

# 統計分析

## 第三講

王寧寧, Ph.D

[oliningning@qq.com](mailto:oliningning@qq.com)

2022/11/07

# 主要内容

- 非參數檢驗

- 配對樣本秩和檢驗
- 獨立樣本秩和檢驗
- 多組樣本秩和檢驗

- 卡方檢驗

- 獨立四個表
- 配對四格表
- $R \times C$  列聯表

# 參數檢驗和非參數檢驗

## 参数统计 (parametric statistics)

已知总体分布类型，对未知参数 ( $\mu$ 、 $\pi$ ) 进行统计推断

依赖于特定分布类型，比较的是参数

## 非参数统计 (nonparametric statistics)

对总体的分布类型不作任何要求

不受总体参数的影响，比较分布或分布位置

适用范围广；可用于任何类型资料(等级资料，或 “>50mg”)

对于符合参数统计分析条件者，采用非参数统计分析，其检验效能较低

- 參數檢驗

- 正態總體
- 方差齊性

- 非參數檢驗

- 對分佈不做假定
- 不對總體參數進行推斷
- 對總體的分佈或分佈位置進行檢驗

# 參數檢驗與非參數檢驗比較

参数检验	非参检验
要求资料服从正态分布	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 对资料的没有特殊要求，总体为偏态、总体分布未知的计量资料（尤其在<math>n &lt; 30</math>的情况）</li><li>2. 等级资料</li><li>3. 有过大或过小值的数据，或数据的某一端没有具体值</li><li>4. 总体方差不齐</li></ol>
检验效率高	检验效率低，容易犯第二类错误，原因信息丧失或信息利用不足。

# 配對資料符號秩和檢驗 (Wilcoxon signed rank test)

# 符號秩和檢驗的一般步驟

- 建立檢驗假設，確定檢驗水準

- $H_0$ : 差值的總體中位數為0;
- $H_1$ : 差值的總體中位數不為0;
- $\alpha = 0.05$

- 計算檢驗統計量

- 算出對子差值
- 根據差值的絕對值大小編秩
- 將秩次冠以正負號，計算正、負秩和
- 用不為“0”的對子數和 絕對值較小的秩和作為統計量

【例】臨床某醫生研究白癜風病人的白介素IL-6水平（u/ml）在白斑部位與正常部位有無差異，調查的資料如下表

白癜風病人不同部位白介素IL-6指标（u/ml）				
病人号	白斑部位	正常部位	d=正常-白斑	秩次
1	40.03	88.57	48.54	6
2	97.13	80.00	-17.13	-3
3	80.32	123.72	43.40	4
4	25.32	39.03	13.71	2
5	19.61	24.37	4.76	1
6	14.50	92.75	78.25	8
7	49.63	121.57	71.94	7
8	44.56	89.76	45.20	5
合计			T <sub>+</sub> =33	T <sub>-</sub> =3



## 本例一般步驟

- 建立檢驗假設，確定檢驗水準

- $H_0$ : 差值的總體中位數為0;
- $H_1$ : 差值的總體中位數不為0;
- $\alpha = 0.05$

- 計算檢驗統計量

- 絕對值較小的秩和  $T = 3$  作為統計量,  $n = 8$

- 根據P值，做出結論

- 根據SPSS軟件結果， $P < 0.05$ , 在0.05的檢驗水平下，拒絕原假設，認為差值的中位數不為0。

# 兩獨立樣本的秩和檢驗

【例】对无淋巴细胞转移与有淋巴细胞转移的胃癌患者，观察其生存时间，问两组患者的生存时间是否不同？

两组患者生存时间（月）			
无淋巴细胞转移		有淋巴细胞转移	
时间	秩次	时间	秩次
12	4.5	5	1
25	10	8	2
27	11	12	4.5
29	12.5	12	4.5
38	17	12	4.5
42	19	17	7
46	20	21	8
46	21	24	9
56	23	29	12.5
60	24	30	14
		34	15
		36	16
		40	18
		48	22
<b>n<sub>1</sub>=10</b>	<b>T<sub>1</sub>=162</b>	<b>n<sub>2</sub>=14</b>	<b>T<sub>2</sub>=138</b>

- 建立檢驗假設，確定檢驗水準

- $H_0$ : 兩總體中位數相同;
- $H_1$ : 兩總體中位數不相同;
- $\alpha = 0.05$

- 計算檢驗統計量

- 統一編秩，分別求秩和，相同數值取平均秩次，選樣本小的秩和作為統計量：  $T = 162$

- 根據P值，做出結論

- 根據SPSS軟件結果，  $P < 0.05$ ，在0.05的檢驗水平下拒絕原假設，認為兩總體中位數不相同。

【例】44 例健康人与24例慢性气管炎病人痰液嗜酸性粒细胞数的测量值( $10^6$  /L), 问健康人与慢性气管炎病人痰液嗜酸性粒细胞数有无显著差别?

