

全国高等医学院校教材

供临床医学、预防医学、全科医学、护理、检验及相关专业使用

医学统计学

(修订版)

主 编 王福彦 赵宏林



科学出版社

全国高等医学院校教材

供临床医学、预防医学、全科医学、护理、检验及相关专业使用

医学统计学

(修订版)

主 编 王福彦 赵宏林

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以应用为目的,全面、系统地介绍了医学科研及临床中应用到的统计学方法,全书共18章,前9章为医学统计学的基础内容,10~14章为多因素统计分析方法,15~18章为针对医学科研需求的专题性统计方法。全书内容简明实用、要点突出;每章以“临床实例”的方式引入主要内容;软件辅助,将统计学的学习与软件应用有机结合,适用于医学相关专业本、专科生,研究生教学和岗位培训。

图书在版编目(CIP)数据

医学统计学 / 王福彦,赵宏林主编. —修订本. —北京:科学出版社, 2016.8

全国高等医学院校教材

ISBN 978-7-03-049433-7

I. 医… II. ①王… ②赵… III. 医学统计—统计学—医学院校—教材 IV. R195.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第171011号

责任编辑:郝文娜 马晓伟 / 责任校对:桂伟利

责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年8月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:362 000

定价:39.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《医学统计学》(修订版)

编写人员

主 编 王福彦 赵宏林

副主编 葛 杰 张星光 程晓萍

编 者 (按姓氏笔画排序)

王春生 湖州师范学院医学院

王丽华 黄河科技学院医学院

王福彦 台州学院医学院

包丽红 内蒙古民族大学医学院

占颖鹏 南昌市卫生学校

朱坚胜 台州医院

杜茂林 内蒙古医科大学

余 清 温州医科大学

张 鹏 泰州职业技术学院

张星光 内蒙古医科大学

范春红 杭州医学院

周玲玲 台州学院医学院

赵宏林 内蒙古民族大学医学院

高玉敏 内蒙古医科大学

贾 芳 河套学院医学系

盛爱萍 金华职业技术学院医学院

龚戩芳 浙江海洋学院医学院

葛 杰 齐齐哈尔医学院

韩云峰 齐齐哈尔医学院

程晓萍 辽宁医学院

董海娜 丽水学院医学与健康学院

一、撰写动因

在给研究生及医学继续教育学生的统计学讲课中,常有学员讲道:“医学统计学系统学了4、5次,仍学不会。”也有许多临床及科研工作者因不能正确应用医学统计方法而烦恼。对此,笔者作了长期的思考与探索,总结医学统计学难学有如下原因:

第一,医学统计学的学科特点使然。统计学是一门透过偶然现象分析事物内在规律的学科,思维上的抽象是其主要特点,而医学生习惯于直觉、感性思维,难以适应抽象思维方法。另外,统计学的出发点是群体,从宏观上认识事物,而医学生习惯于关注具体疾病的个体问题,群体、宏观思维的建立有一定难度。

第二,教材、教法的缺陷。现有的教材、教法,使学生将更多的时间用在统计计算过程,学生的主要精力耗费在计算和公式的记忆上,致使一些学生公式记了一大堆,应用时却不知该用哪一个,因而产生无论如何学不会统计学的感觉。

第三,对每一种统计方法,学习的目的不够明确,使不少学生产生“统计学到底是干什么用的”之疑问,学习和实际应用联系不够紧密,导致不能正确应用医学统计方法。

鉴于上述认识,我们编写了这本《医学统计学》,目的在于消除未来医学生学习统计学之困惑,学以致用。本书编写特点如下:

1. 简明实用 用简单、明了、直接的方法与语言告诉读者每一章的中心与要点。但简明并非简单,其一,涵盖了临床实际工作者可能应用到的几乎所有内容;其二,每一章的基本思想、应用条件、使用注意等方面写得更细致,目的是使学生将医学统计学的学习重点放在具体方法的思想、应用上,将所学知识与实际工作紧密联系。

2. 实例引入 为了解除“为什么学统计学”之困惑,使学与用相结合,每章首先以“临床实例”的方式引入要讨论的主要内容,使学生明确学习目的,明确本章要解决什么问题,应用于什么资料,同时,也激发学生的学习兴趣。

3. 软件辅助 统计学的重点不在计算和公式上,而在于其思想和应用。本书对于复杂的统计方法,如多元线性回归、logistic 回归,简要介绍了常用统计软件 SPSS 的应用,并同时配套编写出版了《SPSS 在医学中的应用》,将 SPSS 的操作与书中引用的实例有机结合,使统计计算成为一个极其简单的过程,引导学生明确学习重点。

