）。对这些分布，求得其数学表达式之后，再据以推导出来的数理统计方法称为参数法（parametric methods）。如果各观察单位的数量标志值不呈现任何已知规律性的分布，那么，这样的资料就不宜按参数法的原理来处理，适用于此类资料的统计方法称为非参数法（non-parametric methods）。表1—1中，(2)和(3)那样的等级资料，也常用非参数法来处理。

除上述各类统计处理之外，大样本和小样本的资料，以及运用不同实验设计方案所取得的原始资料，其统计处理也都有所区别。至于限定观察单位数量和未限定观察单位数量的样本，还有各医学专业所特有的资料处理等等，都已超出本次课程的范围，这里也就不一一罗列。

第三节 几个常用名词

Terms

统计方法象其它科技知识一样，有它自己专用的科技术语（technique terms）。为了避免在今后各章节中占用过多的篇幅而冲淡其主要内容，这里先把几个最常用的名词作些初步的解释。

一、样本和总体（samples and populations）

样本和总体是两个相对立而关系又非常密切的名称。样本是一个团体或群体，由或多或少但总是有限的个体或观察单位所组成。总体又称全体，也是个团体，是由许多或无限多的个体所组成。样本内的那些个体，有时虽然为数不算太少，但总可以，而且也必须一一观察完毕，因此每个样本都是一个具体存在的范围。总体内那些个体，虽然有时并非无限，但一般情况下（即除全面调查外），没有必要，也不一定可能逐一进行研究，所以只有少数总体才是具体存在的范围，而绝大多数总体都只是理论上存在的范围。在科研工作中，样本通常是调查研究的范围，而总体则通常是根据对样本的了解所要推论的范围。

例如，做白细胞分类计数时，一个人全身当时所有的白细胞是总体，血膜上显微镜下观察过的100个或200个白细胞是样本。再如，试用某一新的抗菌素时，最初接受治疗的一批某病患者构成一个样本，而此后，凡在相同条件下用该药治疗的全部该病患者是总体。在这两个例子里，两个样本都是由少数或有限的个体所组成，都可以而且必须一一观察完毕，都是所要调查研究的具体存在的范围。在两个总体中，就前例说，虽然一个人某时白细胞并非无限，而且也应当说是个具体存在的范围，但是，要想逐一调查研究恐怕是不可能的，当然也是不必要的。对于后例的总体来说，该病患者的总数就无从知道，当然更不可能每个都进行观察，所以，只能说它是个理论上存在的范围。但无论前例或后例，两个总体都可根据样本进行估计或推论。

二、抽样误差（sampling error）

宇宙间一切事物无不在运动中发展变化，而发展并不平衡。所以同类事物内诸个体之间普遍是互有相差。对同一事物在尽可能相同的条件下进行多次观测所得的结果，似乎应该相同，实际上严格地说还有差别。这些差别都是误差（error）造成的。误差的来源繁多，分类复杂。这里仅暂提一种，即从样本推论总体时最为重要者，叫作抽样误差。抽样误差，指自同一总体所抽各样本的某一指标（index）与该总体该指标，即真值（true value）之间的相

差。在没有人或外来因素干扰的条件下,如果样本不是太小,则抽样误差将会时大时小,小多大小,或正或负,正负各半,而随着抽样次数的增加,各抽样误差的代数和逐渐趋向于“0”。因此,大多数来自样本的平均指标或相对指标都围绕在相应总体指标的上下,而且形成一定的规律。这是根据样本估计总体时所必须领会的一个基本概念。

三、概 率 (probability)

