

## · 基础理论与方法 ·

## Meta 回归与亚组分析在异质性处理中的应用

石修权 王增珍

**【导读】** 探讨 Meta 回归与亚组分析在异质性的识别与处理中的应用及意义。利用文献提供的二次数据建立 Meta 回归模型,筛选出异质性的影响因素,根据该因素做亚组分析,并比较亚组分析前后异质性的变化。Meta 分析资料经异质性检验,  $Q = 44.71, df = 27, P = 0.017$ , 认为存在异质性。经 Meta 回归分析,从可能导致异质性的因素(研究时间、地区、样本量、病例对照比值等)中筛选出样本含量为异质性因素( $P = 0.012$ )、地区为可能的异质性因素( $P = 0.091$ )。然后进行亚组分析,异质性明显减小( $\Sigma Q$  由 44.71 减小至 32.11)。结论:Meta 回归法对筛选异质性影响因素比较简便可靠,据此进行的亚组分析能明显降低亚组内的异质性。故存在统计学异质性又要计算合并效应时推荐二者结合使用,可正确识别并降低异质性,从而使 Meta 分析结果更为稳健与合理。

**【关键词】** Meta 分析; 异质性; Meta 回归; 亚组分析

**Application of Meta-regression and subgroup analyses of heterogeneity disposal in Meta-analysis** SHI Xiu-quan, WANG Zeng-zhen. Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: WANG Zeng-zhen, Email: wzzh@mails.tjmu.edu.cn

**【Introduction】** To explore the role and application of Meta-regression and subgroup analyses to recognize and control the heterogeneity in Meta-analysis, Meta-regression models were established by secondary data to screen the factors resulting heterogeneity, and subgroup analyses were used to compare the change of heterogeneity before and after. The heterogeneity was found in the Meta-analysis ( $Q = 44.71, df = 27, P = 0.017$ ). Sample size and region were selected ( $P = 0.012$  and  $P = 0.091$ , respectively) by Meta-regression from many possible factors such as sample size, year, region and case/control ratio. The  $Q$  values were lowered from 44.71 to 32.11 after subgroup analyses. Thus, Meta-regression method was convenient and reliable to screen the affected factors of heterogeneity, and subgroup analyses based on the hypothesis that could significantly lower the heterogeneity. It was recommended to a combined use when an obvious heterogeneity existed but was in need to get an overall result in Meta-analysis. We could correctly judge and lower the heterogeneity to increase the robustness and rationality of results from Meta-analysis.

**【Key words】** Meta-analysis; Heterogeneity; Meta-regression; Subgroup analyses

Meta 分析是汇总多项原始研究的结果并分析评价其合并效应量的一系列过程,它依靠搜集已发表或未发表的具有某一可比特性的文献,应用特定的统计学方法进行合并分析与综合评价<sup>[1]</sup>。但研究表明 Meta 分析质量良莠不齐,评价过程也亟待规范统一<sup>[2]</sup>。其中一个可能的重要疏漏就是未对纳入资料的异质性进行评价与处理,而错误地进行了加权合并,此时综合估计出的合并效应量也无意义甚

至是错误的<sup>[1,3]</sup>。为尽量减小异质性对结果的不利影响,就必须掌握对资料异质性的识别与处理方法。本研究以实例资料数据建立 Meta 回归模型,筛选出异质性的影响因素,再根据该因素做亚组分析,并比较亚组分析前后异质性的变化,从而探讨 Meta 回归与亚组分析在异质性的识别与处理中的应用及意义。

### 基本原理

1. 异质性的含义及其来源: 纳入同一个 Meta 分析的所有研究之间所存在的差异,称之为异质性。这些差异主要是研究对象、研究设计、干预措施、结果测量上的某些变异。其来源有两类<sup>[1]</sup>: 一类是研

基金项目: 国家“973”重点基础发展规划资助项目 (2002CB512910)

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院公共卫生学院流行病学与卫生统计学系

第一作者工作单位: 563003 遵义医学院预防医学教研室

通讯作者: 王增珍, Email: wzzh@mails.tjmu.edu.cn

究内变异,即抽样误差导致不同的研究虽来自相同的总体,却表现为不同的效应。另一类是研究间变异,指研究对象来自不同的总体以及偏倚的控制等诸多方面存在差异,造成实际效应的不相同。

