

• 思路与方法学 •

临床医师实用 统计学讲座

第七讲 计量资料的非参数统计

皖南医学院 孙瑞元 黄志力

用于两样本均数比较的t检验和多个样本均数比较的F检验,均假定数据为正态分布,推断两个或多个总体均数(系正态总体的参数)是否相等,这类的统计方法称为参数统计法。本讲介绍的非参数统计法,它并不依赖总体分布的具体形式,应用时可以不考虑被研究的对象为何种分布以及分布是否已知。因此,有着广泛的适用性。必须指出,对适宜于参数统计方法的资料尽量使用参数统计,否则用非参数统计法处理,常损失部分信息,降低统计效率。

非参数统计方法内容较多,除本讲提及的两种方法外,还有Wilcoxon秩和检验, Mann-Whitney秩检验等等,有兴趣者请参阅中国医学百科全书医学统计学的有关章节。

一、两组比较的非参数统计方法——序值法

两组比较的非参数统计法以Wilcoxon、Mann及Whitney提出的两组等级和检验法应用较广,但其公式只能判断大样本,对于 $n_1 < 15$ 或 $n_2 < 25$ 的小样本,不宜采用公式计算,需查专表才能判断结果,而且混合编序时较易造成差错。我们提出的序值法采用“一组记序另一组计分”的新的记序法,计算中又引入校正常数,具有精确性较高,计算简便及适用性强等特点。可兼用于大、小样本,省去了篇幅较大的专表,而且既能用于单纯记序的资料,也能用于分等级记序的资料。对于多组数据分别与标准组对比的资料尤为适用。

1. 公式及判断标准

$$u = \frac{|F - n(n_c + 1)| - 0.887}{\sqrt{\frac{1}{3}n \cdot n_c(n_c + n + 0.774)}} \quad \text{式(1)}$$

F是参比组分值, n为参比组例数, n_c 为定序组例数。

当 $u < 1.96$ 则 $P > 0.05$

$u \geq 1.96$ $P \leq 0.05$

表1 急性克山病患者与克山病区健康人血磷(mg%)值比较

患 者	2.6	3.24	3.73	3.73	4.32	4.73	5.18	5.58	5.78	6.40	6.53		
健康者	1.67	1.98	1.98	2.33	2.34	2.50	3.60	3.73	4.14	4.17	4.57	4.82	5.78

$$u \geq 2.58 \quad P \leq 0.01$$

2. 定序及计分: (1)任选两组中的一组为定序组,将数据由小到大排列,依次给以2, 4, 6, 8……作为序值。数值相同的数据,用括号括在一起,仍然依次定序值。(2)另一组为参比组,不必排列,将数据与定序组对比。根据数值大小,按以下规定记分: 1与定序组某数据相同,按其序值记分; 2与几个括号内数据相同,按平均序值记分; 3与定序组数据不同时,按较小数据的序值加1记分,或按较大数据的序值减1记分。按此所得的分值均为整数,可简化计算。(3)将参比值总分相加,即为总分值(F)。代入公式作显著性检验。0.887及0.774是校正常数。

3. 举例

〔例1〕某地测定急性克山病患者与克山病区健康人的血磷值如表1,试比较克山病患者与健康人血磷差别有无显著性。

(1)因患者组例数较少,作为定序组(如用健康者组定序,结果相同,但例数较多,排序较繁),列表计算如表2。

(2)说明: ①1.67, 1.98, 1.98, 2.33, 2.34, 2.50都小于定序组中的2.6,故按 $2 - 1 = 1$ 记分。②3.60大于3.24,按 $4 + 1 = 5$ 记分,或者 $6 - 1 = 5$ 记分(因小于3.73)。③因定序组中的3.73序值为6, 8,故取平均值7记分。④定序组中的5.78为18分,故健康组中的5.78记18分。

(3)代入公式(1)

$$u = \frac{|78 - 13(11 + 1)| - 0.887}{\sqrt{\frac{1}{3} \times 13 \times 11 \times (13 + 11 + 0.774)}} = 2.24$$