概率(机率、或然率)是统计方法中几乎随时都要遇到的概念。通俗而简略地说,某事件的概率就是该事件发生之可能性的大小。其范围自0起到1止,通常用百分数或小数、也有时用分数表示。若一事件必然发生,则其概率为1或100%。例如,在一个大气压条件下,纯水加热至100℃时,即沸腾。这一事件,无论重复多少次,总是屡试屡中,故其概率为100%。反之,若一事件必然不发生,即无论试验次数多少也一次都不会发生,则其概率为0。科研工作中常遇到的概率不是这么极端,通常都是那些介于0与1之间的,既不是0也不是1的概率。例如:按孟德尔定律,呈显性与隐性遗传因子之子一代的比例为3:1。因而若将绿玉米(显性)与黄玉米(隐性)杂交,在没有外来因素干扰的情况下则可指望,所得种籽在一块田中种出来的玉米株里,绿玉米的株数应占75%,而黄玉米的株数应占25%。又如,新生儿的性别,是一个受着许多内外因素影响的问题。但正常情况下发生的事件只有两种,非男即女。多次大量事实所得结果,其比例接近1:1。因而就说生男生女的概率约各为50%。再如,用某药治某病,通过比较大量的观察,比如说是10,000例,得4,000例痊愈,3,000例好转,2,000例无效,1,000例死亡。那么,可以说某疗法治愈某病的概率是40%,而好转、无效和死亡的概率分别为30%、20%和10%。

通过以上数例,可以初步看出,一种概率有充分的科学原理为依据,可以认为是来自总体。另一种概率只是根据事实或用较大样本的频率(relative frequency)来估计,而且甚至就把这种频率当作概率。

关于概率在统计方法中的应用,要从以下几个方面去理解:

首先,它常用以事先推测。比如说,生男生女的概率各为50%,在应用时就是一种事先的推测。因为任何新生儿呱呱落地之后,其性别已经真相大白,也就无所谓男或女的概率各为多少。同理,某病患者经某法治疗后出院,对任一该病患者来说,疗效为治愈、好转、无效或死亡,四者必居其一,而不会有什么百分之几的问题。

然后,对统计上的概率,还必须理解,它不是指某一个体而是指一个群体而言。因为,说新生儿的性别为男或女的概率各约50%,是指一批新生儿中近半数男,近半数女,而不可能是指某一个新生儿一半是男,一半是女。

还有,对概率的理解,除为某事件出现之可能性的大小之外,它同时也是估计该事件出现时,估对了的可能性有多大。如果还是用新生儿性别的例子来讲,若生男的概率为50%,那就不仅意味着一批新生儿之中将有一半为男,同时也意味着,连续猜100个新生儿为男,

将会有50个是猜对了。

最后，关于概率在统计方法中的应用还有一个值得一提的问题，那就是统计方法中所惯用的概率常以大于多少或小于多少，也有时是以介于多少与多少之间的形式来表示，而且，对于“出现”或“不出现”这两个概率通常只用一个，而不用两个。比如说甲事件的概率 $P \leq 5\%$ ，就是指出现甲事件的可能性在5%及以下，其含意是0%→5%都有可能。至于不出现甲事件的概率，不言而喻就是5%以上（不包括5%）直到100%。但是在一般情况下，只要有了前者，后者就不大提到了。所谓概率处于两数值之间，那是数学上的习惯，因为数学符号的优点是简单而且严谨。例如 $5\% \geq P > 1\%$ 表示概率等于或小于5%但大于1%，即也许是5%，也许不到5%，但一定不是1%或更小。

四、显著性检验 (test of significance)

显著性检验包括许多具体内容，几乎可以说是对科研数据进行整理加工以及从而根据样本推论全体的各种方法的总称。这些方法的具体步骤仅仅是些很基本的演算。但是要能够恰当地运用这些方法，并能根据演算的结果对科研资料正确地进行推论，那就必须对显著性检验中的某些概念有足够的理解。因此，这里也需要作些初步解释。通过显著性检验的具体实践，这些概念将会更清楚些。

首先，所谓“显著性”在统计方法中是指相差的显著性，而相差是指样本与样本之间的相差，或者是样本与总体之间的相差。至于总体与总体间的相差，那就无须用统计方法来进行判断，所以也就没有什么统计上的显著性可言。

