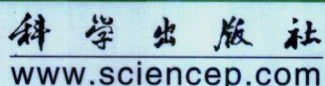




范 杉 吴基良 余英宏 主编

范 杉 吴基良 余英宏 主编



www.sciencep.com

6 5 4 9 1 6 1 6 1 5 4 4 4 4 4 5 6 6 5 4

医学统计与科研设计

范 杉 吴基良 余英宏 主 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书对医学统计方法的科学概念有正确而简明的阐述,对统计方法的使用和计算有较详尽的说明,对统计分析结论的注意事项和使用条件均有较通俗易懂的介绍。还系统介绍了医学科研设计的基本概念、基本知识 with 基本原则,详述了实验设计、调查设计、临床试验设计、病因学设计等的基本原理和分析方法以及科研论文撰写的基本要求,基本格式与写作。本书实例充足,便于理解;列有附表,可供查阅;附有习题,以帮助练习。本书可供高等医药院校选用教材,也是广大医药卫生工作者的理想参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医学统计与科研设计/范杉,吴基良,余英宏主编. —北京:科学出版社, 2003. 7

ISBN 7-03-011929-0

I. 医… I. ①范…②吴…③余… III. 医学统计 N. R195.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第062920号

责任编辑:范淑琴/责任校对:王望荣

责任印制:高 嵘/封面设计:马重慧

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

湖北省京山金美印刷有限责任公司印刷

科学出版社出版 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年8月第一次印刷 印张:18 1/2

印数:1—5000 字数:458 000

定价:27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

医学统计与医学科研设计是医学生的一门重要课程,也是预防医师、临床医师、基础医学教师和卫生管理工作从事实践工作和科学研究必备的基本知识。因此,要求各级医学科技工作者,除必须精通专业理论知识和技能外,还应该掌握医学统计与科研设计这一科学工具。

本书共分上、下两篇。其中,“医学统计”共十一章,完整系统地介绍了医学统计方法的基本理论和基本方法。对医学统计的常用概念、医学资料的种类、常用医学统计指标等作了简明而正确的阐述;对常用医学统计处理方法的使用和计算有较详尽的说明与演算;对统计分析结论的注意事项和使用条件有通俗易懂的提醒与介绍;并辟有一章的统计习题提供了学生思考、练习与加深的机会。

“医学科研设计”共七章,除强调了医学科研设计的意义、特点、任务、分类及基本程序外,还阐明了医学科研的基本知识与医学科研数据的统计方法的选择;除详尽介绍了常用的实验设计及其分析方法外,还着重叙述了调查设计、病因学研究设计及临床试验设计与评价;在医学科研论文的撰写中,除能明确医学论文的基本要求与基本格式外,还能让读者对常见医学论文的写作有一个清晰的印象;提供的附录与统计用表可供大家查阅与参考。

本教材的特点:①编写上突出“三基”,强调基本概念、基本原理与基本方法,重视理论联系实际,以培养学生的分析问题与解决问题的能力;②内容上力求简单明了,通俗易懂,例题丰富,便于理解与掌握;③图文并茂,附有习题,以利自习与复习、巩固与提高。由于编写时间仓促和编者水平所限,书中难免出现内容不当或错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年2月

《医学统计与科研设计》编委会

主 编 范 杉 吴基良 余英宏

编 委 (按姓氏笔画为序)

刘 爽 刘智勇 陈子敏 余英宏

吴基良 范 杉 蒋汝刚 詹季红

目 录

上篇 医学统计

第一章 绪论	(1)
第一节 统计学的概念和意义	(1)
第二节 统计工作的基本步骤	(1)
第三节 统计资料的基本类型与统计处理方法	(3)
第四节 统计学的几个基本概念	(4)
第二章 统计表与统计图	(6)
第一节 统计表	(6)
第二节 统计图	(7)
第三章 计量资料的统计指标	(16)
第一节 计量资料的频数分布	(16)
第二节 计量资料频数分布的两个基本特征	(18)
第三节 集中趋势的指标	(18)
第四节 离散趋势的指标	(21)
第五节 正态分布与参考值范围的估计	(23)
第四章 计量资料的统计分析	(27)
第一节 均数的抽样误差与标准误	(27)
第二节 t 分布	(28)
第三节 总体均数的区间估计	(29)
第四节 假设检验的基本思想和步骤	(30)
第五节 t 检验和 u 检验	(32)
第五章 方差分析	(36)
第一节 方差分析基本思想	(36)
第二节 完全随机设计与分析	(37)
第三节 随机区组设计与分析	(40)
第六章 计数资料的统计指标	(44)
第一节 相对数的概念	(44)
第二节 常用的相对数	(44)
第三节 应用相对数应注意的问题	(46)
第四节 率的标准化法	(47)
第七章 计数资料的统计分析	(51)
第一节 率的抽样误差与标准误	(51)
第二节 总体率的可信区间	(51)
第三节 计数资料的 u 检验和 χ^2 检验	(52)

