



医学统计

实战练习

YIXUE TONGJI SHIZHAN LIANXI

主编 胡良平

医学统计实战练习

主 编 胡良平

编 委 (按姓氏笔画为序)

刘惠刚 李子建 李长平

李清华 周诗国 葛 毅

军事医学科学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

医学统计实战练习/胡良平主编.

- 北京:军事医学科学出版社,2007.8

ISBN 978-7-80121-671-7

I. 医… II. 胡… III. 医学统计-习题

IV. R195.1-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第082803号

出版:军事医学科学出版社

地址:北京市海淀区太平路27号

邮编:100850

联系电话:发行部:(010)63801284

63800294

编辑部:(010)66884418,86702315,86702759,

86703183,86702802

传真:(010)63801284

网址:<http://www.mmsp.cn>

印装:京南印刷厂

发行:新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:33.75

字数:834千字

版次:2007年8月第1版

印次:2007年8月第1次

定价:66.00元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

内 容 提 要

本书共分12章,第1章以高度浓缩的编写技巧,使看似复杂的统计学条理分明,言简意赅;第2章至第12章收录笔者21年来从事统计教学、科研、咨询和培训工作中积累的各种考试真题以及根据审稿的稿件和公开发表的论文中提取的资料改编而成的新题,总共约有1000余道,并给出了每一道题的详细解答。解决这些来自科研第一线实际问题的理论和指导思想是笔者提出并经实践检验行之有效的“统计学三型理论”。通过对本书的学习,学习者可在统计学理论与实践两个方面取得长足进步,使统计学真正成为科研工作者、临床医师、杂志编辑和高等医药卫生院校的本科生和研究生得心应手的工具。

本书适用于所有希望把医学统计学学好,并能真正解决实际问题的广大科研工作者、临床医生、杂志编辑、医疗卫生预防人员和广大医学生及研究生学习;也适用于所有希望把医学统计学教好,并能真正实际问题的高等医药卫生院校的广大教师使用。

前 言

人们常说,医学统计学是从事生物医学科研工作不可缺少的重要工具。但在笔者看来,不仅如此,更是人们从事科研活动的思维方法和行动的向导。

值得注意的是,很多人学了多遍统计学仍不得要领,几乎一用就出错。这不是一个偶然现象,而是带有相当大的普遍性。一些人责怪自己的数学功底不好,还有些人责怪自己的专业用统计学较少。这些责难似乎都有一些道理,但都不是问题的“症结”。很多人没有学会统计学,无法用对统计学,其问题的症结出在统计学教材脱离实际、教学方法不力和实践不足三个方面。

若统计学教材严重脱离科研实际,教科书中只写那些被别人反复“抄写”多遍的经典内容,即所谓的“标准型”,当他们拟解决实际问题时,常常被一些披着伪装的“假象”所迷惑,即所谓的“表现型”。从这样的统计学教科书上去学习统计学,是很难获得“真才实学”的!统计学教材中必须从头至尾贯穿一根主线,那就是“理论为实践服务,问题和资料来自科研第一线”。换句话说,就是统计学教科书中不仅要写解决问题的“标准型”,还要如实呈现出问题的“表现型”,更重要的是分析每个“表现型”背后的“原型”。若统计学教科书能与每个实际问题对应的前述“三型”——交代清楚,学习者会觉得统计学易学易懂易用。这里提及的“三型”就是笔者创立的“统计学三型理论”。

若在进行医学统计教学时,采取单一的正面灌输的死板方法,就会使学习者仅有的一点学习兴趣荡然无余,使他们感觉到统计学难学难懂难用,枯燥乏味,甚至望而生畏。应当结合运用医学统计学中人们常犯的精彩错误案例组织教学,即采取逆向统计教学法,并且,要经常采用互动式教学方式,教学语言要生动有趣,调动学习者的学习兴趣,使教、学双方沉浸在“发现错误、追求真理”的学习氛围之中,学习者就不仅会聚精会神、洗耳聆听,还会情不自禁地以主人翁姿态积极投入到教学中来,使学习统计学的场所变成一种陶冶情操、启迪智慧、焕发精神和鼓舞干劲的“多功能厅”。