其次，所谓“显著性”是按差别的“相对”大小，即不同事物之间的差别，各用它们自己的标准衡量，从而分为不显著、显著和非常显著三个等级。进行显著性检验也就是要判断手中的相差属于哪个等级。在这里关键问题是，显著性检验是以概率所在的范围为界限来划分差别的等级，而常用的（但不是必然的）具体的界限就是5%和1%（这是一种人为的规定）。比如说，某样本与某总体相差不显著，那就是说该样本来自该总体的概率 $P > 0.05$ ；某样本与某总体相差显著，也就是说该样本来自该总体的概率 $0.05 \geq P > 0.01$ ；某样本与某总体相差非常显著，那也就是说，该样本来自该总体的概率 $P \leq 1\%$ 。同理，样本与样本之间的差异，也须视该两样本来自同一总体（或两个相等的总体）的概率在什么范围之内而定。

正是因为显著性是以概率所在的范围为准，科研工作者对于经显著性检验后所得之结论的可信程度就有了一个数量上的说明。比如说，进行两法疗效相比较的显著性检验时，得到甲优于乙，相差显著。那就意味着，如果今后重复同样实验，则100次实验之中，可指望有未滿5次与目前相差趋势相反，而其余95或更多次都仍然是甲优于乙。这样，从临床实践来说，就有了推广甲法的依据而使该结论具有一定的意义。“有意义”是原文 significant 的原意，其中含有很明显而值得注意的意思，因而 significance 这一名词也就相应地被译为显著性了。

至于差别怎样用它们自己的标准去衡量，又怎样和概率发生了联系，那都是有关显著性检验的具体内容，将在以后各章节中分别讨论。

第四节 关于统计符号的说明

Notations

学习和运用统计方法时，都需要熟练地识别和使用许多符号。但不同书刊上那些自成体系的符号给初学者造成不少困难。为此，这里提出一些识别符号的途径也许不无帮助。

一般说来统计方法中所用的运算符号和关系符号都是沿用数学中的习惯。统计方法中某些惯用的符号也还有一些和数学上的相同。例如 X 代表一变量值 (variable value)， Y 代表另一变量值等等。此外，一些统计术语 (technique term) 的符号是原文名词的第一个字母或其缩写 (symbol)。比如说标准差 (standard deviation) 的符号是 s ，中位数 (median) 的符号是 md 等等。在这种简单表达方式的基础上有时还添补一些附加的符号而成为一个新的符号，例如 $\bar{x}$ ，代表若干个变量值的平均，而 $\bar{\bar{x}}$ 则代表若干个样本均数的平均等等。

从字母的种类上来看，统计方法中常用的符号有拉丁字母和希腊字母两套。在大多情况下拉丁字母用以表示统计量 (statistic)，即来自样本的各种数值；希腊字母用以表示参量 (parameter)，即描述总体的各种数值。例如前面所说的 s ，它所代表的标准差是指根据样本资料算来的标准差，而表达总体标准差的符号为 σ 。 σ 是个希腊字母，它相当于拉丁字母里的 s ，所以在含意上也和 s 相对应。至于 $\bar{x}$ ，它所代表的是来自样本的均数，有的教材中取 mean 的第一个字母 m ，所以和样本均数相对应的总体均数采用了希腊字母 μ 。

关于字母用大写或小写的问题，一般说来统计方法中的希腊字母基本都是小写 (运算符号除外)，拉丁字母则既有大写又有小写，两者含意并不相同。有时大写的拉丁字母代表原始数据，而小写则代表相应的加工数据，但并不是所有大小写拉丁字母都是相互对应，有时甚至毫不相干。

统计方法中常可见到一些符号在其右下方 (或有时在其它地方) 又附加了若干下标 (subscript)。一般说来这些附加的部分都发挥着说明原符号的作用。不过有时附加之后竟达三层。这就需要确切地理解它的含意。例如 X_i 代表第 i 个变量值。 s_2 代表第二个样本的标准差， $s_{\bar{x}}$ 则代表样本均数间的标准差，即标准误 (standard error)，而 $s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ 则代表 1、2 两样本均数相差差数的标准差，简称为两均数相差的标准误，等等。

