

# 医学期刊中常见的几种统计学分析方法 错用误用案例辨析\*

韩宏志<sup>1)</sup> 刘仲祥<sup>2)</sup> 官鑫<sup>1)</sup> 姜瑾秋<sup>1)</sup> 李欣欣<sup>1)</sup> 王丽<sup>1)†</sup>

1)《吉林大学学报(医学版)》编辑部,130021;2)吉林大学中日联谊医院《中国实验诊断学》编辑部,130033;长春

**摘要** 针对医学论文中常用统计学分析方法使用不规范的问题,查阅了医学统计学专业书籍和相关医学期刊的典型文章,从医学专业角度举例分析医学论文中常用统计学分析方法使用不规范的问题,包括误用 logistic 回归分析处理生存分析和未进行统计学分析直接得出结论,并针对该问题提出正确的统计学处理方法建议。

**关键词** 医学论文;统计学分析;logistic 回归分析;cox 回归分析

**Case analysis on misapplication and misuse of statistical analysis methods in medical papers**//HAN Hongzhi, LIU Zhongxiang, GUAN Xin, JIANG Jinxiu, LI Xinxin, WANG Li

**Abstract** At present, the use of statistical analysis methods is not often standard in medical papers. Aiming at the existing problems, we analyze the nonstandard use of several commonly used statistical analysis methods in medical papers, such as logistic regression analysis was used to deal with the survival analysis and draw a conclusion directly without statistical analysis, and point out related correct formulations.

**Keywords** medical paper; statistical analysis; logistic regression analysis; cox analysis

**First-author's address** Editorial Board of Journal of Jilin University (Medicine Edition), 130021, Changchun, China

**DOI:**10.16811/j.cnki.1001-4314.2019.01.010

一项医学科学研究结果是否具有科学性,取决于研究设计是否正确、分析方法是否恰当、结果表述是否规范以及结果解释是否合理<sup>[1]</sup>。多数医学期刊均对所刊发论文涉及的统计学分析方法有明确的要求,如明确交代研究设计类型、统计软件名称及版本、统计学符号的使用、统计学分析方法的选择、统计结果的表述、显著性检验方法和检验水准( $\alpha$ )等,但医学统计学的实际应用情况不尽如人意。统计学方法在我国生物医学期刊的应用仍存在较多问题,超过半数的论文都存在统计学缺陷或错误<sup>[2]</sup>。本文选取已经发表的具有代表性的2种统计学分析错误案例进行分析,主要针对误用 logistic 回归分析处理生存分析和未进行统

计学分析直接得出结论这2种错用误用类型进行辨析,旨在提高编辑同仁在审读文章过程中快速准确地发现该类统计学错误的的能力,提升医学期刊质量。

## 1 误用 logistic 回归分析处理生存分析

**例1** 吴晓燕等<sup>[3]</sup>《抗菌药物应用时间对感染性休克病死率影响的回顾性研究》,原文回顾分析372例感染性休克患者的临床资料,其中生存组(211例)和死亡组(161例)。按照早期目标导向治疗实施情况,分为集束组(117例,行集束治疗)和对照组(255例,未行治疗)。采用 logistic 多元回归分析影响感染性休克患者预后的独立危险因素。原文数据见表1。

表1 372例感染性休克患者病死率的 logistic 回归分析结果

指标	P 值	OR 值	95% CI
APACHE II 评分	0.00	0.87	0.84 ~ 0.90
MODS 评分	0.00	0.63	0.57 ~ 0.70
ICU 住院时间	0.00	1.06	1.03 ~ 1.09
机械通气	0.62	1.00	0.99 ~ 1.00
衰竭器官数	0.00	1.05	1.03 ~ 1.08
血管活性药物	0.96	1.00	0.99 ~ 1.00
抗菌药物首次使用时间	0.00	1.08	1.04 ~ 1.12
血糖	0.13	0.97	0.93 ~ 1.01
激素使用	0.14	1.36	0.90 ~ 2.06
6 h 液体复苏量	0.80	1.00	1.00 ~ 1.00

注:APACHE II 为急性生理学和慢性健康状况评估 II;MODS 为多脏器功能障碍综合征。

表1采用 logistic 回归分析筛选感染性休克患者病死率的影响因素,文中提到该组患者的生存时间信息,但进行 logistic 回归分析时未利用资料中的生存时间信息,因此判断其选择的统计学方法错误,不应采用 logistic 回归分析,这与该研究的最初设计思想相悖。该数据应采用 cox 回归分析,以生存结局(生存 or 死亡)和生存时间作为因变量,将影响因变量的因素作为自变量,筛选影响生存时间的保护因素和危险因素。但需要注意的是对于事件结局并存在生存时间的多因素分析是否采用 cox 回归分析,应该根据具体情况进行判定。对于应用 logistic 回归分析,原文中还存在诸多不足之处:1)研究对象的性别和年龄信息,未对生存组和死亡组研究对象的性别和年龄构成进行组间均

