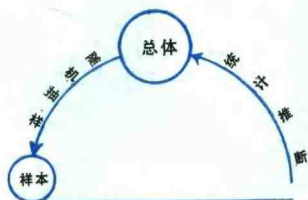


医学统计学

胡克震 孙本志 马德锡 主编



观察 单位	观 察 指 标			
	A	B	...	K
1	A ₁	B ₁		K ₁
2	A ₂	B ₂		K ₂
⋮	⋮	⋮		⋮
n	A _n	B _n		K _n

科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

本书是为继续医学教育编写的约30学时的教材。鉴于目前国内
外医学期刊文献应用最多的仍是基本统计方法,并结合所了解的实
际情况,编写是参照卫生部国家医学考试中心1986年编印的《高等
医学院校专业业务统考大纲》,仅部分内容考虑其实用性稍有超出
大纲范围,以适应基础不同读者选读。全书共十章,附录常用统计用
表12个与考试大纲,各章内容循序渐进,重视实用,力求叙理浅显清
晰,是一本医学统计入门书。

本书可供医疗、儿科、口腔专业本科生、专科生作卫生统计学教
材,亦可作为报考医学专业硕士研究生的复习教材。虽然实例是医
学方面的,但因统计方法具有通用性,对统计学有兴趣,有中等文
化水平的科技人员,亦可作自学或参考用书。

医 学 统 计 学

胡克爵 孙本志 马德锡 主编

科学技术文献出版社出版发行

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

大连广播电视报社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 8.25印张 179千字

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

印数:1—8000册

ISBN 7-5023-1918-2/R·333

定价:5.10元

序

在医药卫生科技进步活动中，掌握和运用统计学方法，被越来越多的人所重视。医药卫生界是知识密集、技术密集、人才密集的重要技术领域，在这个领域内，几乎每个病、每种药、每项预防保健措施都要同数据打交道，都需要有统计学的支持。然而，有许多科技工作者由于统计学上的偏差或失误，把本来是成功的结果当成失败而放弃，而把失败的教训误认为是成功的结论加以宣传报导。所以，正确掌握和运用医学科学研究的统计学原则和方法，也就成为现代医学科技工作者的必备素质，也是衡量一个成熟的医药学家知识结构的标志之一。

现代医学的发展，一方面高度分化，一方面又高度综合，呈现了整体化趋势；在医学科学研究的方法上，从经验的方法走向辩证思维的综合方法。因此，医学科学技术的进步比过去任何时期都更需要哲学的辩证思维指导。本书作者均系多年从事医学统计学、科学研究和科技管理的专家、学者，有丰富的教学与实践经验。他们在总结自己实践、认识、再实践、再认识经验的基础上，特别强调统计方法不只是对数据的最后统计分析，在设计收集资料时就要充分运用统计学的基本原则，即辩证思维的方法，才能达到假说预期结论的科学性和准确性。同时，对什么是统计思维方法，研究人员掌握这一思维方法的重要性与必要性进行了论述，这是本书的重要创新和特点之一。

1986年以来，经卫生部批准先后在全国二十个城市开展了继续医学教育试点活动，1991年7月卫生部又制定了《继续医学教育暂行规定》，强调继续医学教育的内容要适应各类专业卫生技术人员实际需要，注意针对性、实用性和先进性，许多继续医学教育试点城市都把数理统计学作为公共必修课之一。可见，对这门课程的地位和作用，都给予了高度重视和厚望。本书参照了卫生部国家医学考试中心1986年编印的《高等医学院校专业业务统考大纲》，以实用为目的，遵照循序渐进的原则，力求深入浅出，浅显清晰。本书是为继续医学教育编写的教材，亦可供医疗、儿科、口腔专业本科生作卫生统计学教材，也可供未达到大专文化程度的卫生技术人员作自学参考书。现将本书推荐给广大读者，希望它能对广大读者攀登医学科学技术高峰有些帮助。