若每个人仅仅带着两只耳来学习统计学,统计学教材写得再好,教员讲得再生动,学习者不动脑去思考问题、不动手去解决问题,他们将永远只会“欣赏统计学”,而不会正确“运用统计学”。要想真正学会统计学,教学和实习的时间之比最好为 1:5,至少也应达到 1:3。应在统计学理论水平高、解决实际问题能力强的人的指导下,系统地解决各种实际问题。

本书收集了笔者从事医学统计学教学 21 年中积累起来的各种考试真题,不仅有业余大学医学统计学考题,有科研人员晋升职称医学统计学考题,有我院历届硕士研究生医学统计学考题,有硕士和博士入学考试的医学统计学考题,还有来自为杂志审稿和日常统计咨询中收集到的丰富资料。这些考题和实际问题,几乎都运用“统计学三型理论”进行了详细解答,学习者若能耐心学习、仔细品味、反复实践,将有望成为合理运用医学统计学的高手,不仅科研成果的质量会大幅度提高,而且,在看待和处理社会生活、家庭生活等方面出现的很多实际问题时,其综合素质也会得到很大提高。

笔者所任职的生物医学统计学咨询中心有一个网站,其网址是:<http://www.stathlp.com>。希望这个网站能够成为作者与读者之间沟通和交流的平台。

由于笔者水平有限,加上对某些资料的背景知识掌握不全,理解上可能有些出入,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正!

胡良平

2006 年 8 月 20 日

目 录

第1章 医学统计学知识梳理	(1)
1 实验设计概述	(1)
1.1 设计类型及常见错误	(1)
1.2 实验设计三要素及常见错误	(2)
1.3 实验设计四原则及常见错误	(3)
2 统计表达与描述概述	(5)
2.1 统计表及常见错误	(5)
2.2 统计图及常见错误	(5)
2.3 相对数及常见错误	(5)
2.4 定量资料的描述及常见错误	(6)
3 常用统计分析方法概述	(6)
3.1 定量资料统计分析方法合理选择及常见错误	(6)
3.2 定性资料统计分析方法合理选择及常见错误	(7)
3.3 简单线性相关回归分析实施步骤及常见错误	(8)
4 多元统计分析方法概述	(8)
4.1 多重回归分析方法合理选择	(9)
4.2 其他多元统计分析方法合理选择	(9)
5 学习医学统计学的方法概述	(9)
5.1 学习和运用医学统计学的困难所在	(9)
5.2 解决统计学学习和运用困难的理论武器	(10)
6 统计学三型理论的定义及各型间的相互关系	(10)
6.1 什么是统计学三型理论	(10)
6.2 “三型”之间的相互关系	(11)
6.3 不易出错的“三型”和极易出错的“三型”	(11)
6.4 破解“三型”的技巧与策略	(11)
第2章 填空题	(13)
1 一般填空题	(13)
2 选择填空题	(26)
第3章 判断题	(32)
1 一般判断题	(32)
2 错误辨析	(38)

第4章 选择题	(69)
1 多项选择题	(69)
2 单项选择题	(76)
第5章 问答题	(145)
1 简单问答题	(145)
2 复杂问答题	(153)
第6章 一般实验设计题	(181)
1 实验设计概念题	(181)
2 实验方案题	(185)
3 设计类型辨析题	(210)
第7章 复杂实验设计类型辨析题	(239)
第8章 统计分析方法合理选考题	(305)
1 一般统计问题	(305)
2 复杂统计问题	(312)
第9章 统计计算题	(320)
1 一般统计计算题	(320)
2 定量资料假设检验题	(333)
3 定性资料假设检验题	(355)
4 线性相关回归分析题	(370)
第10章 结果解释题	(378)
1 简单统计分析结果解释题	(378)
2 复杂统计分析结果解释题	(381)
第11章 SAS 应用	(394)
1 基本概念	(394)
2 SAS 编程计算	(395)
第12章 综合测试题	(418)
1 医学统计学笔试 A 卷试题	(418)
2 医学统计学笔试 B 卷试题	(424)
3 医学统计学笔试 C 卷试题	(432)
4 医学统计学 SAS 上机考试 A 卷	(438)