\* 吉林省卫生计生委 2017 年科技能力提升项目资助课题(2017G014, 2017G015);2018 年中国高校科技期刊研究会青年基金资助项目(CUJS-QN-2018-013)

† 通信作者

衡性假设检验就默认2组研究对象性别和年龄分布均衡,易产生偏倚,应将性别和年龄视为影响因素纳入模型进行分析。2)原文中无相关变量赋值说明,因变量赋值不同其结果的解释亦不相同。3)表1中的各个指标未描述是何种数据类型(定性或定量资料)。4)一般应在单因素分析的基础上,结合专业上的考虑,筛选有统计学意义或具有专业意义的变量引入模型,该研究未对变量进行单因素分析就直接进行logistic回归分析。通常应结合专业知识、研究目的和统计学结果进行综合考虑,即如在专业上认为有意义的变量,即使单因素分析时无统计学意义,也可以进入多因素分析方程中。5)未说明模型中变量筛选的具体方法以及引入和剔除变量的检验水准。6)原文logistic回归分析结果表述中缺少诸如回归系数估计值( $\beta$ )、标准误(SE)和Wald  $\chi^2$  值等信息。表1所列出的P值不应为0.00,而应采用区间表示,即 $P < 0.01$ 。上述分析提示,应用logistic回归分析和cox回归分析时应根据适用条件及分析目的选择适合的统计学分析方法。

**例2** 宋雷等<sup>[4]</sup>《女性急性心肌梗死患者的30 d预后及其影响因素》,原文研究目的为了解再灌注治疗时女性急性心肌梗死患者近期预后情况及其影响因素,采用单因素logistic回归分析和多因素logistic回归分析方法,将30 d死亡或主要不良心脑血管事件(MACCE)作为因变量,将性别、临床特点、治疗方法和并发症等因素作为自变量,寻找30 d死亡或MACCE的独立危险因素。该文选择的统计学分析方法是正确的,研究中的因变量为30 d死亡和生存时间,因变量30 d死亡也属于事件结局,由于其生存时间不包含截尾数据,不涉及失访情况,并且该结局比较凶险,即在生存时间较短的疾病研究中,生存分析只考虑结局,不考虑时间因素。相比cox回归分析而言,应用logistic回归分析时的研究效率要高一些,即logistic回归分析能处理一定时间内(一般在3个月或半年内)事件结局发生与否(通常的二分类变量)的数据。

cox回归分析与logistic回归分析的主要区别与联系:1)logistic回归分析的因变量为分类变量,cox回归分析的因变量为事件结局及出现这种结局所经历的时间。2)logistic回归分析的自变量中不允许出现删失值,而cox回归分析可以处理具有删失值信息的自变量。cox回归分析可以充分利用截尾数据信息,对生存时间分布特征及生存时间的主要影响因素进行分析。二分类logistic回归分析处理此类数据,不能充分利用生存时间的信息、不能处理生存时间数据中存在的删失问题。3)logistic回归分析以生存结局为因变量,仅考虑结局的好坏,而未考虑出现该结局的时

间长短,即无论结局变量发生在随访早期还是晚期对其处理方法均相同。logistic回归分析应用范围较广,在流行病学病因学、临床疗效评价和卫生服务研究等方面均有应用。4)对生存资料的多因素分析最常用的方法是cox回归分析,该分析以终点事件的出现与否和出现终点事件所经历的时间为因变量,可分析多个因素对生存时间的影响,可分析带有删失数据的资料,且不要求估计资料的分布类型。虽然cox回归分析可以利用删失数据的信息,但过多的删失很可能带来分析结果的偏倚<sup>[5]</sup>。研究者在应用cox回归分析时,应正确处理资料中的删失(或截尾)数据,生存时间(应该标示出每位受试者的生存时间是准确数据还是截尾数据),给出变量筛选方法,引入检验水准( $\alpha_{\text{入}}$ )和剔除标准( $\alpha_{\text{出}}$ ),尽可能最大限度地、高效地利用数据中的信息,还要满足比例风险假定(协变量对生存率的影响不随时间的改变而改变)。