本书是由六位作者分别编写的，尽管经多次统稿，但在整体结构和编写体例等方面都可能存在缺点和不足之处，恳请读者不吝批评指正。

中华医学会常务副会长兼秘书长

医学博士 曹泽毅

1992年7月24日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 统计及其用途	(1)
第二节 统计资料的类型	(4)
第三节 统计工作的步骤	(6)
第四节 几个基本概念	(8)
第五节 怎样学习	(14)
习题	(16)
第二章 统计表与统计图	(18)
第一节 统计表的绘制	(18)
第二节 统计图的绘制	(25)
习题	(37)
第三章 计量资料的统计描述	(39)
第一节 资料的整理	(39)
第二节 集中趋势 (中心位置)	(43)
第三节 离散趋势 (变异度)	(49)
第四节 分布的描述	(55)
第五节 正常值范围	(59)
习题	(63)
第四章 计量资料的统计推断	(65)
第一节 均数的抽样误差与标准误	(65)
第二节 t分布	(67)

第三节	总体均数的区间估计	(70)
第四节	假设检验的基本原理与步骤	(73)
第五节	样本均数与总体均数的比较	(81)
第六节	配对资料或同一批对象实验前后的比较	(83)
第七节	两样本均数的比较	(88)
第八节	两样本几何均数的比较	(91)
第九节	假设检验时应注意的问题	(93)
	习题	(94)
第五章	计数资料的统计描述	(99)
第一节	相对数的种类	(100)
第二节	应用相对数时应注意的问题	(103)
第三节	率的标准化法	(105)
第四节	医学中常用的相对数指标	(111)
	习题	(119)
第六章	计数资料的统计推断	(122)
第一节	率的抽样误差与标准误	(122)
第二节	率的 u 检验	(125)
第三节	χ^2 检验 (chi-square test)	(129)
	习题	(144)
第七章	线性相关与回归	(146)
第一节	引言	(146)
第二节	线性相关分析	(147)
第三节	直线回归	(151)
	习题	(158)
第八章	非参数检验方法	(160)

第一节	引言	(160)
第二节	符号检验 (sign test)	(161)
第三节	配对资料的符号秩和检验	(164)
第四节	两样本比较的秩和检验	(168)
第五节	多个样本比较的秩和检验	(172)
第六节	等级相关	(176)
	习题	(180)
第九章	生存资料分析	(185)
第一节	用途	(185)
第二节	数据的特点与收集	(186)
第三节	生存曲线	(188)
第四节	时序检验(logrank test)	(194)
	习题	(198)
第十章	统计设计	(200)
第一节	概述	(200)
第二节	实验研究的基本要素	(201)
第三节	实验设计的基本原则与方法	(205)
第四节	调查设计	(216)
	习题	(220)
附录一	统计用表	(222)
附表1	标准正态曲线下面积	(222)
附表2	t界值表	(226)
附表3	百分率的可信区间	(228)
附表4	χ^2 界值表	(234)
附表5	相关系数的5%与1% 界值表	(236)
附表6	符号秩和检验用 T 界值表	(237)

附表7	秩和检验用T界值表	(238)
附表8	等级相关系数 r_s 界值表	(240)
附表9	配对比较(t检验)时所需样本含量	(242)
附表10	两样本均数比较(t检验)时所需样本 含量	(244)
附表11	两样本率比较时所需样本含量	(246)
附表12	随机数字表	(250)
附录二	考试大纲 (供参考)	(252)
主要参考文献		(255)
后 记		(256)

第一章 绪 论

第一节 统计及其用途

“统计”一词，对一般人来说并不陌生。在报刊上常见用来说明我们工作、事业成绩的数字、表、图，称为统计数字、统计表和统计图。这里，统计意指事实与数据。任何从未学过统计的人，也会在适当场合使用这个词，如有某项活动未必全体参加，或有不同项目将同时进行，主持人会要求各部门统计好人数。这里，统计意指分类计算。以上两种是这个词比较古老和普通的含义。但统计还有更深刻、更丰富的内涵，为了说明它及与前两种含义的联系，回顾一下发展简史很有必要。在西方，统计学（statistics）一词源出于state（国家、情况），专指有关“国情（matters of state）”的学问。最初多用文字记叙，后发展为数量比较，随着概率论思想与方法的引入，逐渐形成今天在理论与应用方面都已相当完备的独立学科。它是研究对相同事物（或现象）的部分数量进行收集、整理、分析，进而对所考察的事物全体作出一定结论的方法和理论。通常，将用严格的数学去论证统计方法根据的著作，称为数理统计学；将有关数理统计方法在各专门学科应用的著作，称为统计方法或应用统计，一般不涉及或很少涉及这些方法的理论根据。医学统计方法属后一类，有称医用数理统计方法、医学统计学、卫