5	医学统计学 SAS 上机考试 B 卷	(439)
6	医学统计学笔试 A 卷参考答案	(440)
7	医学统计学笔试 B 卷参考答案	(446)
8	医学统计学笔试 C 卷参考答案	(456)
9	医学统计学 SAS 上机考试 A 卷参考答案	(460)
10	医学统计学 SAS 上机考试 B 卷参考答案	(468)
参考文献		(476)
附录 A	胡良平专著简介	(479)
附录 B	常用统计用表	(481)

第1章 医学统计学知识梳理

1 实验设计概述

所谓实验设计,就是在正式进行实验之前,要对可能涉及到的问题进行周密考虑、合理安排、精心策划,并以书面的形式呈现出来,此形式和内容被称之为实验设计方案,它将有利于确保实验结果能够达到预期的目的。而且能经得起实践的检验,经得起时间的考验。

实验设计是多快好省地进行科学研究的重要基础,其内容非常丰富,但其核心内容只有3个方面:其一,实验设计类型;其二,实验设计三要素;其三,实验设计四原则。

1.1 设计类型及常见错误

什么是实验设计类型?实验中涉及一个或多个实验因素,有时还需要考虑重要的非实验因素(称为区组因素),这些因素的水平以不同的方式进行组合,将对实验结果产生不同的影响,研究的目的是希望了解哪些因素对结果的影响是主要的,哪些因素对结果的影响是次要的,哪些因素在其特定的水平变化范围内几乎对结果没有影响。人们需要根据实验研究中可能会涉及的因素的个数、水平数进行适当的组合,以便实现研究者的研究目的,与特定因素组合对应的具体实验安排被称为“实验设计类型”。实验设计类型的作用是什么?合理地利用各种实验设计类型,不仅可以准确地评价各因素对观测结果的影响大小,而且可以合理地评价因素之间交互作用的效应大小。标准的实验设计类型,有与之对应的标准的统计分析方法。由此可见,处理定量资料的关键点有两个:其一,正确判定定量资料所对应的实验设计类型;其二,认真检查定量资料是否具备参数检验所要求的前提条件(独立性、正态性和方差齐性)。

标准的实验设计类型有很多,粗分为单因素设计与多因素设计。在单因素设计中,又可细分为单组设计、配对设计、成组设计和单因素多水平设计;在多因素设计中,有无法考察交互作用的双因素无重复实验的设计、随机区组设计、平衡不完全随机区组设计、交叉设计、拉丁方设计、正交拉丁方设计、系统分组(或叫嵌套)设计等;还有可以考察交互作用的析因设计、正交设计、反应曲面设计、分割(或叫裂区)设计、具有重复测量设计等。

在运用实验设计类型方面常见的错误有:实验前,仅从专业角度考虑问题,凭想当然设置多个组,不知道如何对实验因素及其水平进行合理地安排,常导致对照不全,无法找到正确的处理实验数据的统计分析方法;有时,人们习惯用多次单因素设计取代多因素设计,当因素之间不独立时,极易得出错误结论;实验结束后想处理实验资料时,在没弄清资料的背景情况时,就根据资料的表现型去盲目套用统计分析方法。

1.2 实验设计三要素及常见错误

何为实验设计三要素?受试对象、实验因素和实验效应(常以观测指标的具体取值来反映)为实验研究中不可缺少的内容,故称之为实验设计三要素。

根据实验研究的目的和具体情况,应结合专业知识选择合适的受试对象,例如,有些实验需要选用小动物,而另一些实验则需要选用大动物;有些实验需要选用这种品系的动物,而另一些实验则需要选用那种品系的动物;显然,受试对象种类的选取主要取决于专业知识。从统计学角度看,更多场合下是应当结合具体问题制定出“纳入和排除”受试对象的标准,以减少或消除重要非实验因素对实验结果的干扰和影响。若是药物的临床试验,还必须考虑到“伦理道德”、“尊重人权”和“提高受试者依从性”等问题。

受试对象的种类:根据受试对象的特征和属性可将其粗分为生物体与非生物体两大类,生物体又可粗分为人体与非人体两类,其中人体又常分为患者与非患者;非人体又常分为动物、植物,另外,还可以是人体的离体标本或细胞等。不同的实验目的、实验因素和实验的技术水平需要选用不同的受试对象。例如:在新药的临床试验前期,一般只能选用动物作为受试对象,而在Ⅰ期临床试验阶段,一般选用健康志愿者作为受试对象、在Ⅱ、Ⅲ期临床试验阶段,一般都选患有特定疾病并符合入选标准且不具有排除标准的患者作为受试对象。选用动物作为受试对象时,又要根据处理因素的性质、作用机理、作用部位等,选用不同种类的动物,具体如何选定,主要取决于专业知识,此处不便赘述。