## 2 未进行统计学分析直接得出结论

**例3** 刘志平等<sup>[6]</sup>《某三甲医院护士手卫生执行现状及其影响因素调查分析》,原文研究目的是调查分析临床护士手卫生执行状况及其影响因素,为进一步制定干预措施降低医院感染率提供依据。采用自行设计的手卫生调查问卷,于2017年1月对医院226名在职临床护士进行调查。原文数据见表2和表3。

表2 不同一般资料护士日常工作中手卫生执行情况比较

项目	人数	得分(分, $\bar{x} \pm s$ )	t/F值	P值
性别				
男	29	3.72 ± 0.31	1.350	>0.05
女	197	3.61 ± 0.43		
工作年限(年)				
0~3	90	3.68 ± 0.33	1.711	>0.05
4~5	30	3.52 ± 0.45		
>5	106	3.60 ± 0.47		
学历				
中专	2	3.30 ± 0.42	1.203	>0.05
本科	130	3.65 ± 0.45		
本科及以上	94	3.59 ± 0.37		
岗位类别				
培训层	79	3.67 ± 0.36	0.882	>0.05
执行层	86	3.61 ± 0.37		
主管层	64	3.58 ± 0.62		
职称				
护士	109	3.64 ± 0.37	2.109	>0.05
护师	96	3.64 ± 0.46		
主管护师	19	3.53 ± 0.33		
副主任护师及以上	2	2.97 ± 0.87		
科别				
儿科病房	30	3.90 ± 0.19	9.344	<0.01
重症监护室	110	3.54 ± 0.49		
普通病房	86	3.63 ± 0.33		

注:儿科病房与重症监护室  $t = 0.358, P < 0.05$ ; 儿科病房与普通病房  $t = 0.273, P < 0.05$ 。

表2采用两独立样本 $t$ 检验或单因素方差分析比较不同一般资料护士日常工作中手卫生执行情况(得分),认为不同科室护士手卫生执行情况比较差异有统计学意义( $F=9.344, P<0.01$ )。根据原文作者在方法部分的描述,该数据资料未进行正态性和方差齐性检验,手卫生执行状况分为从不、偶尔、经常、总是,并依次赋予1、2、3、4分,因此判断该数据为非正态分布,即呈偏态分布的定量资料,应以中位数和四分位数间距表示,即 $M(Q_R)$ ,原文数据资料分布特征判定错误,结果以 $\bar{x}\pm s$ 表示及假设检验方法的选择亦是错误的,属于盲目套用 $t$ 检验和单因素方差分析。数据进行统计分析时,应先根据原文的研究目的,判断数据资料类型及分布特征,然后选择合适的统计学分析方法。

该文统计学修改建议:1)如研究目的是检测不同因素(性别、工作年限、学历、岗位类别、职称和科别)护士日常工作中手卫生执行情况,以 $M(Q_R)$ 表示,应采用 $\chi^2$ 检验或秩和检验。2)如研究目的为寻找手卫生执行情况的影响因素,可采用有序多分类logistic回归进行分析,其因变量为手卫生执行情况为有序变量(多值有序的结果变量),赋值情况:从不=1、偶尔=2、经常=3、总是=4,自变量为性别、工作年限(年)、学历、岗位类别、职称和科别等,其中学历中的中专和职称中的副主任护师及以上例数过少,应与邻近的项目合并表述。岗位类别、职称和科别等为名义变量,需进行哑变量化处理。3)原文资料与方法中描述了研究对象(护士)的年龄信息,但未引入比较,分析时应该引入该因素。

表3 护士对日常工作中影响手卫生执行相关因素的认知状况

条 目	同 意		一 般		不 同 意	
	人数	百分比/%	人数	百分比/%	人数	百分比/%
护士忽视洗手或手消毒	212	93.8	9	4.0	5	2.2
记不太清楚洗手指征	211	93.4	13	5.8	2	0.8
认为戴手套可以替代洗手	211	93.4	14	6.2	1	0.4
管理层对洗手不够重视	201	88.9	20	8.9	5	2.2
认为手引起感染的概率很低	194	85.8	12	5.3	20	8.9
科室或医院对洗手或擦手没有足够的重视	191	84.5	24	10.6	11	4.9
洗手影响工作效率	175	77.5	27	11.8	24	10.7
相关的培训、宣传、讲座太少	168	74.3	48	21.2	10	4.5
未对洗手或擦手的效果进行有效地监控	138	61.0	47	20.8	41	18.2
工作太忙没有时间洗手	114	50.5	55	24.3	57	25.2
没有针对洗手或擦手的奖惩措施	89	39.4	75	33.2	62	27.4
洗手引起皮肤干燥	12	5.3	23	10.2	191	84.5