4. 针对需要 有些临床工作者讲:“医学统计学重要、必要,因此,买过诸多统计学教材,但需要时不知该阅读哪一本。”对此,我们对医学实际工作所需的内容作了深入分析与思考,

精心选择了临床与医学科研会应用到的统计学方法,使学员在将来有这一本书就够用、能用。“为将在医学事业上不懈耕耘、奋斗者打造一本终生相伴书籍”是我们的殷切期望。

二、学习医学统计学之意义

谈这一问题似乎多余,但因有许多人问及“医学生为什么要学统计学”,故作简要交流。

笔者曾和多位长期从事卫生行政管理工作谈及如何提高卫生技术人员业务素质,大家普遍认为重要的是学好统计学,树立概率思想,提高综合分析、认识事物的能力。其中有一位讲:“统计学是人生不可缺少的智慧要素,不仅医学职业生涯,日常生活包括健康、人际沟通、交流、行政管理等均需有统计学思想。”笔者听后,甚为鼓舞。

大家公认,医学统计学是促进医学科学发展不可缺少的工具,是医学工作者业务发展及晋级晋职不可缺少的手段。至此,不必细谈医学生学习医学统计学之意义了。

三、如何学习医学统计学

1. 把握要点,淡化难点 要点:总体思路、适用范围、应用条件和注意事项;难点:公式及其求证过程、应用原理。在目前统计软件应用普及的情况下,只要把握了要点,对于每一种统计方法,了解其意义、使用方法与应用条件即可解决实际问题。如本书的内容之一——方差分析,其基本思路是总变异的分解及表示处理间的变异与表示误差间变异的相互比较。有此思路,明确不同设计方案要分析的因素是什么,应用统计软件处理,即可解决实际问题。

2. 结合专业,联系实际 统计学为事物的分析提供线索或依据,而不能取代专业知识对事物的认识。因此,统计方法的应用,要联系医学工作实际。统计学的学习亦应与临床问题相结合。

3. 培养科学的统计思维 医学统计学是以概率为基础,因此,学习、应用医学统计学,要树立群体、宏观思维,从对单个病例的认识,转变为对同类疾病总体的把握。另外,变异的客观存在,抽样误差的不可避免,混杂因素对实验结果的干扰,如何利用良好的设计防止偏倚、控制误差,假设检验的基本思想,统计结论的概率含义等,均需要科学的思维方法。

4. 从宏观上把握医学统计学的基本内容 学习医学统计学不仅要建立宏观思维,在内容上亦要优先把握宏观,再深入细节。例如对有“统计学到底是干什么用的”疑问的学生讲:医学统计学基本内容是对资料的描述和推断(包括分析),由于统计资料分为计量和计数资料(含等级资料),所以,统计学的主要内容不外乎计量资料的描述与推断和计数资料的描述与推断。如此,系统学了四五次医学统计学的学生会感到豁然开朗。

本书的编写过程中,得到不少学术前辈、同仁、朋友的支持与鼓励,在此表示深切感谢。另外,感谢出版社对本书出版的支持。恳请学界同仁对书中不足之处提出批评、建议。

王福彦

2016年5月

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论..... (1)	第 6 章 计数资料的统计推断 (50)
第一节 医学统计学概念..... (1)	第一节 总体率的推断 (50)
第二节 医学统计学常用术语..... (4)	第二节 率的 u 检验 (51)
第三节 统计学在医学实践中的 意义..... (5)	第三节 χ^2 检验 (53)
第 2 章 计量资料的描述..... (7)	第 7 章 线性相关与回归 (58)
第一节 计量资料的频数表..... (7)	第一节 直线相关 (58)
第二节 集中趋势的描述..... (9)	第二节 直线回归 (61)
第三节 离散趋势的描述 (13)	第三节 等级相关 (65)
第四节 正态分布及其应用 (16)	第四节 曲线拟合 (67)
第 3 章 计量资料的统计推断 (21)	第 8 章 基于秩次的非参数检验 (70)
第一节 参数估计 (21)	第一节 非参数统计概述 (70)
第二节 假设检验 (23)	第二节 完全随机设计资料的秩 和检验 (71)
第三节 两均数的假设检验 (24)	第三节 配对设计符号秩和检验 (73)
第四节 t' 检验 (28)	第四节 随机区组设计资料的秩 和检验 (75)
第五节 假设检验注意事项 (29)	第五节 频数表(或等级)资料的 秩和检验 (76)
第 4 章 方差分析 (31)	第六节 多个样本间的两两比较 (78)
第一节 方差分析的基本思想 (32)	第 9 章 统计表与统计图 (81)
第二节 方差齐性检验与资料的 转换 (34)	第一节 统计表 (81)
第三节 完全随机设计资料分析 (35)	第二节 统计图 (84)
第四节 随机区组设计资料分析 (37)	第 10 章 不同设计方案资料分析..... (94)
第五节 均数间的相互比较 (39)	第一节 随机分组设计资料的统计 分析 (94)
第 5 章 计数资料的描述 (43)	第二节 多因素有交互作用设计资 料分析..... (100)
第一节 常用相对数 (43)	
第二节 相对数应用注意 (46)	
第三节 率的标准法 (47)	