受试对象的数量:受试对象的数量通常指实验研究中总共需要多少样本含量,也称样本大小,在统计学上称为“样本大小估计问题”。值得注意的是,若实验涉及的因素很多,根据因素的水平组合会形成很多小组,每个小组中的受试对象的数量不能太小!样本大小估计是一个比较复杂的问题,它涉及到实验设计的类型、观测指标的性质、有关的先验知识和对结果精确度的要求。单因素设计各种情况下样本大小的估计公式比较多,其他设计下样本大小的估计公式就比较少了,尤其是多因素实验设计多指标情形下样本大小的估计几乎不可能,通常需要根据极少数主要因素和指标来考虑样本含量的估计问题。

尽管如此,还是应当尽可能科学地给出样本大小的估计。例如,一般来说,在新药的Ⅱ期临床试验中,实验组与对照组各至少需要100例样本;在实验室里进行的小规模实验研究时,当实验因素多,分的小组很多时,若使用的是大动物(如狗、猴、猪),各小组样本量在5只以上为宜,最少不宜少于3只;若是小动物(如小鼠、大鼠、兔),各小组样本量在10只以上为宜,最少不宜少于5只。

常见错误有:在以动物为实验研究的场合中,常盲目选取某种受试对象;在以人为受试对象的实验研究中,常忽视伦理道德问题,选择不恰当的对照组等。

何为实验因素?实验因素就是研究者希望通过实验考察其对实验结果是否有影响的不同实验条件的总称。例如,不同药物和不同剂量对患者的疗效可能有不同的影响,假定现有3种药物,每种药物有4种不同的用量,每组患者只能用一种药物的一种剂量,则共需把某病患者分成12个小组。从统计学角度看,此实验中仅涉及到两个实验因素,一个叫“药物种类”,它有3个水平;另一个叫“药物剂量”,它有4个水平。

重要非实验因素及其选定:在实验研究中,除了实验因素对观测结果有影响外,还会有其

他因素对观测结果产生影响,如受试对象的“性别、体重、年龄”等基本特征、实验者的技术水平和情绪等是否稳定、药物或试剂的质量和性能是否稳定、做实验时的环境和条件是否稳定等,他们都被称为非实验因素。结合具体问题,选定其中对观测结果具有最大影响的一个或若干个,将其定为“重要的非实验因素(简称为区组因素)”,在实验设计时,设法对他们加以控制,这就是所谓“含区组因素”的实验设计类型,如配对设计、随机区组设计、平衡不完全随机区组设计、含区组因素的析因设计等。

实际工作者在确定实验因素方面常犯的错误有:①喜欢用“组别”这个词作为全部实验分组的总称,无论实验中涉及到多少个组,他们总把这个“组别”理解为“一个实验因素”,很自然地将其下的各组理解为该因素的各个水平。如前例,错误地理解是实验中仅涉及一个叫“组别”的因素,它有12个水平;②毫无根据地选择很多实验因素,使实验研究变得十分复杂,往往因为实验条件、人力和时间等都达不到起码的要求,使实验研究半途而废或因安排不当,组间夹杂着某些混杂因素的影响,导致结论可信度低;③由于研究者实验设计水平贫乏,不会科学地利用多因素实验设计技术,只能将其他实验因素视而不见,每次只让自己关心的某个实验因素取不同水平,当因素之间不互相独立时,常得出错误结论。

何为实验效应?实验效应就是实验因素作用于受试对象后所产生的效果。它是通过具体的观测指标来体现的,即观测指标是用来反映实验因素作用强弱的重要“尺子”,必须结合实验因素的性质和特点,仪器、试剂和技术水平等多方面综合考虑,找出“特异性强、灵敏度高、准确、可靠”的观测指标,以“客观指标”为主,以“半客观和主观指标”为辅。