2. 异质性的识别与处理方法: Meta 分析中必须进行异质性的识别以确定多个研究的结果是否可以合并,以及合并时应选择何种模型,其方法为进行判断异质性的 Q 检验。当存在异质性时,常采用以下方法进行处理:

(1) Meta 回归: 通过建立回归方程,来反映一个或多个解释变量与结果变量之间的关系,从而筛选出导致异质性的主要影响因素。

(2) 亚组分析: 将所有数据分成更小的单元,进而在各亚组内进行比较,如按不同设计方案、研究质量、发表年代或者某亚类研究对象等分成亚组再分析。

(3) 其他处理异质性的方法: 包括随机效应模型、多元回归模型等,若异质性过大,特别在效应方向上极其不一致,不宜做 Meta 分析,只作一般性的

统计描述<sup>[4]</sup>。

3. 异质性识别处理的软件实现: Stata 软件和 RevMan 软件均可以做异质性检验和亚组分析,前者还可以做 Meta 回归,而后者目前暂无实现 Meta 回归功能的模块。

### 实例分析

1. 资料来源: 查询国内外女性被动吸烟与肺癌的相关研究,利用文献[5,6]提供的部分资料作为 Meta 分析及 Meta 回归和亚组分析的示例数据。数据经核对整理,建立数据集(表 1)。

2. 方法:

(1) 异质性检验: 常用的 Stata 命令为: metan a b c d, or 或 rr。根据现有资料的特点,本例采用: GenInor = ln(OR); GenSelnor = (lnOR<sub>U</sub> - lnOR<sub>L</sub>)/3.92; metaInor selnor[可选项 gr(f) eform]。运行该指令即可求得异质性检验的 Q 值和 P 值,稍加转换即得 I<sup>2</sup>。

表1 女性被动吸烟者肺癌发病率的病例对照研究

序号	文献作者	年份	国家(地区)	样本例数			比值	OR 值(95% CI)
				病例组	对照组	合计		
1	Chan, et al	1983	中国香港	84	139	223	0.6043	0.75(0.43~1.30)
2	Correa, et al	1983	美国	22	133	155	0.1654	2.07(0.81~5.25)
3	Trichopoulos	1983	希腊	62	190	252	0.3263	2.13(1.19~3.83)
4	Buffler, et al	1984	美国	41	196	237	0.2092	0.80(0.34~1.90)
5	Kabat, et al	1984	美国	24	25	49	0.9600	0.79(0.25~2.45)
6	Lam	1985	中国香港	60	144	204	0.4167	2.01(1.09~3.72)
7	Garlonket, et al	1985	美国	134	402	536	0.3333	1.23(0.81~1.87)
8	Wu, et al	1985	美国	29	62	91	0.4677	1.20(0.50~3.30)
9	Akiba, et al	1986	日本	94	270	364	0.3481	1.52(0.87~2.63)
10	Koo, et al	1987	中国香港	86	136	222	0.6324	1.55(0.90~2.67)
11	Humboe, et al	1987	美国	20	162	182	0.1235	2.34(0.81~6.75)
12	Lam, et al	1987	中国香港	199	335	534	0.5940	1.65(1.16~2.35)
13	Gao, et al	1987	中国	246	375	621	0.6560	1.19(0.82~1.73)
14	Brownson	1987	美国	19	47	66	0.4043	1.52(0.39~5.96)
15	Geng, et al	1988	中国	54	93	147	0.5806	2.16(1.08~4.29)
16	Inoue, et al	1988	日本	22	47	69	0.4681	2.55(0.74~8.78)
17	Kalandidi	1990	希腊	90	116	206	0.7759	1.62(0.90~2.91)
18	Wu-Willans	1990	中国	417	602	1019	0.6927	0.79(0.62~1.02)
19	Liu, et al	1991	中国	54	202	276	0.2673	0.74(0.32~1.69)
20	Jockel	1991	德国	23	45	68	0.5111	2.27(0.75~6.82)
21	Brownson	1992	美国	431	1166	1597	0.3696	0.97(0.78~1.21)
22	Stockwell	1992	美国	210	201	411	1.0450	1.60(0.80~3.00)
23	Du, et al	1993	中国	75	128	203	0.5859	1.19(0.66~2.13)
24	Liu, et al	1993	中国	38	69	107	0.5507	1.66(0.73~3.78)
25	Fontham, et al	1994	美国	651	1253	1904	0.4956	1.26(1.04~1.54)
26	Zaridze, et al	1995	俄罗斯	162	285	447	0.5684	1.66(1.12~2.45)
27	Sun, et al	1996	中国	230	230	460	1.000	1.16(0.80~1.69)
28	Wang, et al	1996	中国	135	135	270	1.000	1.11(0.67~1.84)