生统计学、生物统计学等。尽管名称不同，内容也或有所侧重，但基本内容都相差不多。按内容的性质分，把展示与描述数量特征的方法称为描述统计；进一步分析作出结论的方法称为推断统计，这是许多人更感兴趣的部分。本书将以较多篇幅介绍统计推断。

例如，现有一种治疗肺癌的新疗法，为了和现用的标准疗法的疗效作比较，每组都观察60例。假如新疗法组有12人生存，标准疗法组有9人生存。两种疗法的生存率分别为20%与15%，这两个百分数就是描述统计指标。现在的问题是，这两种疗法的生存率会稳定不变吗？如果说不会，是什么原因？那么，两种疗法的真实生存率会是多少？要回答这些问题，就需借助统计方法去作推断。又现在新疗法的生存率看来是高于标准疗法，假如新疗法比标准疗法有较大的副作用，如果确信新疗法的生存率高于标准疗法，患者会愿耐受较大的副作用去接受新疗法。新疗法的疗效确实高吗？如投掷分币100次，徽花向上为52次，你会认为这分币不可信吗？或许不会，因在你直觉知道预期是50次的同时，也会直觉地判定现在52次与50次之差，只是由于“机遇(chance)”所致。那么，生存率20%与15%之差，会不会也是由于“机遇”，并不反映两种疗法的疗效真有差异呢？换句话说，我们能根据所看到的治疗结果，就做结论说新疗法的疗效高于标准疗法吗？我们能根据描述统计（20%与15%）就去正式采用还有较大副作用的新疗法？对这样的差异问题，你能再凭直觉去作“否定”？在作任何回答之前，必须判断20%与15%之间的差是真实的差，或是仅仅由于“机遇”所致。这里，推断统计可提供帮助。学过统计学，将会了解不仅可判

断新疗法是否较好；而且，如果判断它是较好，还能估计判断是错误的可能性有多大。

通过这个简单例子，会使你深信推断统计在做决策时是有力而又必要的助手，它的原理与方法是很值得学习的。

从统计一词使用的广泛性，和对统计内容的举例说明，你将不难理解统计学的用途。可以说，对任何事物如果不只作性状描述，而能用数量表示时都用得着统计。在国外，不仅有很多通用的应用统计学，各专科的应用统计学也大量出版，不胜列举。为了更明确说明我们学习它的用途，再概述如下：

1. 便于阅读、理解专业期刊论文。在各类专业期刊中，介绍具体检查、检验方法，或作定性描述、总结的论文一般只占少数；多数论文都含有各类数量，计算了各种描述性的统计指标，并进一步分析，运用统计推断由感性材料上升为理性认识，作出结论。如果没有基本的统计学知识，将只能粗读论文，难于理解、鉴别论文的结论与质量，难于汲取有益的知识，充实自己的经验。

2. 运用统计方法总结自己的业务实践。不会是罗列式的写一般情况汇总，而能恰如其分地作理性概括，写成具有一定学术水平的科学论文，促进交流，为知识宝库多做贡献。

3. 学习统计思维方法。从一般学科受到的思维训练，多属演绎(deductive)推理类型。通常说，医师要有“良好的基础训练”，意思是说，医师应掌握大量演绎推理的一般原理和技能，会举一反三用到特殊的情况中去。而研究者需要的更多是归纳(inductive)推理类型的素养，会结合实际问题，合理设计试验，通过精细的试验观察，抽象出合

乎逻辑的一般结论来。这正是由特殊到一般的归纳推理类型。学习统计学可锻炼运用数量与变异的观点去考察问题,并提供运用概率,由感性材料抽象为理性认识的科学与推理的方法。但也不应有这样的印象,即归纳推理是与演绎推理不同的一种独立思想体系。归纳推理的结论常需用精确的演绎方法去检验、去修正。归纳推理与演绎推理相联系是基本的科学方法。实践、认识、再实践、再认识,这种形式,循环往复以至无穷才是科学的认识过程。