不同的实验因素需要选取不同的观测指标,选取的依据是专业知识。例1:人们在进行疾病与某些基因之间关系的研究时,常常是盲目地选取一些观测指标,因此,常得出“阴性”结果,即不同的基因型对所考察的观测指标的影响无统计学意义。例2:研究哮喘与某些基因之间的关系时,若选取“身高、体重、血小板等”为观测指标,就没有什么意义;若选取“血清总IgE等”为观测指标,就比较有意义了。例3:反映肝病治疗效果的指标绝对不可能选用身高、体重和血压,必须是能直接反映肝损伤严重程度的关键性指标。例4:当人类对严重急性呼吸综合征(SARS)一无所知时,不知道感染上SARS病毒的患者与未感染上SARS病毒的患者在哪些外周血指标上有差异,解放军三零二医院临床检验中心的毛远丽等,检测了67例已被明确诊断为SARS的患者的外周血血细胞、血清生化检验指标等30余项指标,对其中23例痊愈出院患者发病早期、中期和恢复期的各项指标进行了动态观察。将其中某些指标的数值与相应的正常值范围相比较,SARS患者外周血实验室检查结果表明,多项检测指标产生有统计学意义的改变,其中在发病1周内即有变化且对临床诊治具有一定作用的指标为:LYM(淋巴细胞绝对值)、Fe(铁)、urea(尿素)的特异性降低以及LDH(乳酸脱氢酶)、CK(肌酸激酶)、 α -HBD(α -羟丁酸脱氢酶)、AST(门冬氨酸氨基转移酶)的特异性升高。这就为日后的类似研究提供了选取指标的科学依据,其他人就不必去检测其他一些无临床意义的血清学常规指标了,可以节省人力、物力和时间。

1.3 实验设计四原则及常见错误

何为实验设计四原则?就是指实验研究必需遵循的四个基本原则,即“随机、对照、重复、均衡”原则。一项科研工作,在这四个基本原则中任何一个原则上出了问题,其结论很可能就

是错误的。

何为随机原则?在选取样本时,应确保总体中任何一个个体都有同等的机会被抽取进入样本;在分配样本时,应确保样本中任何一个个体都有同等的机会被分入任何一个组中去。这就是严格意义上的随机化原则。随机的作用是什么?其作用就是使样本具有极好的代表性,使各组受试对象在重要的非实验因素方面具有极好的均衡性,提高实验资料的可比性。

在随机原则方面常犯的错误有:用“随意”取代“随机”,由发病时间短的患者组成实验组,按时间先后分别选取样本形成实验组与对照组。

何为对照原则?医学实验研究,一般都应设立对照组,这就是所谓的“对照原则”。设立对照组,实际上就是寻找一个“参照物”或“对比的基础”,因为“好与坏”、“高与矮”、“快与慢”、“长与短”等都是事物相对于与之同类的另一事物而言的,现在的火车速度快,但它却没有现在的飞机速度快;一个药物的疗效如何,要看与谁比较,是与“安慰剂”比较还是与“当前市面上治疗此类疾病疗效最好的某种药物”比较,其结论是不同的,其可能产生的价值也是不一样的。对照原则的作用是什么?设立对照组的作用就在于提高鉴别的能力和结论的说服力,换言之,缺乏对照的研究是没有说服力的。当然,对照不全或对照设置得不合理也是没有说服力的。

在对照原则方面常犯的错误有:缺乏必要的对照组、对照过剩、盲目设立对照组、假对照、对照不全等。

何为重复原则?虽然通常重复有三层含义,即重复实验、重复测量和重复取样,但实验设计中所讲的“重复原则”主要指“相同实验条件下的独立重复实验的次数要足够多”这样一个原则,即“重复实验原则”;重复测量一般指受试对象接受某种处理后,在不同时间点或对称的不同部位上被重复观测某定量指标的数值大小,目的是看定量指标随时间推移(或部位改变)的动态变化情况;而重复取样,就是在同一个时间点从同一受试对象身上或同一个样品中取得多个标本,目的是看各标本中某定量观测指标含量的分布是否均匀。重复原则的作用是什么?重复的作用就是确保能真实地反映随机变量(即事先不能准确知道在实验结束后变量的具体取值是多少)的统计规律性。当然,在实际的科研工作中,在一个特定的条件下不可能做无数次独立重复实验,最好结合具体情况作出合理的估计,一般来说,不做重复实验或仅重复2、3次实验,其可靠性是值得怀疑的。