结论: 两组差异有显著意义($P < 0.05$)。故可认为急性克山病患者的血磷高于健康人。

4. 讨论

表2 序值记分表

患者组(定序, $n_c=11$)		健康者组(记分, $n=13$)	
数据	序值	数据	记分
2.6	2	1.67	1
3.24	(4)	1.98	1
3.73	(6)	1.98	1
3.73	8	2.33	1
4.32	10	2.34	1
4.73	12	2.50	1
5.18	14	3.60	5
5.58	16	3.73	7
5.78	18	4.14	9
6.40	20	4.17	9
6.53	22	4.57	11
		4.82	13
		5.78	18
合计:			78(F)

(1) 等级和检验或秩和检验等两组非参数统计方法均采用两组数据混和排列来决定顺序。我们在数理上证明了采用“一组定序、另一组记分”的方式, 同样可以计算出完全一致的结果。上例以患者组为定序组, 算出 $|F - n(n_c + 1)|$ 为 78, 如改用健康者组为定序组, 算得 $F = 232$, $|F - n(n_c + 1)| = |232 - 11 \times (13 + 1)| = 78$, 或采用混合定序按 Wilcoxon, Mann 及 Whitney 法计算, 也能得到 78 这一数据。这就为序值法在多组对比的应用中提供了很大的方便, 只要 A 组定序, 则用 B 组记分就可进行 AB 间对比, 用 C 组记分就可进行 AC 间对比……, 计算大为简化。

(2) 式(1)中提出了两个校正值, 当例数较小时, 进行校正是必要的。当例数增多时, 校正值的影晌迅即缩小。只要是为了判断 $P=0.05$, 或 $P=0.01$ 的显著性水平, 校正公式对大样本小样本均能应用, 计算结果与 Wilcoxon, Mann 及 Whitney 法相同。

(3) 序值法中定序组的序值按 2, 4, 6, 8, 10……安排, 不仅可使记分值避免小数, 便于计算, 而且使本法与前述等级资料的等级序值法取得了一致。因此式(1)也可用于进行等级型资料的非参数统计。

(4) 序值法以序值代替了实测值, 在信息上受到

了损失, 效率低于 t 检验法。凡是可以运用两组 t 检验的资料, 仍以进行 t 检验为宜。本例若用两组 t 检验法, 得 $t = 2.43$, $t_{0.05}(22) = 2.07$, 结论 $P < 0.05$ 和序值法相同, 若用秩和检验法计算得 $T = 176.5$, 查专表得 $T_{0.05} = 103 \sim 172$, $T_{0.02} = 97 \sim 178$ ($n_1 = 11, n_2 = 13, n_2 - n_1 = 2$), 故 $0.05 > P > 0.02$, 结论也相同。

二、多行多列的非参数统计分析——Friedman 法

多行多列的资料, 要分析行间变异及列间变异有无显著意义, 一般采用第六讲介绍的方差分析法(F值法), 初步分析时可先则较简便的 Friedman 法。

1. 公式

$$X_r^2 = \frac{12 \sum Z^2}{N(K+1)} - \frac{3N(K+1)}{K} \quad \text{式(2)}$$

Z 为各小计值, K 为小计值的个数, N 为总例数。

2. 判断结果

根据 K 及 N 值查出 $X_r^2_{0.05}$ 及 $X_r^2_{0.01}$, X_r^2 值见表 3。当 $X_r^2 \geq X_r^2_{0.05}$ 时, 差异有显著意义; $X_r^2 \geq X_r^2_{0.01}$ 时差异有高度显著意义。本表不用自由度, 而是由 K、N 查表。

3. 举例

【例 2】某次临床实验 A、B、C 三药的心率增加效应, 实验 6 次, 其原始数据及组间记序和次间记序同时列于表 4。

(1) 组间(A、B、C 三组药物间)

$$X_r^2 = \frac{12 \times (17^2 + 12^2 + 7^2)}{18 \times (3 + 1)} - \frac{3 \times 18 \times (3 + 1)}{3} = 8.3$$

按 $K = 3$ (三组)、 $N = 18$ (共 18 例) 查表得 $X_r^2_{0.05} = 7$, $X_r^2_{0.01} = 9$ 现 $X_r^2 > X_r^2_{0.05}$, 故 $P < 0.05$, 组间差异有显著意义。