第 11 章 多元线性回归分析	(119)	第三节 Meta 统计分析	(204)
第一节 多元线性回归	(120)	第四节 Meta 分析的注意事项 ...	(209)
第二节 多元逐步回归	(123)	第五节 Meta 分析常见的偏倚 及其检查	(211)
第 12 章 logistic 回归	(127)	附录	(214)
第一节 非条件 logistic 回归	(128)	附表 1 正态分布表	(214)
第二节 条件 logistic 回归	(131)	附表 2 t 界值表	(215)
第三节 logistic 回归的应用	(134)	附表 3 方差齐性检验用 F 值表 (双侧检验)	(216)
第 13 章 协方差分析	(136)	附表 4 F 界值表	(217)
第一节 协方差分析的意义	(137)	附表 5 Q 值表	(221)
第二节 完全随机设计资料的协方 差分析	(140)	附表 6 Dunnett- t 检验临界值 表(单侧)	(222)
第三节 随机区组设计资料的协方 差分析	(143)	附表 7 Dunnett- t 检验临界值 表(双侧)	(223)
第四节 修正均数间的两两比较	(146)	附表 8 χ^2 界值表	(224)
第五节 多因素协方差分析	(148)	附表 9 r 界值表(双侧尾部面积)	(225)
第六节 关于协方差分析的应用	(153)	附表 10 r_s 界值表	(226)
第 14 章 生存分析	(155)	附表 11 T 界值表(两样本比较的 秩和检验用)	(227)
第一节 生存分析的基本概念	(155)	附表 12 H 界值表(三个样本比较 的秩和检验用)	(228)
第二节 寿命表法	(157)	附表 13 T 界值表(配对比较的符 号秩和检验用)	(229)
第三节 乘积极限法	(160)	附表 14 M 界值表(随机区组比较 的秩和检验用)	(230)
第四节 Cox 回归	(164)	附表 15 随机数字表	(231)
第 15 章 圆分布资料分析	(168)	附表 16(1) 10×10 随机排列表	(232)
第一节 圆形分布的应用	(169)	附表 16(2) 20 个自然数的随机 排列	(233)
第二节 角的均数与标准差	(169)	附表 16(3) 30 个自然数的随机 排列	(233)
第三节 角均数的假设检验	(170)	附表 16(4) 40 个自然数的随机 排列	(234)
第 16 章 现场研究资料分析	(175)	附表 16(5) 50 个自然数的随机 排列	(235)
第一节 病例对照研究资料分析 ...	(175)	附表 16(6) 100 个自然数的随机 排列	(235)
第二节 队列研究资料分析	(181)		
第三节 实验性研究资料分析	(183)		
第 17 章 诊断试验评价	(185)		
第一节 诊断试验的评价方法	(185)		
第二节 诊断标准的确定	(192)		
第三节 Kappa 分析	(194)		
第四节 提高诊断试验效率之方法	(195)		
第 18 章 Meta 分析	(198)		
第一节 Meta 分析概述	(198)		
第二节 Meta 分析的基本步骤 ...	(201)		

第 1 章 绪 论

chapter 1

第一节 医学统计学概念

临床实例 1-1

某医科大学进行“加味葛根青连并白虎汤治疗糖尿病的随机对照研究”,经一定时间研究后,有部分资料结果(表 1-1):

表 1-1 不同干预措施治疗糖尿病 3 个疗程后结果

治疗措施	治疗例数	基本治愈数	治愈率(%)
中药组	35	22	62.8
中西药结合组	40	30	75.0
西药组	20	8	40.0

问题:

1. 中药“加味葛根青连并白虎汤”在其他糖尿病病人中的治愈率也是 62.9%吗?即这一治疗效果能推广到所有糖尿病病人中吗?
2. 3 种治疗措施的效果有差别吗?
3. 各治疗组的观察例数合适吗?即研究的样本例数够吗?