在样本量方面常见的错误有:有时盲目追求大样本,导致质量差效率低;有时又严重忽视重复实验的作用,在不同实验条件下,仅做一次实验,因为生物体的个体差异很大,在相同条件下重复实验次数过少,随机变量的规律性无法正确地显露出来;更有甚者,用“个案”上得出的结论取代一般规律。

何为均衡原则?均衡原则就是要求同一个实验因素各水平组之间除了所考察的因素取不同水平外,在一切非处理因素方面达到均衡一致。例如:临床上经常有这样的资料,一组为正常人,测定其血压值,另一组是高血压患者,将他们在治疗前、治疗后的血压值都测定出来,这样就有了三组血压值,很多人将这三组定量数据视为来自“单因素3水平设计的定量资料”,这显然是不妥的!因为它既不是一个标准的“单因素3水平设计”,也不是一个标准的两因素析因设计或重复测量设计。这三组之间是不均衡的,没有一个统一的名称(即实验因素)能将这3个组概括进去又能明确地区分开来,若将这3组所代表的实验因素取名为“受试者的类型”,它只有两个水平(不是3个水平!),即“正常人与高血压患者”,不能明确区分测自患者的

两组数据;若将这3组所代表的实验因素取名为“测定时间”,它也只有两个水平(不是3个水平),即“治疗前与治疗后”,不能明确区分测自正常人的那一组数据。但是,若在患者治疗前、后测定血压值的同时,也对正常人各测定了一次,此时,有4组血压值,其中测自正常人的两组数据之间有较好的可比性,而测自患者的两组数据之间也有较好的可比性。这样做实际上就是一个标准的两因素实验设计了,其具体的名称为“具有一个重复测量的两因素实验设计”。

均衡原则方面常见错误有:对照组与实验组受试对象在“基线”上不可比,如平均年龄、与观测结果有关的指标的平均值、性别构成等,可能对观测结果有重要影响的非实验因素方面相差悬殊。

2 统计表达与描述概述

有了实验资料之后,就需要将其表达出来,表达实验资料的常用方法有统计表和统计图;还需要将资料的特征描述出来,描述实验资料的常用方法有平均值、中位数、标准差、变异系数、四分位数间距、分位数、相对数等。

2.1 统计表及常见错误

用线条、文字和数字表达数字资料的形式被称为统计表。常见的统计表有:从外表上看,仅罗列事物和现象的数量多少的简单统计表、按一个变量分组而形成的分组表、按两个或多个变量分组而形成的复合表等;从功能上看,有反映某定量观测指标各组段上频数多少的频数分布表、表达多组定量资料(平均值 $\pm$ 标准差)的简化表、反映定性变量不同水平组合条件下频数分布情况的列联表等。

编制统计表时常见的错误有:标题过长、中心不突出、线条过多、数字小数位不统一,最严重的错误是:表中数据的含义未表达清楚,令人费解。

2.2 统计图及常见错误

统计图是形象化表达数字资料的一种方法,常见的统计图有:条图、圆图、百分条图、线图、直方图、多边图、散布图等。

绘制统计图常见的错误有:选用的统计图类型与资料的性质不吻合;坐标轴上所标的刻度值违背数学原则,等长的间隔代表的数量不等,导致绘出的折线的升降趋势是假象;纵横坐标轴交汇点不是坐标原点,破坏了直角坐标系的严谨性,此时,应采用图域表示为宜。

2.3 相对数及常见错误

相对数常有三种,即结构相对数(如某年某市患传染性疾病的人数占全部患病人数的百分比)、强度相对数(如某年某市乙型肝炎的发病率)和相对比(如某年某单位新生儿男性与女性人数之比)。

相对数应用中常见的错误有:将百分比与百分率混为一谈,分母很小时也计算相对数。

2.4 定量资料的描述及常见错误

若观测结果是定量的,则常需要以简洁的形式将其描述出来。一方面要显示其平均水平,另一方面要反映其离散程度。

定量资料描述中常见的错误有:误用描述呈正态分布定量资料的方法“ $\bar{x} \pm s$ ”来取代描述呈非正态分布定量资料的方法“ $M(Q_1 \sim Q_3)$ ”或“ $M(Q_R)$ ”(注: Q_1 和 Q_3 分别为第1四分位数和第3四分位数; Q_R 为四分位数间距,即 $Q_R = Q_3 - Q_1$);利用“ $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ”来描述定量资料时具有极大的欺骗性,因为 $S_{\bar{x}} = s/\sqrt{n}$,即使标准差 s 远远大于算术平均值 $\bar{x}$ (此类定量已隐含呈非正态分布),其标准误 $S_{\bar{x}}$ 也可能比较小,故用“ $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ”的描述方法却很不易被察觉。