注: Meta 回归中的国家(地区)赋值: 1 = 中国 + 中国香港 + 日本; 0 = 美国 + 德国 + 俄罗斯 + 希腊

(2) Meta 回归:用 Stata 软件建立 Meta 回归模型常见的命令如下:metareg lnor factor1 factor2 factor3, ..., wsse(selnor);当需要考虑交互作用时,只需在模型中加上 interaction 项。本例探索性地建立以下三个模型(其中 interaction = year \* region):

模型 1 (M1): metareg lnor region samplesize, wsse(selnor)

模型 2 (M2): metareg lnor year region samplesize ratio, wsse(selnor)

模型 3 (M3): metareg lnor year region samplesize ratio interaction, wsse(selnor)

(3) 亚组分析:可用 RevMan 软件菜单操作或 Stata 软件的命令完成,为节省篇幅,此处以 Stata 为例。有明确亚组并知道每项研究的具体数据时用命令 metan a b c d, by subgroup;无明确亚组用 meta lnor selnor if 区分亚组的判断语句。如按 samplesize 分亚组:meta lnor selnor if samplesize < 1000 (或 if samplesize > = 237;或地区分亚组 if region > 0 等)。

(4) 统计软件:以上分析均采用 Stata 9.0 软件。

### 3. 结果:

(1) Meta 分析及异质性检验:28 项研究资料经异质性检验,  $Q = 44.71$ ,  $df = 27$ ,  $P = 0.017$ ,  $I^2 = 39.6\%$ , 认为存在中度异质性。Meta 分析的合并  $OR = 1.291$ ,  $OR$  值 95%  $CI$ : 1.138~1.465, 可认为女性被动吸烟者肺癌发病的风险会增加 0.29 倍。

(2) Meta 回归分析:从可能影响异质性的因素(研究时间、地区、样本量、病例对照比值)中筛选出

样本含量为异质性的因素( $P$  最大值为 0.014, M2), 地区为可能异质性的因素(M1 的  $P = 0.091$ , 其余也不太大)。Meta 回归结果见表 2。

(3) 亚组分析:经亚组分析,在 28 项研究中,按照样本含量是否  $\geq 237$  或者是否  $\geq 1000$  分别分为两个亚组;按照研究地区不同分为亚洲和欧美两个亚组,各个亚组分析的  $Q$  值、 $P$  值、 $I^2$ 、 $OR$  值及其 95%  $CI$  具体结果见表 3。

## 讨 论

1. 异质性检验的必要性及方法:异质性检验是 Meta 分析的必须步骤之一。虽然 Meta 分析应制定严格的文献纳入及排除标准,最大限度地减少了异质性的来源,但由于某些潜在的混杂因素,仍可能出现不同质的情况,因此进行异质性检验十分必要。目前使用较为广泛的方法为  $Q$  检验法<sup>[1,7]</sup>,  $Q$  服从  $df = k - 1$  的  $\chi^2$  分布。若  $P >$  检验水准  $\alpha$ , 说明各独立研究结果具有同质性,可采用固定效应模型进行分析;反之则存在异质性,应采用随机效应模型进行分析。也有学者采用图形法检验异质性<sup>[8]</sup>。

异质性定量化的另一有用指标是  $I^2$ , 它描述了研究间变异占总变异(含研究间变异及抽样误差)的百分比,  $I^2 = [(Q - df) / Q] \times 100\%$ 。  $I^2$  值越大,异质性也越高<sup>[4]</sup>。

2. 仅知  $OR$  值及其 95%  $CI$  情况下如何做异质性检验:由表 1 所示,Meta 分析仅能搜集到各项研究的  $OR$  值及其 95%  $CI$ 、病例和对照组的样本例