第八章 秩和检验	(58)
第一节 配对资料的符号秩和检验(Wilcoxon 配对法)	(58)
第二节 两样本比较的秩和检验(Wilcoxon 两样本比较法)	(60)
第三节 多样本比较的秩和检验(Kruskal-Wallis 法, 即 H 值检验)	(62)
第九章 直线回归与相关	(66)
第一节 直线回归	(66)
第二节 直线相关	(69)
第三节 相关与回归的关系	(72)
第四节 应用直线相关与回归分析的注意事项	(72)
第十章 反映人群健康状况的统计指标	(73)
第一节 疾病统计指标	(73)
第二节 人口生育统计	(75)
第十一章 医学统计学习题	(78)

下篇 医学科研设计

第十二章 医学科研设计概述	(90)
第一节 医学科研设计的意义和特点	(90)
第二节 医学科研的任务	(91)
第三节 医学科研的分类	(91)
第四节 医学科研的基本程序	(92)
第十三章 医学科研的基本知识	(96)
第一节 医学科研的基本要素	(96)
第二节 医学科研的基本原则	(99)
第三节 医学科研数据的统计方法选择	(111)
第四节 医学科研中的误差与控制	(115)
第十四章 常用的实验设计及其分析方法	(118)
第一节 完全随机设计与方差分析	(118)
第二节 随机区组设计与方差分析	(120)
第三节 拉丁方设计与方差分析	(123)
第四节 配对实验设计与分析	(126)
第五节 交叉实验设计与分析	(127)
第六节 析因实验设计与分析	(130)
第七节 正交实验设计与分析	(131)
第八节 序贯试验设计与分析	(134)
第十五章 调查设计及其分析方法	(138)
第一节 调查设计的基本内容	(138)
第二节 现况调查设计与分析	(142)
第三节 病例对照研究的设计与分析	(147)
第四节 定群研究的设计与分析	(158)
第十六章 临床试验设计与评价	(165)

第一节	临床试验设计的基本概念	(165)
第二节	诊断试验研究设计与评价	(169)
第三节	医学参考值及其确定	(177)
第四节	防治效果研究的设计与评价	(180)
第五节	预后研究与评价	(184)
第十七章	病因学研究设计	(190)
第一节	病因及其模式	(190)
第二节	临床病因研究的基本过程	(193)
第三节	临床病因研究及分析方法	(194)
第四节	病因推断规则	(196)
第十八章	医学科研论文的撰写	(200)
第一节	医学论文的基本要求	(200)
第二节	医学论文的基本格式	(206)
第三节	常见医学论文的写作	(211)
第四节	附录	(225)
附录	统计用表	(248)

上篇 医学统计

第一章 绪 论

第一节 统计学的概念和意义

统计学(statistics)是研究如何搜集准确可靠的资料 and 选择正确的方法进行整理与分析的科学。当今的人类社会进入了高科技发展的时代,信息的传播和交流日益加快,为适应时代发展的要求,心须加快认识世界、改造世界的步伐。统计学正是帮助人们分析占有信息,达到去伪存真,去粗取精,正确认识世界的一种重要手段。

自然界的一切事物或现象都有其内在的规律性,而这种规律性往往被许多表露的偶然现象所掩盖,使我们在观察自然界的事物时,即使在同样条件下,也会出现互相不一致的情况,这种情况就是变异性。通过统计分析可以揭示这些变异性,揭示事物或现象发生和发展规律,为改造客观世界提供科学的依据。