3 常用统计分析方法概述

常用统计分析方法有定量资料的统计分析方法(如单组、配对、成组设计定量资料的 t 检验、符号秩检验及秩和检验;单因素多水平设计定量资料的方差分析及秩和检验;各种多因素设计定量资料的方差分析;随机区组设计定量资料的秩和检验)、定性资料的统计分析方法(各种 2×2 列联表资料的统计分析、各种 $R \times C$ 列联表资料的统计分析和各种高维列联表资料的统计分析)和简单线性相关与回归分析方法。

3.1 定量资料统计分析方法合理选择及常见错误

定量资料统计分析方法合理选择的关键在于两点:其一,检查资料是否满足参数检验的前提条件;其二,准确判定定量资料所取自的实验设计类型。

通常的参数检验方法有:以正态分布作为假设检验的理论依据的 Z 检验或称 U 检验、以 t 分布作为假设检验的理论依据的 t 检验、以 F 分布作为假设检验的理论依据的 F 检验;通常的非参数检验方法有:符号秩检验、秩和检验。

参数检验要求定量资料应满足的前提条件有:独立性、正态性和方差齐性。

实验设计类型粗分为单因素设计和多因素设计,详细划分约有10几种,如单组设计、配对设计、成组设计、单因素多水平设计、随机区组设计、析因设计、正交设计等。为方便选用,与各种实验设计类型对应的参数检验和非参数检验方法列在表1中。

选择统计分析方法处理定量资料时常见的错误有:误将定性资料当作定量资料而误用 t 检验;定量资料不满足参数检验的前提条件而盲目套用参数检验方法;不考虑实验设计类型而盲目套用统计分析方法(如成组设计定量资料却误用配对设计定量资料的 t 检验处理,单因素多水平设计定量资料却误用成组设计定量资料的 t 检验处理;各种复杂的多因素设计定量资料却误用成组设计定量资料的 t 检验或单因素多水平设计定量资料的方差分析处理)。

表 1 设计类型与定量资料统计分析方法匹配

设计名称	前提条件是否满足及假设检验方法的选定	
	满足	不满足
单组设计	单组设计 t 检验	符号检验或符号秩检验
配对设计	配对设计 t 检验	符号检验或符号秩检验
成组设计	成组设计 t 检验	Wilcoxon 秩和检验
单因素 K 水平设计	单 k 设计 ANOVA	Kruskal-Wallis 秩和检验
随机区组设计	随机区组设计 ANOVA	Friedman 秩和检验
其他各种设计	相应设计的 ANOVA	非参数法较少, 找变换法

注: ANOVA 为方差分析的英文缩写

3.2 定性资料统计分析方法合理选择及常见错误

定性资料统计分析方法合理选择的关键在于两点, 其一, 检查资料是否具备特定统计分析方法所要求的前提条件; 其二, 给定性资料所对应的列联表正确命名, 因为各种列联表资料有相应的统计分析方法。列联表中仅含两个定性变量时被称为二维列联表, 常分为 2×2 列联表和 $R \times C$ 列联表; 列联表中所含定性变量的个数大于等于 3 时被称为高维列联表。前两种列联表中的每一种都可细分为四类, 第三种列联表可分为三类, 与各类列联表资料对应的统计分析和所要求的前提条件列在表 2 中, 供实际使用时参考。