一、医学统计学的定义

统计学是以样本为根据运用数学模型来推断总体的一门科学。医学统计学(medical statistics)是应用数理统计的基本原理和方法,结合医学实际研究统计设计的基本原理及资料信息的搜集、整理、分析的一门学科。

解答临床实例 1-1 的问题,都涉及统计学基本内容。问题 1“加味葛根青连并白虎汤”在其他糖尿病病人中的治愈率是多少,这就是用本次研究样本推断总体治愈率;问题 2“3 种治疗措施的效果是否有差别”亦是统计推断,即能否认为“中西药结合组”应用在所有糖尿病病人中效

果也高于其他两法;问题3涉及研究设计,即观察多少例糖尿病病人才能做出正确推断。因此,在医学科学研究或者对临床现象的观察、思维中,只有应用统计学方法进行推断,才能得出正确结论。

近代医学发展十分迅速,许多新的问题需要人们去研究解决。医学统计学正是一门帮助人们透过偶然现象,分析和判断事物的内在规律的科学。因此,医学统计学已成为促进医学发展的一门重要的学科,成为医学科研中不可缺少的一种分析和解决问题的重要工具。

随着电子计算机的普及,为大量统计资料的储存、整理和分析提供了极为有利的条件,使一些复杂的统计方法,如多变量分析在医学研究中易于实现。分子生物学等实验技术的进展,医学科学研究逐渐由宏观向微观发展,由定性研究向定量研究发展,特别是临床医师科研设计、D. M. E 继续教育培训的加强,引导医学工作者去开展医学科学研究和总结工作经验。这使医学统计学的应用领域更加广阔,与医学实际联系得更为密切。

二、医学统计学主要内容

医学统计学的主要内容包括医学研究中的统计设计及统计分析方法的应用。具体内容包

括:

1. 研究设计 进行医学研究设计时,除应用必要的专业知识外,必须应用医学统计设计的基本原理进行周密的考虑,采取有效措施,以保证研究的结果能够回答研究目的中提出的问题,使用较少的人力、物力和时间取得较好的效果。

医学科研设计中根据是否对研究对象进行人为干预,可分为调查设计和实验设计。

2. 常用的基本统计方法 ①统计描述;②统计推断:总体指标的估计(亦称参数估计)、 t 检验、 u 检验、方差分析、 χ^2 检验和秩和检验等;③直线相关、回归等。

3. 临床医学中常用的统计方法 ①临床研究设计及资料分析中常用的统计分析方法;②随访资料的生存分析;③诊断试验的评价方法等。

4. 多因素分析的统计分析方法 包括多元回归、判别分析、logistic 回归、Cox 比例风险回归等。

三、统计工作的步骤

(一)研究设计

研究设计即制订计划,是对整个研究工作过程的周密、系统计划与安排,是整个工作的关键。内容包括研究背景、目的、方法、内容组织和实施程序、评价指标、经费预算等。

医学科研设计中根据是否对研究对象进行干预,可分为调查设计和实验设计。实验设计基本原则如下:

1. 对照原则 设立对照目的控制非实验因素的影响,辨别疾病的痊愈是防治效果的作用还是自然痊愈等;找出综合因素的主要矛盾;验证实验方法的可靠性。另外,有些情况下常通过设置对照,用来修正实验数据,寻找实验的最佳条件,分析实验中的问题或差错的原因等。

对照的形式有多种,可根据研究目的和内容加以选择,常用的有:空白对照、安慰剂对照、实验对照、标准对照、自身对照、相互对照等。

2. 重复原则 重复(replication)是指各处理组及对照组的例数(或实验次数)要有一定的数量。如果例数太少,有可能把个别情况误认为普遍情况,把偶然现象当作必然规律,以致实

验结果错误地推广到群体。但例数太多或实验次数太多,又会增加严格控制实验条件的困难,造成不必要的浪费。为此应该在保证实验结果具有一定可靠性的条件下,确定最少的样本例数,以节约人力和经费。

3. 随机原则 随机是指总体中每一个体均有同等的机会被抽取作为研究观察对象或每一受试对象有同等机会被分配到不同处理组。在实验研究中,不仅要求有对照,还要求各组间除了处理因素外,其他可能产生混杂效应的非处理因素尽可能保持一致,即均衡性要好。贯彻随机化原则是提高组间均衡性的一个重要手段,也是资料分析时进行统计推断的前提。

4. 齐同原则 齐同是指除处理因素外,不同比较组研究对象的其他因素或条件相同,即组间要有良好可比性。齐同是比较分析的前提,没有齐同就没有分析比较的价值。实践中注意如下几个方面:

(1)比较组间除接受的处理因素不同外,其他条件应相同。

(2)对实验效应的观察方式要相同。

(3)其他对研究效应有影响的因素也应相同。

(4)对两组的观察应同样重视。

进行严密实验设计的目的是要实现齐同,使研究结果符合实际。

(二)搜集资料

搜集资料(collection of data)就是根据研究目的、设计方案,通过合理可靠的手段和渠道获得准确、完整的、可靠的原始数据,是进行统计分析的基础,决定着科研的成败。

搜集资料的方法有三种:统计报表、日常工作、专题调查或实验。无论以何种手段搜集资料,都要注重资料的真实性、准确性和完整性。

在搜集资料中,为了控制主观心理因素对结果观察的影响,应使用盲法。

所谓盲法,简单讲就是不知道法则。依据不知道对象的类型,盲法分为单盲、双盲及三盲。

(1)单盲:是指研究者知道分组情况,研究对象不知道自己属于哪一组。

(2)双盲:指研究者和研究对象都不知道每个受试者被分配到哪一组。需要由第三者来负责安排、控制整个试验。主要用于药物临床试验研究。

(3)三盲:是不仅研究者和研究对象不了解分组情况,而且负责资料搜集和分析的第三者也不了解分组情况。

与上述诸盲法相对应的是开放试验(open trial),即研究者与研究对象都了解分组情况。

(三)整理资料

整理资料是对原始资料的归纳、清理、核实,使其条理化、系统化,便于进一步统计分析。常用统计表、图表示。

整理资料的过程中,注意根据实际情况和统计分析要求,必要时对原始数据进行“深加工”,如对数据进行变量变换、拆分、合并、加权等。

(四)分析资料

分析资料是运用统计学的基本原理和方法,计算有关的指标,反映资料的特征,用样本推断总体,揭示事物的内在规律。

上述四个步骤,缺一不可。其中设计是整个研究工作的基础,在设计时应结合以后三个步骤进行周密的考虑,并且在整个研究中自始至终地认真贯彻执行。特别注意实验方案的设计要和统计分析有机地结合。

第二节 医学统计学常用术语

(一) 变量与资料

变量(variable)是根据研究目的所确定的观察单位的某项特征。如某年龄人群身高。对变量测定所得的值称为变量值(或观察值),研究样本某些变量值的集合称为资料(date)。

医学统计资料一般分为计量资料和计数资料(包括按等级分组的资料),研究者必须根据不同资料类型选用适当的统计方法。

1. 计量资料(measurement data) 又称定量资料(quantitative data),是对每一个观察单位用定量的方法测定某项指标所得的资料。如调查某地 20~45 岁男子的平均血压,每个成年男性的血压测得值(kPa);调查某地男性红细胞的测得值等。在实验性研究中,绝大多数获得的研究资料为计量资料。

近代医学发展迅速,特别是分子生物学等实验技术进展十分迅速,越来越多的科学研究由定性变为定量,计量资料的统计分析也越来越广泛地被应用。并且,随着电子计算机的发展和普及,为大量统计资料的储存、整理和分析提供了极为有利的条件,使一些复杂的计量资料统计方法,在医学研究中易于实现,为计量资料的统计分析提供了广阔的领域,同时也对计量资料的统计分析方法提出更高的要求。

2. 计数资料(enumeration data) 又称分类资料(categorical data)或定性资料(qualitative data),是将观察单位按属性或类型分组计数所得的资料。根据属性或类型分组的多少又可分为以下几种。

(1)二项分类资料:将观察单位按两种属性分类,如死亡和生存、治愈和未愈、有效和无效等。

(2)多项分类资料:可分为两类。一类为无序分类(unordered categories),是将观察单位按多种属性分类,彼此之间互斥,如血型(A 型、B 型、O 型等)。另一类称有序分类(ordered categories),即各属性间有等级关系,如疗效观察可分为治愈、显效、好转、无效,某些临床检验的结果为一、±、+等的等级关系。此类资料按属性分组,各属性间又有程度(等级)差别,故又称等级资料。

(二) 同质与变异

同质(homogeneity)是指事物的相同属性,即被研究指标的影响因素相同。如同地区、同年龄、同性别的儿童是同质。

变异(variation)是同质基础上个体间的差异。如同地区、同年龄、同性别的儿童,而其身高间的差异称为变异。

(三) 总体与样本

总体(population)是根据研究目的所确定的性质相同的研究对象的全部。例如调查某地成年男子的脉搏数,变量为脉搏数,每个个体所测定的脉搏数(次/分)为变量值(资料),该地所有成年男子为总体。