人是医学、卫生领域的研究对象,除有其特殊性外,更具有较大的生物变异性。另外,人群的健康状况受许多因素的影响,如环境因素、生物学因素、人们的行为和生活方式、医疗卫生保健、心理因素等。哪些因素对哪些人群的健康状况影响较大,某种疾病的病因是什么,哪些是促使疾病发生的因素,哪些是保护和促进人类健康的因素,这些都需要借助于医学统计方法才能加以阐明。

第二节 统计工作的基本步骤

医学统计工作分四个基本步骤,即设计、收集资料、整理资料和分析资料。这四个步骤是相互联系的。科学、周密、严谨的设计是收集准确可靠资料的保证,准确、完整、及时地收集资料,恰当地整理资料是统计分析的基础,在此基础上选择正确的方法分析资料和表达资料才能得出科学的结论。

一、设计 (design)

在进行统计工作和研究工作之前必须有一个周密的设计。为此,需要广泛查阅文献,了解实际情况,而且常要与有关专家共同协作。设计的内容包括资料收集、整理和分析全过程总的设想和安排。包括调查设计和实验设计。

(一) 调查设计

调查设计一般包括专业设计和统计设计。统计设计包括资料收集、整理和分析资料的计划。一般包括以下几个方面:

- (1) 明确调查目的和确定研究指标。
- (2) 确定研究对象和观察单位。

- (3) 选择调查方法。
- (4) 决定采取的调查方式。
- (5) 设计调查项目和调查表。
- (6) 估计样本含量。
- (7) 收集、整理、分析资料的计划。

(二) 实验设计

实验设计要严格遵循四个原则,即对照、随机、均衡和重复原则。

关于调查设计和实验设计的详细内容,详见医学科研设计。

二、收集资料 (collection of data)

收集资料即选择得到资料的最佳途径和获得完整、准确、可靠资料的过程。

(一) 资料的来源

(1) 统计报表:我国有一套统计报告制度,自下而上逐级报告医疗卫生工作中发生的情况。如法定传染病报表、职业病报表、医院工作报表等。若这类资料可以满足研究的需要,可以到上级统计部门获取。

(2) 报告卡:如出生和死亡报告卡、肿瘤发病和死亡报告卡、医疗差错事故报告卡等。将这些资料结合环境、气象、经济等现象的发展变化进行分析,可以得出非常有用的信息。

(3) 日常医疗卫生工作原始记录:如门诊和住院病历、健康体检记录、卫生监测记录、科室工作日志等。这些资料的分析对医疗卫生管理可提供科学依据。

(4) 专题调查或实验:通过调查或实验研究,可获得第一手资料。

(二) 资料的收集计划

- (1) 选择收集资料的地点、人员和时间。
- (2) 收集资料人员的培训方案。
- (3) 预调查或预实验方案拟定。
- (4) 资料的记录方式。
- (5) 调查表的拟订和印刷。
- (6) 调查或实验仪器、试剂的准备。
- (7) 调查资料的抽样复核比例和方法。
- (8) 收集资料所需经费的准备等。

三、整理资料 (sorting data)

整理资料是将收集到的原始资料系统化、条理化,便于进一步计算统计指标和深入分析。

(一) 资料的审核和检查

对于原始统计资料,首先要审核“三性”,即准确性、完整性、及时性。其次要进行仔细地检查,以发现是否有逻辑与登记中的错误,能够改正的必须及时加以改正,不能改正的,则应重新调查更正。

(二) 合理地设计分组

分组是根据性质或数量特征,把资料进行分组整理,以反映事物的特点。医用统计常用两种分组方法。

(1) 质量分组:即将观察单位按属性和类别分组,如按性别、职业、病种等分组。

(2) 数量分组:即将观察单位按数值大小分组,这种方法适用于计量资料的分组,如年龄、身高、红细胞数、血红蛋白含量、体重等。

实际工作中常将质量和数量分组结合使用,如先按性别划分男性、女性,再划分不同性别下的年龄组。

(三) 绘制整理表

应根据自己的资料及分析的要求,设计适合自己需要的整理表。

(四) 归纳计数

绘制整理表之后,按照不同组段分别将原始资料进行归纳计数。

常用归纳计数方法有划记法、分卡法及计算机汇总等。

四、分析资料 (analysis of data)

分析资料是根据研究设计的目的、要求、资料的类型和分布特征选择正确的统计方法进行统计分析。统计分析包括:

(1) 统计描述 (descriptive statistics):即描述性统计,指用统计指标、统计表、统计图等,对资料的数量特征及其分布规律进行测定和描述。

(2) 统计推断 (inferential statistics):即分析性统计,指如何由样本信息推断总体特征,如推断总体均数、总体率及其可信区间;总体指标的比较等。

第三节 统计资料的基本类型与统计处理方法

一、计量资料 (measurement data)

计量资料就是对每个观察单位用定量的方法测定某项指标所得的资料。这类资料大都是用测量工具或仪器测得的。带有度、量或其他单位,所以又叫测量资料、定量资料 (quantitative data)。例如身高、体重、血压、脉搏、血色素、白细胞等。对来自这类资料的原始数据的加工是求平均数标准差和标准误差等。两均数相比用 t 检验;多均数相比较用 F 检验;两事物关联性分析用直线相关和直线回归分析;总体不明确或开口资料用非参数(秩和检验、中位数检验、等级相关分析等)统计。

二、计数资料 (enumeration data)

计数资料就是按观察单位的某种特征(或属性)分类,再清点各型中观察单位的个数所得到的资料。例如某些检验结果按阴阳性分开;某些实验动物按生存或死亡分开;某人群发病按发病或不发病分开清点等。计数资料一般是用定性的方法得到的资料故亦称分类资料 (categorical data) 或定性资料 (qualitative data)。这类资料可计算相对数,如率、构成比等。检验各率间的显著性或相关性可用 χ^2 检验等。

三、等级资料 (ordinal data)

等级资料是将观察单位按某种指标的等级顺序分组,再清点各组观察单位的个数所得的资料。例如某些疾病的一些生化检验,将检查结果按“—”、“+”、“++”、“+++”分组,然后清点各组病例数。这种资料具有计数资料的特点,又兼有半定量性质,故称为半计数资料或半

定量资料。等级资料的显著性检验可用非参数统计方法。

实际上,资料类型的划分,是根据研究目的而确定的。根据需要,各类资料可以互相转化。如观察某人群成年男子的血红蛋白量,属计量资料;若按照血红蛋白的正常与异常分为两类,则属计数资料;若按贫血的诊断标准将血红蛋白含量分为五个等级:重度贫血、中度贫血、轻度贫血、正常、血红蛋白增高,则属于等级资料了。

第四节 统计学的几个基本概念

一、同质和变异

同质,严格地讲,是指被研究指标的影响因素相同。但在人群健康的研究中有些影响因素是难以控制的,甚至是未知的,如遗传、营养、心理等。因此,实际工作中,影响被研究指标的主要的可控制的因素达到相同或基本相同就可以认为是同质。如研究儿童的身高,不可控制的有营养、遗传等因素,主要的可控制的因素有性别、年龄、民族、地区等,这些因素相同时,则可以认为达到了同质的要求。变异是指在同质的基础上各观察单位(或个体)之间的差异,如同性别、同年龄、同地区、同体重儿童的血压有高低,称为血压的变异。

二、变量(variable)和变量值(value of variable)

被观察单位的某项特征称为变量。若以人为观察单位,人的特征有许多,如性别、年龄、文化、身高、体重等,这些特征被称作变量。变量的观察结果被称为变量值或观察值。如性别变量的观察结果——男性和女性为变量值。

三、总体(population)和样本(sample)

总体是根据研究目的确定的同质观察单位的全体,更确切地说,是同质的所有观察单位某种变量值的集合。例如调查某地 1992 年正常成年男子的红细胞数,则观察对象是该地 1992 年的正常成年男子,观察单位应是每个人,变量是红细胞,变量值是每人测得的红细胞数,则该地 1992 年全部正常成年男子的红细胞数就构成一个总体。总体中个体的总数是有限的,称为有限总体(finite population)。若总体的时间、空间未加以限制,总体中的个体数可无限增加,称为无限总体(infinite population),如研究糖尿病人的血压测定值,由于无时间和空间的限制,全部糖尿病人的血压测定值则是无限总体。样本是根据随机化的原则从总体中抽出有代表性的一部分观察单位。抽取样本的过程称为抽样,样本包含的观察单位数称为样本含量或样本大小(sample size),医学上常称为样本例数。