表2 28 项研究中 Meta 回归结果

异质因素	系 数			$s_e$			Z 值			P 值		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
时间	-	0.0139	0.0393	-	0.0202	0.0265	-	0.69	1.48	-	0.491	0.138
样本量	-0.0003	-0.0003	-0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	-2.52	-2.46	-2.92	0.012	0.014	0.003
地区	-0.2127	0.1636	-89.0900	0.1259	0.1402	62.4600	-1.69	1.17	-1.43	0.091	0.243	0.154
比值	-	-0.3262	-0.2867	-	0.3709	0.3639	-	-0.88	-0.79	-	0.379	0.431
常数(截距)	-0.5362	-26.9700	-77.4900	0.1303	40.0900	52.6800	4.12	-0.67	-1.47	0.000	0.501	0.141
时间+地区	-	-	-0.0449	-	-	0.0314	-	-	-1.43	-	-	0.153

表3 28 项研究中各亚组分析结果

亚组因素	分组标准	文献篇数	Q 值	P 值	$I^2$ (%)	合并效应 OR 值(95% CI)
样本量	237	< 237	14	12.52	0.486	0.0
		$\geq 237$	14	27.37	0.011	52.5
	1000	< 1000	25	23.41	0.495	0.0
		$\geq 1000$	3	8.70	0.013	77.0
地区	亚洲	14	27.03	0.012	51.9	1.256(1.031~1.530)
	欧美	14	16.96	0.201	23.3	1.255(1.117~1.410)
合计		28	44.71	0.017	39.6	1.291(1.138~1.465)

数,无法用 RevMan 软件和 Stata 的 metan 命令来做 Meta 分析和异质性检验(即只知四格表的两个行合计  $n_1$ 、 $n_2$ ,而不知四个格子中的具体数据 a、b、c、d)。此类问题的解决方案可以是:

方法一:向作者索要原始研究的全文,得到详细的第一手资料,此法最为可靠,但有时因年代久远联系不上原作者或者其不配合,限制了此法的应用。

方法二:直接通过 Stata 命令求出效应量及其标准误,然后做异质性检验和 Meta 分析。具体语句如下:Gen lnor = ln(OR);Gen selnor = (lnOR<sub>U</sub> - lnOR<sub>L</sub>)/3.92;meta lnor selnor。

方法三:因为 CI 的估计方法一般是 Woolf 法,通过 Woolf 法公式可以推出:  $1/a + 1/b + 1/c + 1/d = \text{Var}(\ln OR) = [(\ln OR_U - \ln OR_L)/3.92]^2$ ;  $a \times d / (b \times c) = OR$ ;  $a + b = n_1$ ;  $c + d = n_2$ 。因 OR、OR<sub>L</sub>、OR<sub>U</sub>、 $n_1$ 、 $n_2$  已知,上述 4 个方程的 4 个未知数,可通过 Matlab 软件解出 a、b、c、d 的具体值来。如果原作者采用 Miettinen 法估计 95% CI [OR 值的 95% CI =  $OR^{1 \pm 1.96S}$ ,  $S = (\chi^2)^{-0.5}$ ],亦可通过类似方法倒推出与 Woolf 法差不多的结果。一旦算出 a、b、c、d,就可用 RevMan 或 Stata 软件来做异质性检验了。此法明显比方法一、二都复杂,但如果只有 RevMan 软件或希望做亚组分析时命令更简单的话,目前看来也只能选择此法。

### 3. Meta 回归法分析异质性的原因与影响:

(1)回归模型中影响因素的选择:在回归模型中,反映变量即为各研究的效应指标,对分类变量而言,出于正态性考虑,多选 lnor 或 lnrr,根据各个原始研究提供的基本资料与信息,异质性影响因素一般应该考虑性别、种族、年龄、地区、样本量等常见因素,及某些研究所特有的影响因素如吸烟、饮酒、药物等。本次研究可以得到的影响因素中,因性别均为女性,均为被动吸烟者等因素在各项研究中完全一致,故均未纳入模型。由于 Meta 回归是对异质性原因的一个筛选,为避免漏掉重要影响因素,建议将检验水准  $\alpha$  放宽至 0.1。另外,Meta 回归也需要考虑各自变量间的交互作用和共线性等问题,以免各 Meta 回归模型选出的异质性影响因素极不一致,系数也不稳定。