统计方法中还有一些符号由较多字母所组成，如 probit (机率单位) 是 probability unit 的缩写。也有的字母是为了纪念某个学者而取其姓氏的第一个字母。还有一些情况是本应按上述几个途径来选用某个字母，但该字母事先已被占用，为了避免重复只好改头换面，由小写改用大写或采用了临近的字母。当然还有一些字母也许只是由于最初使用的学者兴之所至信手拈来，那也就只好相沿成习而无从追究。另外，由于字母甚少，符号繁多，同一字母代

表两个事物的情况也在所难免。

总之，统计方法中的符号并无一贯到底的系统，而且各家所用不尽相同，但是它并非杂乱无章。克服困惑的方法是多用，用惯了就可以掌握其中的规律。上面所提的几个途径，不过是一些聊胜于无的线索，仅供初学者参考。

补充读物

1. 关于实验设计的一般概况可参阅《医用数理统计方法》（郭祖超等编，人民卫生出版社1965年出版，以下简称郭著）第一章第二节。

2. 关于误差的概念和分类可参阅《卫生统计学》（中国医学科学院卫生研究所等单位主编，人民卫生出版社，1977年出版，以下简称卫生统计学）第一章第五节。

3. 关于统计符号可参阅《医学统计方法》（上海第一医学院卫生统计学教研组编，上海科学技术出版社，1978出版，以下简称医学统计方法）附录二。

第二章 统计资料的描述和表达

Description and Presentation of Statistical Data

根据实验设计的安排, 通过以医学技术为主要手段所收集得来的资料, 在统计上叫原始资料 (raw data)。原始资料直接来自实践, 但在未进行统计加工之前, 不能明确地给人以结论性的概念。如果对资料加工的目的只是对样本和总体进行描述和表达而不进行样本间或样本与总体间的比较, 就是所谓描述统计 (descriptive statistics)。对计数和计量统计资料的这种加工是本章前三节的内容; 有时加工整理后的资料较多, 为使人一目了然, 还常用表格和图形的形式来披露, 故本章后两节还将讨论统计表和统计图的绘制。

第一节 相对指标

Relative Index

一、相对指标的概念

相对指标简称相对数, 是计数资料经过统计加工而后得来的。其主要作用有二, 一是说明事物发生或出现的普遍程度, 二是便于比较。相对数有不少类别, 分类方法也不一致。不管怎样, 不同类相对数的作用是不容混淆的。所以, 下面将分别说明两种主要相对数的作用, 再提出一些实际应用时所需注意的事项。

二、两种常用的相对数

(一) 率

率 (rate) 最初是带有时间因素的一种相对数。但后来许多并无时间因素的相对指标也都进入了“率”的范围, 率的含意就扩大, 而成为某事件或现象在一定范围内出现的频度 (即频繁的程度), 故也称为频度或强度相对数 (或指标)。例如某地区共有小学生 2,108 人, 其中患砂眼者 481 人。则:

$$\text{砂眼患病率} = \frac{481}{2,108} \times 100\% = 22.8\%$$

它说明在该地区小学生中患砂眼者的普遍程度是 22.8%。当然, 如果还是在该批小学生之中又查出患龋者若干人, 就可以另外算出第二个率来。它可以说明患龋者的普遍程度。同理,

如果是在另一地区的一批小学生里进行体检，也可同样得到一个患砂眼的人数，并同样可以再算出另一个地区小学生的砂眼患病率来。那时，第一个率就既可以和第二个率相比较，也可以和第三个率相比较。因为在分母不同的情况下，两个绝对数（分子）不便比较，而化成率，有了共同的基础就可以相比了。

在这里值得提出的是，运用称之为率的强度相对指标时，说明的重点是分子所代表的事物。强度相对数的分子（某事物的绝对数）总是分母（该事物所在范围的绝对数）中的一部分，但是在应用一个强度相对数时，对分母中除了分子以外的那一部分并未作更多的说明。虽然还可用以算出其它的强度相对数来（如上例患龋者），但那已经是另一分子，所得另一指标，用于另一事物了。而且，一般说来，同一分母之两个率并没有加减关系，两个分子也没有加减关系。