(2) 次间(6 次实验间)

$$X_r^2 = \frac{12 \times (12^2 + 14^2 + 13^2 + 9^2 + 11^2 + 4^2)}{18 \times (6 + 1)} - \frac{3 \times 18 \times (6 + 1)}{6} = 6.2$$

根据 $K = 6$ (在 $K \geq 5$ 时, 不论 N 为多少),

表3 Friedman法 X_r^2 值表

N	9	12	15	18	21	24	8	12	16	20	24	由 10 → ∞ 任意值					
K	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
$X_r^2_{0.05}$	6	6.5	6.4	7	7.1	6.2	6	7	7.8	7.8	7.8	9.5	11.1	12.6	14.1	15.5	16.9
$X_r^2_{0.01}$		8	8.4	9	8.9	9	—	9	9.6	10	11	13.3	15.1	16.8	18.5	20.1	21.7

表4 A、B、C三药对心率的影响

实 验 次 数		各次实测心率增加的次数 (次/min)						计 算 值
		I	II	III	IV	V	VI	
数 据 N = 18	A 药	26	40	32	34	30	21	$\bar{X} \pm S = 30.50 \pm 6.56$
	B 药	27	32	25	15	21	16	$\bar{X} \pm S = 22.67 \pm 6.59$
	C 药	24	12	24	14	24	10	$\bar{X} \pm S = 18.00 \pm 6.69$
按列记序 K = 3	A 药	2	3	3	3	3	3	小计 $Z_a = 17$
	B 药	3	2	2	2	1	2	$Z_b = 12$
	C 药	1	1	1	1	2	1	$Z_c = 7$
按行记序 K = 6	A 药	2	6	4	5	3	1	括号表示数值相同 取平均值
	B 药	5	6	4	1	3	2	
	C 药	(5)	2	(5)	3	(5)	1	
小计(Z)		12	14	13	9	11	4	

$X^2_{0.05} = 11.1$, 现 $X^2 < X^2_{0.05}$, 故 $P > 0.05$, 次间差异无显著意义。

(3)说明: ①按列记序: 每次实验, A、B、C三药得到的数值从小到大排序, 分别记以1, 2, 3……分。如第1次实验中A、B、C三药的数据分别为26, 27, 24; 24最小得1分, 26次之得2分, 27最大得3分, 若数值较多, 以此类推。②按行记序: 任一药6次实验得到的数据自小至大, 分别记以1, 2, 3, 4……分。③遇到相同的数据, 取平均值。如C药6次实验中有3个相同值24, 按行记序为4, 5, 6但因3个值相同, 故取平均值5。

表5 两两对比的梯形表

组 别	$\bar{X}$	C 药	B 药
A 药	30.50	12.5***	7.8**
B 药	22.67	4.7*	
C 药	18.00		

注: 方格中的 $\bar{X}$ 为均数, 其它数据为均数差, 如12.5为A、C药均数差(30.50-18.00=12.5)。* $P > 0.05$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$