表3为护士对日常工作中影响手卫生执行相关因素的认知状况,原文采用构成比描述护士对日常工作中影响手卫生执行相关因素的认知状况,以认知度(护士对日常工作中影响手卫生执行相关因素的认知状况中同意的部分)作为筛选方法,得出影响手卫生执行及效果的相关因素中认知度较高的前5项,分别为护士忽视洗手和手消毒(93.8%)、记不太清楚洗手指征(93.4%)、认为戴手套可以替代洗手(93.4%)、管理层对洗手不够重视(88.9%)、认为手引起感染的概率很低(85.8%)。这些数据均为构成比,原文未对该数据资料进行统计分析就直接得出结论是不正确的,应根据研究目的和数据资料类型选择合理的统计学方法进行分析。该文统计学修改建议:1)如研究目的为认知度与手卫生执行度相关性,应采用行 $\times$ 列表分类资料的关联性分析。2)如研究目的为比较不同手卫生执行度相关因素认知度构成比的分布,应采用行 $\times$ 列表资料的 $\chi^2$ 检验,分析手卫生执行度相关因素对认知度构成比的影响,如仅用 $\chi^2$ 检验分析比较各组间认知状况(同意、一般和不同意),结论仅能得出组

间的构成分布有无不同,不能推断各影响因素间差异是否有统计学意义。若需要进行两两比较,一般采用调整检验水准后进行两两比较。3)如研究目的为研究分类的结果变量(认知度)与多个可能的影响因素(自变量,手卫生执行度相关因素)之间的关联性,由于结果变量是多分类,因此应采用多分类无序反应变量的logistic回归分析。

### 3 结束语

综上所述,在期刊中错用误用logistic回归分析处理生存分析数据的案例并非个案。特定条件下,logistic回归分析和cox回归分析均能处理生存分析数据,但应用的前提条件和检验效率不同,两者既有区别又有联系。编辑在审阅此类稿件时应加以辨别,及时发现该类统计学分析方法的错用误用,对难以辨别的稿件,应送医学统计学专家评审。编辑自身应熟练掌握医学统计学的基本理论和基本方法,同时有责任帮助作者将统计学思想贯穿于医学研究的各个环节。医学统计学思想及意识的强化对于提高医学论文的科学性具有重要意义。

## 4 参考文献

- [1] 胡良平, 余红梅, 高辉. 基础医学统计设计与数据分析 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2014: 27
- [2] 刘璐, 安胜利. 中外医学期刊论文中的统计学方法应用情况分析[J]. 中国卫生统计, 2012, 29(4): 569
- [3] 吴晓燕, 包磊, 刘微丽, 等. 抗菌药物应用时间对感染性休克病死率影响的回顾性研究[J]. 中华全科医师杂志, 2018, 17(2): 133
- [4] 宋雷, 邱洪, 吴元, 等. 女性急性心肌梗死患者的30 d预后及其影响因素[J]. 中华心血管病杂志, 2013, 41(10): 826
- [5] 王立芹, 唐龙妹, 闫丽娜. 医学科研中常见的几种多重回归模型[J]. 临床荟萃, 2013, 28(5): IV
- [6] 刘志平, 张敏, 尚燕春, 等. 某三甲医院护士手卫生执行现状及其影响因素调查分析[J]. 中华现代护理杂志, 2018, 24(6): 703

(2018-10-10 收稿; 2018-12-03 修回)

## 怎样将 ppm 修改为法定计量单位?

GB 3101—1993《有关量、单位和符号的一般原则》中明确规定:“不能使用 ppm、pphm 和 ppb 这类缩写。”但在化学、化工和环境工程等领域的科技论文中, ppm 等缩写的混乱使用情况仍比较常见。例如:使用 ppm 等缩写作为计量单位;有的还在这些“单位”后附加修饰性信息“m/m”“V/V”等。那么怎样将 ppm 修改为法定计量单位呢? 本文梳理出几种修改方法, 这里重点介绍把 ppm 换算为质量浓度  $\text{mg}/\text{m}^3$  的公式, 并用实例进行说明。

### 1 ppm 修改为 $10^{-6}$ 或 %

将 ppm 修改为  $10^{-6}$  时, 关键应明确所表达物理量的标准化名称是体积分数还是质量分数, 然后结合论文的实际情况进行修改换算。在论文的表格中遇到 ppm, 为使数据看起来整齐, 可以将 ppm 修改为 %, 并将表身中的数据同时进行修改换算。