第二节 统计资料的类型

根据读取观察值的观察单位是否可用量器度量,统计资料一般可分为计数资料、计量资料和等级资料三种类型。不同类型的资料应采用不同的统计分析方法。因此,选用统计方法时,首先要注意资料的类型。

一、计数资料

观察单位不能用量器度量,只能按属性分类计数的资料,称计数资料,又称名义尺度(nominal scale)资料,例如,性别、血型等。分析方法见第二、五、六章。

二、计量资料

观察单位用量器度量测得的数据,称计量资料。例如,身高(cm)、体重(kg)、血压(mmHg或Kpa)、体温(℃)等。

有将计量资料再细分为区间尺度(interval scale)与比例尺度(ratio scale)。此两尺度的共同点是连续的区间长度相等。主要区别是,前者无真正零点,如摄氏或华氏的

度、智商等；后者有真正零点，如米、公斤、秒等。因此，区间尺度直接求比是无意义的，如说 10°C 比 5°C 暖一倍是不妥当的。比例尺度则可作有意义的对比，且在单位转换时将十分方便。一种比例尺度乘某一正的常数，即转换为另一比例尺度： $y=ax$ ，两个数量观察值的比例不变。如 $1\text{in}=2.54\text{cm}$ ， $12\text{in}=2.54(12)=30.48\text{cm}$ ，此处 $a=2.54$ 。但区间尺度，如由 $^{\circ}\text{C}$ 转换为 $^{\circ}\text{F}$ 则为 $y=ax+b$ ，此处 $a=9/5$ ， $b=32$ 。两个数量观察值的比例将发生变化。对这两种尺度数据的统计处理方法，一般并无差别，在应用上不必注意其区别。分析方法见第二、四、七、九章。

三、等级资料

将观察单位按某种属性的不同程度分组，分组计数所得数据，称等级资料，或称等级尺度(rank scale,或ordinal scale)资料。如临床分治愈、好转、无效；化验结果记一、±、+、++等。等级资料介于计数与计量之间，有称半定量资料。特点是尺度上距离不代表真实距离，只是相对位置。分析方法见第八章。

根据分析的需要，计量资料可转化为计数资料，或等级资料。例如，血红蛋白(g/dl)为计量资料，若按血红蛋白正常与异常分为两组，得到各组的人数为计数资料；若按量的多少分为五级： <6 (重度贫血)、 $6\sim$ (中度贫血)、 $9\sim$ (轻度贫血)、 $12\sim$ (血红蛋白正常)、 >16 (血红蛋白增高)，则为等级资料。

对于计数资料也可数量化，例如，女赋值为0，男赋值为1；血型可作如下赋值：

	X_1	X_2	X_3
A型	1	0	0
B型	0	1	0
O型	0	0	1
AB型	0	0	0

数量化赋值方法可不同，不影响结果。如也可男赋值0，女1；或女1，男2等。虽然赋值数量化了，并未改变为计数资料的性质。

第三节 统计工作的步骤

统计是分析数据，但不问数据的质量，只是机械地套用公式去做分析，未必能称得上是统计。统计有其一套完整的工作体系，其基本步骤可分为收集、整理、分析和解释。这四个步骤是相互联系，不可分割的，任一步骤的缺陷都必将影响最后的结果。

一、收集资料

收集资料是取得数据的过程。正确的结论只能来自适当收集的资料，是统计工作的基础，必须十分重视。为此，在具体收集之前要有周密的设计与妥善的实施安排，来不得半点粗心或失误。结合医学统计资料的主要来源，简述其要点：

1. 统计报表。如出生报告、死亡报告、疫情报告、医院工作报表等，都是国家规定的由医疗卫生机构定期逐级上报。上级部门将汇总这些资料，定期提供居民健康状况和医疗卫生机构的各类数字，为拟订卫生工作计划与措施、检查与总结工作提供依据，也是科学研究的现成资料。因此，各

级医务人员在按职责填写有关报表时，一定要按报表要求，认真填报。因为这是整个统计工作的基础，你已经自觉或不自觉地参加了统计工作，必须保证质量。

2. 医疗卫生工作记录（卡片），如病历、医学检查记录等。这些都是医学研究的现成资料，蕴含丰富信息，可随时开发利用。各类医务人员应认识到原始记录正确、完整性的重要性，认真填写，使之能成为可供利用的宝贵资料资源。