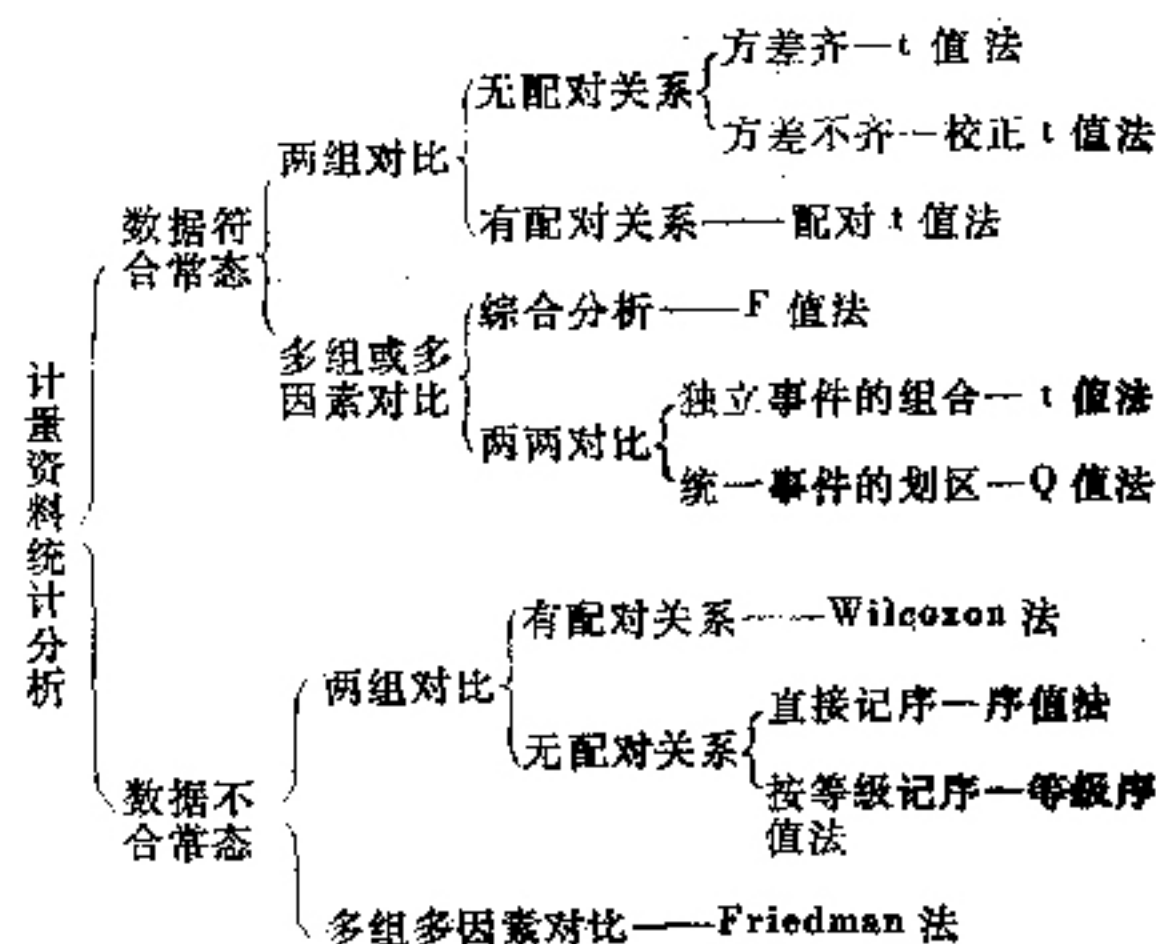
4. 讨论: 多行多列计量资料的非参数统计, 可以综

(上接第238页)

适于盆腔炎性包块局限, 日久不消者。为加强疗效, 在上两方内服同时可用原方水煎液200ml灌肠, 隔日1次, 10次为1个疗程。另外, 选取子宫、气海、中极、血海、关元、足三里、太冲等穴先针后灸, 并以艾条灸神厥、曲骨穴。如遇子宫内膜结核及结核性盆腔炎, 则可在中西药抗痨同时, 配合三碘灸。方法是备有孔铜钱十余枚, 叠放于双侧合阳穴上各3枚, 取

合判断组间或次间的差异有无意义。但不足的是在药效统计中, 我们不仅要求知道用药组间的差异情况, 还要知道具体的AB间、BC间、AC间……有无显著意义, 这就需要另行采用t值法或上一部分介绍的序值法两两对比, 列出梯形表可显而易见、一目了然。因本例A、B、C三药是各自独立的疗法, 采用t值法两两对比的结果见表5。

三、计量资料统计分析法小结



注: 从实用的角度出发, 本表列出的个别方法不作介绍, 有兴趣者请查阅有关书籍。 (第七讲完)

艾炷14壮(雄黄、硫磺、艾绒按1:1:3比例配成)分别置铜钱上燃完, 约40分钟。接触皮肤的铜钱过热则随时更换。每周1次, 连续灸疗1年左右可见疗效。另外敷熨药或痛闭安如上述。本型西药治疗同上型, 极少部分已形成脓肿或炎性肿块直径大于6~8cm, 保守治疗无效且不能排除肿瘤、子宫内膜异位症时可考虑手术治疗。

(李金福整理)