### 2 ppm 修改为 2 个相同单位之比

根据表达的需要, 可以将 ppm 修改为 2 个相同单位之比 ( $\mu\text{L}/\text{L}$ 、 $\text{cm}^3/\text{m}^3$ 、 $\mu\text{mol}/\text{mol}$  或  $\text{mg}/\text{kg}$  等) 的形式。ppm 究竟修改为哪 2 个单位之比的形式, 应根据论文实验数据的表达需要而定。

### 3 ppm 修改为 $\text{mg}/\text{m}^3$

通常使用质量浓度表示混合物中某种成分的多少, 尤其在工程实践中, 一些监测仪器仪表的显示值使用 ppm 较多, 就产生了 ppm 与质量浓度单位  $\text{mg}/\text{m}^3$  之间的换算问题<sup>[1]</sup>。实际上, ppm 与  $\text{mg}/\text{m}^3$  之间确实存在某种联系, 只要能得到对应的温度和气压下的气体的摩尔质量和气体的摩尔体积值, 就能根据现场检测的 ppm 值计算出相应的质量浓度(单位为  $\text{mg}/\text{m}^3$ )<sup>[2]</sup>, 计算公式如下:

$$\rho = (\varphi \cdot M) / V_m \quad (1)$$

式中:  $\rho$  为质量浓度,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;  $\varphi$  为现场测得的 ppm 值,  $10^{-6}$ ;  $M$  为摩尔质量,  $\text{g}/\text{mol}$ ;  $V_m$  为气体的摩尔体积,  $\text{L}/\text{mol}$ 。在标准状况 ( $0\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $101.3\text{ kPa}$ ) 下,  $1\text{ mol}$  任何理想气体所占的体积为  $22.4\text{ L}$ , 气体摩尔体积  $V_m$  为  $22.4\text{ L}/\text{mol}$ , 可以此类推进行推导换算气体的摩尔体积。下面用实例说明将 ppm 修改换算为质量浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) 的方法。

“国内燃煤电厂排放烟气中 NO 浓度因所燃烧煤的种类以及锅炉运行负荷的不同存在较大差异, 实验研究了  $100 \sim 350\text{ ppm}$  NO 浓度的脱除率”。这里的“NO 浓度”表示  $1\text{ m}^3$  烟气中含有 NO 的质量, 准确的物理量名称应为质量浓度, 因此, “NO 浓度”应修改为“NO 质量浓度”, 单位应换算为“ $\text{mg}/\text{m}^3$ ”。此次实验是在标准状况下进行的, 气体的摩尔体积  $V_m$  为  $22.4\text{ L}/\text{mol}$ , NO 的摩尔质量  $M$  为  $30\text{ g}/\text{mol}$ ,  $1\text{ L} = 10^{-3}\text{ m}^3$ 。按照式(1), ppm 的修改换算结果如下:

$$\text{当 } \varphi(\text{NO}) \text{ 为 } 100\text{ ppm 时, } \rho = (\varphi(\text{NO}) \cdot M) / V_m = (100 \times 10^{-6}) \times (30\text{ g}/\text{mol}) \div (22.4\text{ L}/\text{mol}) \approx 134 \times 10^{-6}\text{ g}/\text{L} = 134 \times 10^{-3}\text{ g}/\text{m}^3 = 134\text{ mg}/\text{m}^3;$$

$$\text{当 } \varphi(\text{NO}) \text{ 为 } 350\text{ ppm 时, } \rho = (\varphi(\text{NO}) \cdot M) / V_m = (350 \times 10^{-6}) \times (30\text{ g}/\text{mol}) \div (22.4\text{ L}/\text{mol}) \approx 469 \times 10^{-6}\text{ g}/\text{L} = 469 \times 10^{-3}\text{ g}/\text{m}^3 = 469\text{ mg}/\text{m}^3。$$

因此, 原文中“实验研究了  $100 \sim 350\text{ ppm}$  NO 浓度的脱除率”应改为“实验研究了  $134 \sim 469\text{ mg}/\text{m}^3$  NO 质量浓度的脱除率”。

## 4 参考文献

- [1] 武洪明. 水泥窑  $\text{NO}_x$  排放浓度  $\text{mg}/\text{m}^3$  与 ppm 的换算关系 [J]. 四川水泥, 2013(4): 150
- [2] 徐景. 一氧化碳测定: ppm 换算成  $\text{mg}/\text{m}^3$  的思考 [J]. 职业卫生与应急救援, 2015, 33(5): 383

(郑晓梅/

中国科学院生态环境研究中心《环境工程学报》编辑部)