四、参数和统计量

总体的统计指标被称作参数,样本的统计指标被称作统计量。如研究中国 12 岁以上男性的吸烟率,观察 12 岁以上的全部中国男性,登记他们的目前吸烟情况,计算出的吸烟率(总体率)为参数。若进行抽样研究,用随机的方法从总体中抽出一部分 12 岁的男性,计算的吸烟率(样本率)称作统计量。

五、概率(probability)

医学研究的现象,大多数是随机现象。例如用相同治疗方法治疗某病的一群患者,只知道

治疗转归可能为治愈、好转、无效、死亡四种结果,这里的每一种可能发生的结果都是一个随机事件,亦称偶然事件。概率是描述随机事件发生的可能性大小的数值,常用 P 表示。随机事件概率的大小在 0 与 1 之间,即 $0 \leq P \leq 1$,常用小数或百分数表示。 P 越接近 1,表示某事件发生的可能性越大, P 越接近 0,表示某事件发生的可能性越小。严格说, $P=1$,表示事件必然发生, $P=0$,表示事件不可能发生,它们是确定性的,不是随机事件,但可看成是随机事件的特例。统计分析中的很多结论都是带有概率性的。习惯上将 $P \leq 0.05$,称为小概率事件,表示在一次实验或观察中该事件发生的可能性很小,可以视为很可能不发生。

六、误差

误差为观察值与实验值之差。根据产生误差的根源,将误差分为过失误差、系统误差和随机误差(包括随机测量误差和随机抽样误差)。过失误差是由于观察过程中不认真仔细造成错误地判断或记录所致观察值与实际值之差,这类误差杜绝的办法是选择高素质、责任心强的观察者,并进行严格的培训、制定和实施质量控制措施。系统误差是由于在观察过程中仪器、试剂等未经校准,使观察值统一的偏低或偏高。如血压计未经校准,测量值血压统一的偏低或偏高。若在观察前对试剂、仪器等准备充分,这类误差是完全可以避免的。即使工作认真负责,仪器、试剂经过校准,但由于偶然的因素使同一个样品的测定值在不同的观察者之间观察结果不完全相同,或相同的观察者两次观察结果不完全相同,被称作随机测量误差,这类误差不可避免,但要控制在允许的范围内。在研究人群健康的过程中经常用抽样的方法,样本某变量值的统计指标和总体的统计指标不可能完全相同,其差异被称为随机抽样误差,简称抽样误差。只要进行抽样研究,抽样误差是不可避免的。

第二章 统计表与统计图

统计表与统计图是统计描述的重要方法。统计分析结果常用论文或调查报告的形式表达,而在论文及调查报告中,就常借助统计表、统计图反映观察对象的特征,使读者一目了然,印象清晰。

第一节 统计表

将统计资料及其指标以表格列出,称为统计表(statistical table),它可以代替冗长的文字叙述,表达清楚,对比鲜明。

一、统计表的基本结构和要求

列表的原则一是重点突出,简单明了,即一张表一般表达一个中心内容,不要包罗万象;二是主次分明,层次清晰,符合逻辑,明确被说明部分(主语)与说明部分(谓语)。

(一) 统计表的结构

统计表由标题、标目、线条和数字构成。其基本格式如下(表 2-1):

表 2-1		表号	标题……	
横标目名称	纵标目名称	合	计	顶 线
横				纵标目下线
标	数 字			
目				
合 计				合计上线
				底线

(二) 统计表的编制要求

(1) 标题:用简明扼要的文字概括出表的中心内容,列于表的上方,左侧加表号。必要时注明时间和地点。

(2) 标目:有横标目和纵标目。横标目又称主辞,是研究事物的对象,通常置于表的左侧。纵标目是研究事物的指标,又称宾辞,列于表的上方,其表达结果与主辞呼应。当主辞的标志不止一个时,可将部分主辞与宾辞复合。标目的正确安排可使读者自左向右顺利阅读,如表 2-2,第一行可读成“内科住院危重病人数 315,抢救成功数 252,抢救成功率 80.0%”。

(3) 线条:力求简洁。通常除上面的顶线、下面的底线及纵标目下线、合计上线外,其余线条均可省略(见表 2-1),尤其不可采用竖线和斜线。若纵标目之上有总标目,一般在两者之间加上短横线将其隔开,如表 2-3。

(4) 数字:表中数字一律用阿拉伯数字填写,并且同栏数值的位置及小数点位置要上下对齐。表中不应有空项,为“0”者记作“0”。资料暂缺或未记录者,用“…”表示,无数字用“—”表示。