(2)Meta 回归结果的解释:经采用多个模型筛选与检验,发现发表年份、病例对照比值、年份与地区间的交互作用等因素均无统计学意义。而样本量

与地区因素对异质性影响较为明显,究其原因可能是不同样本量下对阳性结果的检出率明显不一致;不同地区研究对象的人口学特征(如种族等)不同,并且不同地区的科研条件与水平也不一致所致。

(3)Meta 回归的优点与不足:Meta 回归可用于发现和筛选异质性的主要因素,从而可对异质性来源进行分析,对今后进一步的资料搜集工作具有指导意义,同时也为后续的亚组分析提供了分亚组的依据。但 Meta 回归要求纳入 Meta 分析的研究数不能太少,推荐在 10 篇以上<sup>[3,9]</sup>,否则筛选出的影响因素极不稳定。且 Meta 回归模型中每一个影响因素都必须是每一项纳入研究中都提供的,如只有部分原始文献有,此时再勉强做 Meta 回归是不恰当的。

### 4. 亚组分析的相关问题思考:

(1)亚组分析中区分亚组因素的选择:如果影响因素是分类变量,则分亚组很简单,同该变量的分类即可。如果影响因素是连续型数值变量,则分亚组时存在分组界点的确定问题。尽管界点的选择目前尚无统一的标准,笔者采用 Stata 软件反复试验,认为界点的选择可基于下述方法进行:首先将该连续变量按由小到大排列,选择数值明显出现跳跃变化之处作为分组界点,然后据此分组进行亚组分析,遇到有多个“转折点”或者“跳跃点”不明显时,可以通过先求出各分组情况下各亚组的 Q 统计量之和(注意:虽然 Q 统计量服从  $\chi^2$  分布,但各亚组的 Q 统计量之和不会完全等于总分析时的 Q 统计量,这点明显不同于  $\chi^2$  分割法,如果完全相等,说明亚组分得很失败),最后选择  $\sum Q$  最小情况作为最佳亚组分组。如本研究以  $n = 1000$  作为分亚组的标准就优于以  $n = 237$  作为分亚组的标准,因  $\sum Q_{1000} = 32.11 < \sum Q_{237} = 39.89$ 。

(2)亚组分析结果的解释:结合本研究亚组分析 ①比较大样本亚组的合并效应结果 [ $n_{237}$  为界点:小样本亚组合并效应 1.488 (1.217~1.820) > 大样本亚组 1.209 (1.038~1.407);  $n_{1000}$  为界点:小样本亚组合并效应 1.398 (1.245~1.570) > 大样本亚组 0.997 (0.764~1.300)],再次有力地证实了“小样本研究虽然研究质量往往不及大样本,但却更趋向于报告一个较高的效应值”这个不容忽视的,极易导致偏倚的现象<sup>[10]</sup>。②亚洲与欧美的同类研究亚组比较亦可看出,亚洲的研究异质性相对较高,结果的可信区间也更宽,提示了需要在研究质量上进一步加强。

(3)亚组分析的应用与不足:亚组分析可在一定

程度上减小 Meta 分析资料的异质性,但是这种异质性也仅限于统计学异质性,如果是资料本质上的不同质(如临床上的不同病种患者),就不是亚组分析方法所能解决得了的,此时最好放弃 Meta 分析,只作一般性的描述<sup>[4,7]</sup>。另外亚组分析一次只能处理一个异质性因素,如是多个因素都需要考虑,则要分成“a 因素的亚组数 × b 因素的亚组数”这么多个亚组,此时不但分组困难,而且每组纳入研究数也很少,会严重影响结果的准确性和稳定性,此时再做亚组分析就不太合适。

综上所述,Meta 回归法对筛选异质性影响因素比较可靠,据此进行的亚组分析能明显降低亚组内的异质性。因 Meta 回归与亚组分析法操作简单,结果易于解释,应用方便,故在存在统计学异质性又要计算合并效应时推荐结合使用,可正确识别并降低异质性,从而使 Meta 分析结果更为稳健与合理。