3. 专题调查或试验。这是就某一专题深入研究的科研项目，在根据科研目的作周密的课题设计时，一定要充分考虑贯彻统计学的基本原则与要求，以保证资料的科学性。讲述它需要一些统计学知识，将在第十章中介绍。

二、整理资料

整理资料的任务是，以适于获得合乎逻辑结论的形式展示收集到的计量或计数数据。用表和图整理和展示数据的有代表性的方法，将在第二章中介绍。

三、分析资料

分析资料是从已得到的量或数中提取有关信息的过程，作出概括而易理解的数量描述。为此目的用的最重要指标有均数、中位数、极差、标准差、率、比等。将在第三、五章及以后的章节中介绍。

四、解释资料（统计推断）

解释资料的任务是，从分析资料中引出结论，通常涉及由收集小量观察对象得到的信息，对同类的大量观察对象作推断。解释资料是本书的主要部分，将在第四、六、七、八、九章中论述。

在初学统计时，必须注意，并认识到统计方法本身并不

能保证防止错误、不准确、推理不当或结论错误。必须合理设计收集资料，注意原始数据准确和统计方法应用得当。因此不仅要懂得统计还要有专业知识。牢记统计方法本身不会创造奇迹，只是工具，正确掌握并运用它，才能得出有用的结果。

第四节 几个基本概念

一、变量与概率

统计研究的相同事物（现象）的数量，都具有一定的变异性（variation），是变量（variable）。它还不同于高等数学里的变量，具有不确定性（uncertainty），更确切地说是随机变量（random variable），即被观察的观察单位有随“机遇（chance，或称机会）”取不同的变量值。变量值或称观察值。在本书中因不致混淆，随机变量也简称变量。

随机性亦称偶然性，在自然界和社会生活中，随机现象随时随地可见。例如，投掷一枚分币，结果不是正面（徽花）向上，就是反面（币值）向上。对一次投掷来说，究竟出现哪一面是随机的，投掷前是不能预见的。又如，同为健康人，即使是同性别、同年龄，他们的身高、体重、各种生理与生化指标的数值都会有不同；病情相同的病人，采用同一疗法，有的治愈，有的没有治愈；治愈的病例，其病程有长有短；死亡病例，其生存期也不尽相同等。各种情况受很多偶然因素的影响，对每件事、每个人来说都具有一定的随机性，都属随机变量。但对同类事物的大量观察，又都具有

一定的规律性。毛主席在《论持久战》中写道“我们承认战争现象是较之任何别的社会现象更难捉摸，更少确实性，即更带所谓‘盖然性’。但战争不是神物，仍是世间的一种必然运动，因此，孙子的规律，‘知彼知己，百战不殆’，仍是科学的真理”。这里的盖然性即随机性、偶然性，并谈到有其规律性。哲学的说法，必然性寓于偶然性之中。概率论是研究随机现象的规律性的科学。统计方法是分析随机变量的，因此，概率论是数理统计学的理论基础，应用统计的许多公式是运用概率论知识导出的。虽然，学应用统计不必过问公式来源，但在做统计推断时要利用概率，对概率也要有点基本知识。

概率 (probability, P ; 曾译机率、或然率) 是表示事件发生可能性大小的量，可用小数、分数或百分数表示。用小数表示时， $0 \leq P \leq 1$ 。 $P=0$ ，事件一定不发生，为不可能事件； $P=1$ ，事件必然发生，为必然事件。 P 通常在 $0 \sim 1$ 之间。越接近 0 ，发生的可能性越小；越接近于 1 ，发生的可能性越大。一般将 $P \leq 0.05$ 看作是小概率事件，就一次来说是不致于发生的。如各类交通事故每天都有，但概率还是小的，遇上的风险不大。因此，出门走路，乘坐车、船、飞机，并不担心会遇上交通事故；各项基本建设工程，也是根据几十年或上百年一遇的概率要求设计工程的质量；统计推断、医学论文的结论，一般定在 $P \leq 0.05$ ，就说显著、存在差别，也是这个道理。如说结论还不是肯定的，这有什么价值。因是随机事件，要判断一件事一点风险都不愿承担，是不可能事件。

那么，这概率 P 值是怎样得到的。概率是理论值，例如