样本(sample)是从总体中随机抽取进行研究的一部分个体。

总体又分为有限总体和无限总体。由于医学研究中的总体大都是无限总体,所以人们只能从中抽取一部分进行研究。统计学的基本研究方法是用样本去推断总体。

(四)参数和统计量

统计学中把描述总体的指标统称为参数(parameter),把描述样本的指标统称为统计量(statistic)。如研究某地成年男子的平均脉搏数(次/分),测量该地所有成年男子的脉搏数求得的平均数称为参数,从该地抽取1000名成年男子进行测量,所得的样本平均数为统计量。习惯上用希腊字母表示总体参数,例如 μ 表示总体均数, π 表示总体率, σ 表示总体标准差等。以拉丁字母表示统计量, $\bar{x}$ 表示样本均数, P 表示样本率, s 表示样本标准差等。

(五)抽样误差

统计上所说的误差泛指测量值与真实值之差,主要有以下两种:系统误差和随机误差,随机误差又分为随机测量误差与抽样误差。

由于总体中的个体间往往存在着差异,随机抽取的样本仅是总体的一部分个体,因而样本测得的指标(统计量)往往与总体指标(参数)存在着差异,这种由于随机抽样所造成的样本指标与总体参数的差异,称为抽样误差(sampling error)。

(六)概率

概率(probability)是描述事件发生可能性大小的一个度量,一般用 P 表示。事件 A 发生的可能性大小,称为事件 A 的概率,常记为 $P(A)$,概率的取值范围在 $0\sim 1$ 。

事物的发生(事件)分为3种:必然事件、不可能事件、随机事件(偶然事件)。不可能发生事件的概率 $P(A)=0$;必然事件的概率 $P(A)=1$ 。统计学就是研究随机事件发生的概率问题。事件发生的可能性越大,则概率 P 越接近1。频率是概率的估计值。

习惯上把概率 $P\leq 0.05$ 的事件称为小概率事件,其含义是此事件发生的可能性很小,可以认为在一次抽样中不会发生。

第三节 统计学在医学实践中的意义

(一)学习医学统计学的意义

1. 医学科研的重要工具 近代医学发展十分迅速,许多新的问题需要人们去研究解决。医学统计学是一门帮助人们透过偶然现象,分析和判断事物的内在规律的科学。充分应用统计学方法,可以使研究设计科学合理,有效控制或减少误差和偏倚,论据充分,结论准确可靠。因此,医学统计学已成为促进医学发展的一门重要的学科,成为医学科研中不可缺少的一种分析和解决问题的重要工具。

在临床医学实践中,总是面临着各种各样的不确定性,如某病人接受治疗后的结局、某种新疗法的风险大小、一种新的诊断试验的灵敏度、某癌症病人治疗后3年内的生存概率等等。统计学是研究随机事件不确定性的科学,借助统计学方法可帮助临床研究者发现隐藏在随机事件背后的规律性,从而把握不确定性的水平,处理和权衡不确定性带来的误差或影响。

2. 推动医学科学的迅速发展 近代医学发展史证明,将统计学思维应用于医学实践,有针对性地应用对照、随机、齐同、重复等原理设计实验,通过统计学分析,充分评估干扰因素和误差的影响,得出客观、公正的结论,认识事物的客观规律。

临床实践可以使临床医生获得直接经验,但由于临床医生只面对单个病人进行个体诊疗,这些直接经验可能源于特殊个案的偶然现象,也可能是人群的必然规律。如何从复杂的偶然现象中找出其必然规律,需要统计学的思维和方法。

3. 促进临床医生专业素养的提高 现代医学飞速发展,研究领域和研究水平日益深化,也给临床医生提出了更高的专业要求。被誉为“21 世纪的临床医学”的循证医学(evidence-based medicine,EBM)对现代医学产生着深远的影响,它强调医生对患者的诊疗必须基于当前所能获得的最佳临床研究证据,并结合个人经验和患者的实际情况,尊重患者的意愿和选择权,确保患者获得最佳的治疗。全球高度的信息化可以使医生很方便地获得各种临床研究证据,而临床医生必须具备医学统计学的基本思维和知识,才能对这些证据甄别筛选,对文献的真实性、方法学和结果做出系统评价,找到高质量的研究证据。

4. 便于科研成果的交流 统计学已成为了医学科研过程中的“通用语言”,医学科研设计、资料搜集、整理、分析等环节均要运用统计学的原理和方法。最终科研报告和科研论文的撰写,仍需运用统计学术语、统计指标和统计分析方法合理论证和解释结果,因此,掌握统计学思想可促进科研成果的交流,为学术成果和信息共享提供了方便。