二、统计表的种类

(1) 简单表(simple table):只按一个特征或标志分组的统计表。如表 2-2,只按科别分组。

表 2-2 某医院 1998 年各科住院危重病人抢救成功率

科 别	住院危重病人数	抢救成功数	抢救成功率(%)
内 科	315	252	80.0
外 科	322	249	77.3
小儿科	118	112	94.9
神经科	131	93	71.0
传染科	61	48	78.7
综合科	42	26	61.9
其他科	108	76	70.4
合 计	1097	856	78.0

(2) 复合表(combination table):将两种或两种以上标志结合起来分组。如表 2-3 以年龄和性别两种标志结合分组,同时说明不同年龄和性别者高血压的患病情况。

表 2-3 湖北省某地 1994 年 25~70 岁性别、年龄别高血压患病率

年龄组	男			女			合 计		
	人数	病人数	患病率(%)	人数	病人数	患病率(%)	人数	病人数	患病率(%)
25~	1158	39	3.37	1251	12	0.96	2409	51	2.12
35~	1183	101	8.54	1482	83	5.60	2665	184	6.90
45~	1092	182	16.67	975	158	16.21	2067	340	16.45
55~	667	148	22.19	449	157	31.46	1166	305	26.16
65~70	242	81	33.47	123	46	37.40	365	127	34.79
合计	4342	551	12.69	4280	456	10.65	8622	1007	11.67

第二节 统 计 图

统计图(statistical graph)是将统计资料以几何图形形象化的表达。常以点的位置、线段的升降、直条的长短或面积的大小等形式直观表示事物间的数量关系。但表达较粗略,常附相应的统计表。

一、制图要求

(1) 选择图形:根据资料性质和分析目的,正确选择合适的图形。如连续性资料通常用线图、直方图来表示;不连续性资料适用于条图,构成比资料选用圆图或构成条图。

(2) 标题:简练、确切地说明图的内容,必要时注明时间、地点。一般置于图的正下方,左侧加图形的编号。

(3) 标目:有横轴、纵轴为坐标的图形,一般以第一象限为准作图,横纵两轴应有标目,标目如有单位应注明。横轴尺度自左向右,纵轴尺度自下而上数量由小到大。两轴的长宽比例以 5:7 或 7:5 为宜。

(4) 图例:在同一图内比较几个不同的事物时,须用不同的颜色或图案表示,并附图例说明。图例放在图内或图形的下方,位置要与图体协调。

二、医学常用统计图及绘制方法

(一) 普通线图(line graph)

线图适用于连续性资料,它是用线段的升降来说明某事物在时间上的发展变化趋势,或某现象随另一现象变迁的情况。绘制方法如下:

(1) 以纵轴尺度表示比率、频数等;以横轴尺度表示动态的事物,如年龄、时间。应取同样的距离表示相等的时期或数量。

(2) 同一图内有两条或两条以上的线条时,应用不同颜色或线段加以区别,并用图例说明。

(3) 绘图时,各点应在适当的位置,相邻两点用直线连接,切勿任意修成光滑曲线。

例 2-1 将表 2-4 资料绘制成合适的统计图。

表 2-4 甲乙两地 1972~1974 年脊髓灰质炎发病率(1/10 万)

年份	甲地	乙地
1972	5.10	1.27
1973	2.60	0.41
1974	1.10	0.29

该资料为时间上的连续性资料,研究目的是观察发展趋势,宜绘制普通线图。见图 2-1。

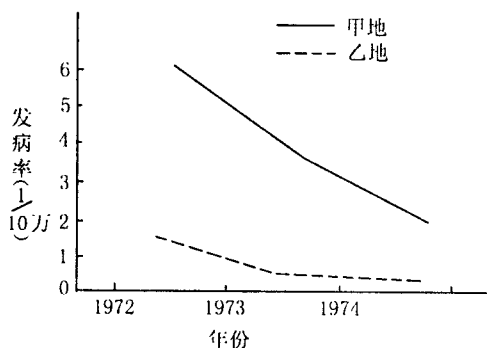


图 2-1 甲乙两地 1972~1974 年脊髓灰质炎发病率

(二) 半对数线图(semilogarithmic line graph)