表 2 列联表类型与定性资料统计分析方法匹配

列联表类型	可选用的统计分析方法
横断面研究设计四格表	Fisher 的精确检验(通用)
一般四格表	校正的 χ^2 检验($N > 40, 1 < T \leq 5$)、一般 χ^2 检验($N > 40, T > 5$)
队列研究设计四格表	先视为一般四格表, 当 $P < 0.05$ 时, 计算 RR 并用 $MH\chi^2$ 检验
病例-对照研究设计四格表	先视为一般四格表, 当 $P < 0.05$ 时, 计算 OR 并用 $MH\chi^2$ 检验
配对研究设计四格表	有金标准或隐含金标准时, 可用配对设计 McNemar χ^2 检验
双向无序 $R \times C$ 表	当小于 5 的理论频数的个数未超过总格子数的 $1/5$ 时, 用一般 χ^2 检验, 否则, 用 Fisher 的精确检验
单向有序 $R \times C$ 表	应强调: 结果变量是有序的! 可用秩和检验或 Ridit 分析或有序变量的 Logistic 回归分析
双向有序且属性不同 $R \times C$ 表	目的一: 关心实验分组之间的差别, 按单向有序的 $R \times C$ 列联表处理。 目的二: 是否有相关性, 用 Spearman 秩相关分析或典型相关分析。 目的三: 是否呈线性变化, 用线性趋势检验。 目的四: 表中各行上频数分布是否相同, 用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。
双向有序且属性相同 $R \times C$ 表	一致性检验(即 Kappa 检验)或采用特殊模型分析。
高维列联表(关键看结果变量的类型):	
二值变量	加权 χ^2 检验(限三维)、Logistic 回归分析、对数线性模型
多值有序	有序变量的 Logistic 回归分析或 CMH 校正的秩和检验
多值无序	扩展的 Logistic 回归分析(多项 Logit 模型)、对数线性模型

选择统计分析方法处理定性资料时常见的错误有:误将定量资料当作定性资料而误用 χ^2 检验;把 χ^2 检验当作处理定性资料的“万能工具”;将复杂的定性资料(常被称为高维列联表资料)简单拆分或合并(在统计学上叫做压缩)成简单的列联表(常被称为二维列联表)后再处理;误对有序的原因变量进行打分,采用秩和检验处理;忽视定性资料是否具备特定统计分析方法所要求的前提条件而盲目套用统计分析方法;所采取的统计分析方法与拟达到的统计分析目的不吻合等。

3.3 简单线性相关与回归分析实施步骤及常见错误

进行简单线性回归分析的关键在于:专业知识、绘制和分析散布图,还应特别强调,资料必须来自同质的总体(如正常人与病人的数据混在一起就可能不同质了)。也就是说,若专业上有理由认为某些变量之间有联系且受试对象所在的总体具有同质性,希望通过实验数据和统计学处理来揭示变量之间的联系是否具有统计学意义时,才可以考虑进行相关或回归分析;而在具体计算之前,还应将变量之间变化的数量关系用散布图呈现出来,以便直观判断两变量之间是呈线性变化趋势,还是呈曲线变化趋势,或者两变量之间根本就没有什么关系。

进行简单线性相关与回归分析时常犯的错误:在缺乏专业知识为依据的前提下,盲目研究变量之间的相互关系或依赖关系;不绘制反映两变量之间变化趋势的散布图就直接进行统计计算,仅凭“ $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ ”就作出两变量之间存在线性关系的肯定结论。最为严重的错误是:将正常人、处于不同时期或阶段的某病患者的某些定量观测指标放在一起进行简单线性相关和回归分析。

4 多元统计分析方法概述

严格地说,多元统计分析是指同时分析的结果变量的数目大于等于 2 的各种统计分析方法,但通常人们把同时分析的原因变量的数目大于等于 2 的各种统计分析方法也包括在内。

当同时考察的定量结果变量的个数大于等于 2 时,原因变量仅有定性变量时,多元统计分析常称为多元方差分析;若原因变量中还含有定量的影响因素时,其对应的多元统计分析方法称为多元协方差分析。

当研究一个因变量随多个自变量变化的依赖关系时,通常称为一元多重回归分析,简称为多重回归分析;当研究多个因变量同时随多个自变量变化的依赖关系时,通常称为多元多重回归分析,简称为多元回归分析。

当研究多个变量之间的相互关系,可能用到的多元统计分析方法有多元相关分析、典型相关分析(研究两组定量变量之间的相关关系)、主成分分析、因子分析、对应分析和聚类分析等。

当结果变量为生存时间,且生存时间资料中包含不完全信息的数据时,通常属于生存分析的范畴。若自变量个数大于等于 2,常用 COX 模型或参数模型分析生存资料。