(二)学习医学统计学注意

1. 重点理解各种统计方法的基本原理,掌握适用范围和注意事项 特别是在目前统计软件包广泛应用的情况下,对于每一种统计方法,了解其意义、使用方法与应用条件即可。如本书中的内容之一——方差分析,其基本原理是总变异的分解及表示处理间的变异与表示误差间变异的相互比较。

2. 注意结合专业,联系实际 统计学为事物的分析提供线索或依据,而不能取代专业知识对事物的认识。因此,统计方法的应用,要联系医学工作实际。

3. 要培养科学的统计思维方法 例如变异的客观存在,抽样误差的不可避免,混杂因素对实验结果的干扰,如何利用良好的设计防止偏倚,控制误差,假设检验的基本思想,根据概率做出统计结论的思想等。

本章学习要点

1. 医学统计学的基本概念、主要内容。
2. 统计工作的步骤。
3. 医学统计学的常用术语。
4. 统计资料的类型。

(王福彦 杜茂林)

第2章 计量资料的描述

chapter 2

临床实例 2-1

某医师欲了解某市7岁男童的身高,随机抽查了该市7岁男童110名,测量身高(cm),得到如下资料:

112.4	117.2	122.7	123.0	113.0	110.8	118.2	108.2	118.9	118.1
123.5	118.3	120.3	116.2	114.7	119.7	114.8	119.6	113.2	120.0
119.7	116.8	119.8	122.5	119.7	120.7	114.3	122.0	117.0	122.5
119.8	122.9	128.0	121.5	126.1	117.1	124.1	129.3	121.8	112.7
120.2	120.8	126.6	120.0	130.5	120.0	121.5	114.3	124.1	117.2
124.4	116.4	119.0	117.1	114.9	129.1	118.4	113.2	116.0	120.4
112.3	114.9	124.4	112.2	125.2	116.3	125.8	121.0	115.4	121.2
117.9	120.1	118.4	122.8	120.1	112.4	118.5	113.0	120.8	114.8
123.8	119.1	122.8	120.7	117.4	126.2	122.1	125.2	118.0	120.7
116.3	125.1	120.5	114.3	123.1	122.4	110.3	119.3	125.0	111.5
116.8	125.6	123.2	119.5	120.5	127.1	120.6	132.5	116.3	130.8

问题:

1. 该组数据为何种类型资料?
2. 如何描述、表达7岁男孩身高的数量特征,即从哪几个方面对其进行统计分析,应选用什么统计指标?

统计学的基本内容可概括为四个字:描述、推断。解答上述资料之问题就是对资料的描述,当然,上一章已讲解了资料的类型,本例即是对“计量资料”的描述。描述是计量资料统计分析的最基础内容,任何资料的分析,首先是对其进行描述,在描述的基础上进行推断,即使是纯粹目的推断,其结果分析也需结合描述性指标。

第一节 计量资料的频数表

为了解数值变量的分布规律,当观察单位较多时,可通过资料整理,编制频数分布表,简称

频数表(frequency table)。

(一)频数表的编制

例 2-2 以临床实例 2-1 为例,频数表的编制基本步骤如下:

1. 求极差 最大值与最小值之差,称为极差,本例最大值为 132.5cm,最小值为 108.2cm,极差为:

$$132.5\text{cm}-108.2\text{cm}=24.3\text{cm}$$

2. 决定组数和组距 组数:一般设 10~15 个,观察单位较少时组段数可相对少些。组距:常用极差的 1/10 取整,取整只是为了方便资料整理汇总。本例,极差的 1/10 为 2.4cm,取整为 2.0cm。

表 2-1 110 名 7 岁男童身高频数表及相关指标计算

身高组段	频数(f)	组中值(x)	fX
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)(3)
108~	1	109	109
110~	3	111	333
112~	9	113	1 017
114~	9	115	1 035
116~	15	117	1 755
118~	18	119	2 142
120~	21	121	2 541
122~	14	123	1 722
124~	10	125	1 250
126~	4	127	508
128~	3	129	387
130~	2	131	262
132~134	1	133	133
合计	110($\sum f$)		13 194($\sum fX$)

3. 确定组段 第一组段要包括最小观察值,最后一个组段要包括最大观察值。本例,最小值 108.2cm,取整,第一组段为 108,组距为 2,共分 13 个组段。

各个组段应界限分明,便于汇总。每个组段的起点称“下限”(low limit),终点称“上限”(upper limit)。为便于汇总,各个组段从本组段的“下限”开始,不包括本组段的“上限”,如表 2-1 第(1)栏:“108~”组段,包括身高在 108 至未满 110 的观察值,其余仿此。最末一组段应同时写出其下限和上限。