它是用对数关系表示事物变化的趋势。由于同样的增长速度在对数尺度上的距离是相等的,因此便于比较两种或多种事物的相对变化速度。

表 2-5 中三组数据由时间 A 点到 B 点分别绘在算术格纸上和半对数格纸上(图 2-2)。可见算术格纸上的 3 条线坡度相差甚大,而半对数格纸上的 3 条线的坡度平行。这是因为三组数据的绝对差相差甚大,所以绘在算术格纸上的坡度相差也甚大;但三组数据的对数差相同,所以绘在半对数格纸上坡度也相同,说明三组数据变动趋势是一致的。

其绘制方法如下:

(1) 绘出纵轴与横轴,横轴用算术尺度,纵轴用对数尺度;纵坐标没有零点,起点 0.1、1、10,……;0.1~1,1~10,10~100 等各单元等距,但同一单元内不等距。

(2) 绘制时用半对数格纸,如无半对数格纸也可用普通算术格纸,但纵轴数据按对数作

图。其余画法与普通线图相同。

表 2-5 绝对差与对数差的比较

A→B	绝对差(A-B)	相对比(A/B)	对数差(lgA-lgB)
1000→100	900	10	$\lg 1000 - \lg 100 = 3 - 2 = 1$
100→10	90	10	$\lg 100 - \lg 10 = 2 - 1 = 1$
10→1	9	10	$\lg 10 - \lg 1 = 1 - 0 = 1$

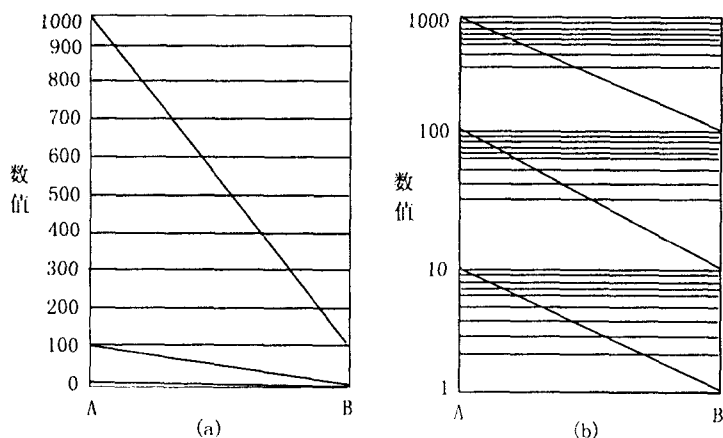


图 2-2 三组数据绘制在算术(a)和半对数据纸(b)上的线图比较

例 2-2 将表 2-4 资料绘制半对数线图,见图 2-3。

在图 2-1 普通线图上显示出甲地发病率幅度比乙地大,但不能认为甲地发病率下降速度比乙地快。因为下降幅度是绝对差,甲地的发病率从 1972 年的 5.10/10 万下降到 1974 年的 1.10/10 万,下降了 4/10 万;而乙地的发病率从 1972 年的 1.27/10 万下降到 1974 年的 0.29/10 万,只下降了 0.98/10 万。甲地下降幅度比乙地大得多,但下降速度(即相对比)甲地为 4.64,乙地为 4.38,两者基本一致。所以在半对数线图 2-3 上,这种趋势的比较就可得到正确的反映。

(三) 直方图(histogram)

适用于表示连续变量的频数分布,以各矩形的面积代表各组段的频数或频率。其绘制方法如下:

(1) 横轴表示被观察事物的组段,组距要相等,否则换算成相等组距;纵轴表示频数或频率,纵轴尺度必须从 0 开始。

(2) 各矩形之间不留空隙,使直方图成为密闭的图形。

例 2-3 将表 2-6 的资料绘成直方图,见图 2-4。

(四) 直条图(bar graph)

直条图是用等宽直条的长短表示相互独立各指标数值的大小,来反映它们之间的对比关系。有单式及复式两种,其绘制方法如下:

(1) 横轴为基线,表示各独立指标;纵轴表示频数或频率,必须从零开始。

(2) 各直条应等宽,且直条间应用相等的间隙。单式直条图各直条间隙为半个或一个直条宽;复式直条图各组直条的间隙一般为一个直条宽,且同组直条间不留空隙。

(3) 为了便于比较及美观,直条一般按高低顺序排列,复式直条图组内各直条的排列要前