强度相对指标的基数并不固定，常用的有100，1,000，和100,000，依分子所代表事物的普遍程度而选用。稀有事物（如某一种癌肿）在人群中的普遍程度通常很低，则其基数可用100,000，目的是为了免去指标中的多位小数。因为相对指标的小数只要一或两位即可，否则未免失之琐碎。

（二）比

比（ratio）是一种范围很广的相对指标。其中最常用而且容易和强度相对数相混淆的是结构或构成比，又叫结构相对数（或指标）。所以这里将着重地说明它。

结构相对数的含意是某一范围内各组成部分分别占据的比重。例如，表2—1中最右侧一

表2—1 某大队患疟社员中检出各类原虫者百分比

原虫类别	人数	百分比(%)
间日疟	100	32.1
恶性疟	181	58.0
三日疟	1	0.3
混合感染	30	9.6
合计	312	100.0

栏的一组相对数，分别说明感染各类疟原虫者在该批患疟社员中所占的比重。这一组相对数当然也分别说明感染各类疟原虫的社员在该批患疟社员中的普遍程度，并可彼此之间进行比较。但是，需要强调指出的是，在运用称之为比的结构相对数时，说明的重点是分母所代表的范围。对本例来说，那就是在312名患疟社员中检出各类原虫者的百分比。当然，结构相对数的分母也总是包括各个分子，但是每个分子都同时发挥了作用才全面地把整个范围表达出来。同一范围内的一组结构相对数不但可以相加，而且其合计必然是100%。结构相对数的基数，通常都是100，因而在统计表中所用的标目大都是“百分比(%)”。这是结构相对数和强度相对数的区别，一定要辨别清楚。

除结构相对数外，称之为比的相对数还有许多，有对比相对数、关系相对数、完成计划相对数，甚至于动态相对数也可看作是属于比的范围。它们的共同点是都用以表示两类事物

或两个范围之间数量的比较，也就是说分子和分母分别代表两个事物而不互相包括，不过，在两者之间的关系不同的条件下，或者说这个比在用以说明不同问题的场合下，才会有许多不同的名称。由于它们在统计方法中应用不广，含意也很简明，这里就不一一赘述了。

顺便提出，流行病学上经常见到的相对危险性(relative risk)也可以说是属于比的一种相对指标。它是两个率之间的对比。通常是在研究某一可能致病因素时，将暴露与未暴露于此因素条件下所得的两个可比的发病率相比较，则可能说明暴露与发病之间的联系。例如，在选定的874名生活条件基本相同的成年人中，吸烟者有711人，其中患肺癌者 412 人，不吸烟者有163人，其中患肺癌者32人，则相对危险性(RR)为：

$$RR = \frac{412/711}{32/163} = 2.95$$

说明吸烟的成年人患肺癌的可能性是相同生活条件下不吸烟者之2.95倍。

在不同实验设计或调查方式条件下，相对危险性的计算方法并不相同。这里只是初步的说明，应用时尚需参阅有关文献。

三、运用相对数时应注意的几个问题

(一) 强度相对数和结构相对数的含意不可混淆

强度相对数和结构相对数的含意本来是泾渭分明的，但相互混淆的情况还是屡见不鲜。下面用表2—2和2—3所列的资料来进一步说明两者的区别。

表 2—2 各分队痢疾发病率，×年

单位(分队)	平均人数	痢疾人数	发病率(%)
炮兵	2,000	14	7
侦察	530	17	32
通信	617	50	81
驾驶	263	10	38
直属	522	11	21
合计	3,932	102	26

表 2—3 各分队痢疾患者百分比，×年

单位(分队)	痢疾人数	百分比(%)
炮兵	14	13.7
侦察	17	16.7
通信	50	49.0
驾驶	10	9.8
直属	11	10.8
合计	102	100.0