4. 列表并统计频数 决定组段后,列成表 2-1 形式,将原始数据采用划记法或计算机汇总,得到各个组段的观察单位数(频数),表中(1)、(2)栏即所需的频数表。

(二)频数分布的特征

频数分布有两个重要特征:集中趋势(central tendency)和离散趋势(tendency of dispersion)。如由表 2-1 可见,110 名 7 岁男孩的身高有高有矮,但有一定的分布规律:身高向中央部分(即中等身高)集中,以中等身高者居多,为集中趋势;从中央部分到两侧(即由中等身高到较矮或较高)频数分布逐渐减少,为离散趋势。集中趋势和离散趋势是频数分布的两个重要侧面,对计量资料的描述,应从这两个方面进行,才可全面地分析所研究的事物。

(三)频数分布类型

频数分布可分为对称分布和偏态分布两种类型。所谓对称分布是指集中位置在正中,左右两侧频数分布大体对称,如图 2-1 所示。所谓偏态分布是指集中位置偏向一侧,频数分布不对称,如图 2-2 所示。

(四)频数表的用途

- 1. 揭示资料的分布特征和分布类型 在文献中常将频数表作为陈述资料的形式。
- 2. 便于进一步计算有关指标和统计分析
- 3. 发现某些特大或特小的可疑值 例如有时在频数表的两端,出现连续几个组段的频数

为0后,又出现一些特大值或特小值,使人怀疑这些数值是否准确,需要进一步检查和核对。

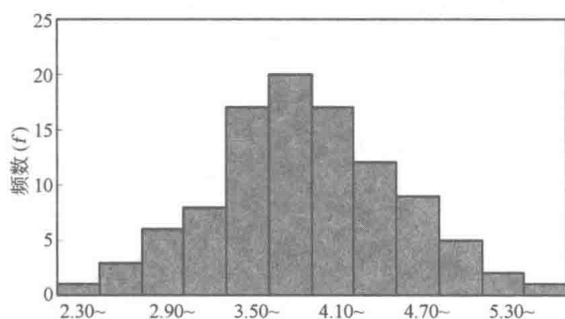


图 2-1 101 名正常成年女子血清胆固醇分布

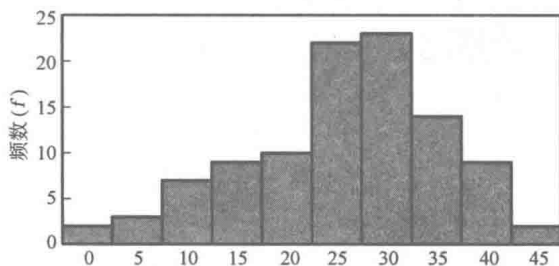


图 2-2 101 名正常成年女子血清肌红蛋白分布

第二节 集中趋势的描述

计量资料的平均水平一般反映该组资料的集中位置,其大小用平均数来描述。平均数(average)是统计中应用最广泛、最重要的一个指标体系。平均数的计算和应用必须具备同质基础,合理分组。

常用平均数有算术均数、几何平均数和中位数。

一、算术均数

算术均数简称均数(mean),总体均数用希腊字母 μ 表示,样本均数用 $\bar{X}$ 表示。均数反映一组观察值在数量上的平均水平。

(一)均数的计算

1. 直接法 即将所有观察值直接相加再除以观察值的个数,写成公式为:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum X}{n} \quad (\text{公式 2-1})$$

式中: $\sum$ 是希腊字母,读作 sigma,为求和的符号; $X_1, X_2, X_3, \cdots, X_n$ 表示具体观察值; n 为观察值个数。

例 2-3 10 名 7 岁男童体重(kg)分别为:17.3, 18.0, 19.4, 20.6, 21.2, 21.8, 22.5, 23.2, 24.0, 25.5。求平均体重。

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{17.3 + 18.0 + 19.4 + 20.6 + 21.2 + 21.8 + 22.5 + 23.2 + 24.0 + 25.5}{10} \text{ (kg)} \\ &= 21.35 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

2. 频数表法 也称为加权法。基本思路是当资料中相同观察值的个数较多时,可将相同观察值的个数,即频数 f ,乘以该观察值 X ,以代替相同观察值逐个相加。例如表 2-1 的频数表资料中,可用各组段的频数 f 乘以相应的组中值 X ,按第(4)栏求出 fX 及 $\sum fX$,最后再除以总频数 $\sum f$ (即 n)。写成公式为:

$$\bar{X} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + f_3 X_3 + \cdots + f_k X_k}{f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_k} = \frac{\sum fX}{\sum f} \quad (\text{公式 2-2})$$