#### 参 考 文 献

- [1] 张博恒,赵耐青. Meta 分析中的统计方法//王吉耀.循证医学与临床实践. 2 版. 北京:科学出版社,2002: 89-117.
- [2] Sacks HS, Reitman D, Pagano D, et al. Meta-analysis: an update. Mount Sinai J Med, 1996, 63(3-4): 216-224.
- [3] Higgins J, Thompson S, Deeks J, et al. Statistical heterogeneity in systematic reviews of clinical trials: a critical appraisal of guidelines and practice. J Health Serv Res Policy, 2002, 7(1): 51-61.
- [4] 魏丽娟,董惠娟. Meta 分析中异质性的识别与处理. 第二军医大学学报, 2006, 27(4): 449-450.
- [5] Hackshaw AK, Law MR, Wald NJ. The accumulated evidence on lung cancer and environmental tobacco smoke. BMJ, 1997, 315: 980-988.
- [6] Zhong L, Goldberg MS, Parent ME, et al. Exposure to environmental tobacco smoke and the risk of lung cancer: a Meta-analysis. Lung Cancer, 2000, 27(1): 3-18.
- [7] 康德英,王家良,洪旗,等. 临床试验 Meta 分析中的异质性评价研究. 华西医学, 2000, 15(2): 143-145.
- [8] Baujat B, Mahe C, Pignon JP, et al. A graphical method for exploring heterogeneity in Meta-analysis: application to a Meta-analysis of 65 trials. Stat Med, 2002, 21(18): 2641-2652.
- [9] Schmida CH, Starka PC, Berlin JA, et al. Meta-regression detected associations between heterogeneous treatment effects and study-level, but not patient-level, factors. J Clin Epidemiol, 2004, 57: 683-697.
- [10] Moher D, Altman DG, Schulz KF, et al. Opportunities and challenges for improving the quality of reporting clinical research: CONSORT and beyond. CMAJ, 2004, 171: 349-350.

(收稿日期:2007-11-28)

(本文编辑:张林东)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

### 本刊对统计学方法的要求

**研究设计:**应告知研究设计的名称和主要方法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性还是横断面调查研究),实验设计(应告知具体的设计类型,如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计等),临床试验设计(应告知属于第几期临床试验,采用了何种盲法措施等);主要做法应围绕 4 个基本原则(重复、随机、对照、均衡)概要说明,尤其要告知如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

**资料的表达与描述:**用  $\bar{x} \pm s$  表达近似服从正态分布的定量资料,用  $M(Q_R)$  表达呈偏态分布的定量资料,用统计表时,要合理安排纵横标目,并将数据的含义表达清楚;用统计图时,所用统计图的类型应与资料性质相匹配,并使数轴上刻度值的标法符合数学原则;用相对数时,分母不宜小于 20,要注意区分百分率与百分比。

**统计学分析方法的选择:**对于定量资料,应根据所采用的设计类型、资料具备的条件和分析目的,选用合适的统计学分析方法,不应盲目套用  $t$  检验和单因素方差分析;对于定性资料,应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件及分析目的,选用合适的统计学分析方法,不应盲目套用  $\chi^2$  检验。对于回归分析,应结合专业知识和散点图,选用合适的回归类型,不应盲目套用直线回归分析;对具有重复实验数据检验回归分析资料,不应简单化处理;对于多因素、多指标资料,要在一元分析的基础上,尽可能运用多元统计分析方法,以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系做出全面、合理的解释和评价。

**统计结果的解释和表达:**当  $P < 0.05$  (或  $P < 0.01$ ) 时,应说对比组之间的差异具有统计学意义,而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)差异;应写明所用统计分析方法的具体名称(如:成组设计资料的  $t$  检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的  $q$  检验等),统计量的具体值(如:  $t = 3.45$ ,  $\chi^2 = 4.68$ ,  $F = 6.79$  等);在用不等式表示  $P$  值的情况下,一般情况下选用  $P > 0.05$ 、 $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  三种表达方式即可满足需要,无须再细分为  $P < 0.001$  或  $P < 0.0001$ 。当涉及总体参数(如总体均数、总体率等)时,在给出显著性检验结果的同时,再给出 95% 可信区间。