两组人痰嗜酸性粒细胞的秩和计算						
嗜酸性 粒细胞数	频数			秩次范围	平均秩次	秩和
	健康	病人	总			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (3) × (5)
-	5	11	16	1-16	8.5	93.5
+	18	10	28	17-44	30.5	305
++	16	3	19	45-63	54.0	162
+++	5	0	5	64-68	66	0
合计	44	24				T=560.5

- 建立檢驗假設，確定檢驗水準

- $H_0$ : 兩總體中位數相同;
- $H_1$ : 兩總體中位數不相同;
- $\alpha = 0.05$

- 計算檢驗統計量

- 統一編秩，分別求秩和，相同數值取平均秩次，選樣本小的秩和作為統計量：  $T = 560.5$

- 根據P值，做出結論

- 根據SPSS軟件結果，  $P < 0.05$ ，在0.05的檢驗水平下拒絕原假設，認為兩總體中位數不相同。

# 多組獨立樣本的秩和檢驗 (Kruskal-Wallis 法)

【例】研究白血病時，測定四組鼠脾DNA的含量，結果列於下表，試分析各組DNA含量有無差別？

表9—6 各组鼠脾DNA含量（mg）的秩和计算							
正 常		患自发性白		患移植白血		患移植白血	
脾		血病的脾		病的脾（甲组）		病的脾（乙组）	
含量	秩次	含量	秩次	含量	秩次	含量	秩次
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
12.3	18	10.8	8	9.3	1	9.5	2
13.2	22	11.6	13	10.3	3.5	10.3	3.5
13.7	26	12.3	18	11.1	11	10.5	5
15.2	28	12.7	21	11.7	14	10.5	6
15.8	29	13.5	23	11.7	15	10.5	7
16.9	30	13.5	24	12.0	16	10.9	9
17.3	31	14.8	27	12.3	18	11.0	10
17.4	32			12.4	20	11.5	12
				13.6	25		



- 建立檢驗假設，確定檢驗水準

- $H_0$ : 四組鼠脾DNA含量的總體分佈相同;
- $H_1$ : 四組鼠脾DNA含量的總體分佈不完全相同;
- $\alpha = 0.05$

- 計算檢驗統計量

- 統一編秩，分別求秩和，相同數值取平均秩次，構造H統計量：  $H = 19.9$

- 根據P值，做出結論

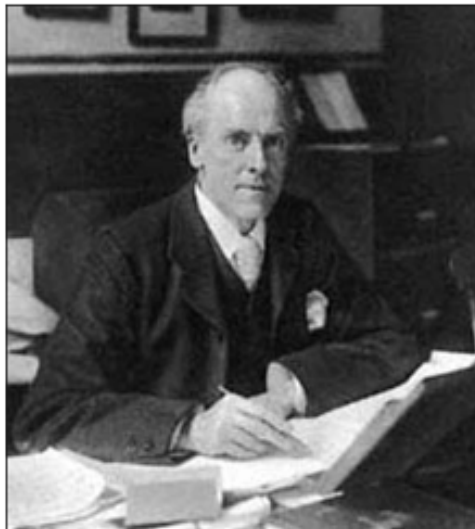
- 根據SPSS軟件結果，  $P < 0.05$ ，在0.05的檢驗水平下拒絕原假設，認為四組鼠脾DNA含量的總體分佈不完全相同。

## 非參數檢驗小結

- 非參數檢驗在假設檢驗中不對參數作明確的推斷，也不涉及樣本取自何種分佈的總體。它的適用範圍較廣。常用的非參方法較為簡便。易於理解掌握。當資料適用參數檢驗方法時，用非參常會損失部分信息，降低檢驗效能。
- 秩和檢驗是通過對數據依小到大排列秩次，求秩和來進行假設檢驗的方法，可用於兩獨立樣本比較、配對資料比較、多個獨立樣本比較、隨機配伍組比較等。

# 卡方檢驗

*Karl Pearson*



英國統計學家Pearson提出的一種主要用於分析分類變量數據的假設檢驗方法，該方法主要用途是推斷兩個或多個總體率及構成比之間有無差別

【例】吲達帕胺片治療原發性高血壓療效，將患者隨機分為兩組，試驗組用吲達帕胺片加輔助治療，對照組用安慰劑加輔助治療。試分析有效性。

組別	有效	無效	合計	有效率(%)
對照組	20(25.8) <i>a</i>	24(18.2) <i>b</i>	44( <i>a+b</i> )	45.5
試驗組	21(15.2) <i>c</i>	5(10.8) <i>d</i>	26( <i>c+d</i> )	80.8
合計	41( <i>a+c</i> )	29( <i>b+d</i> )	70( <i>n</i> )	58.6

- 建立檢驗假設並設定檢驗水平

- $H_0: \pi_1 = \pi_2$

- $H_1: \pi_1 \neq \pi_2$

- $\alpha = 0.05$

- 計算卡方檢驗統計量

- 卡方統計量:  $\chi^2 = \sum \frac{(A-T)^2}{T} = 8.4 \sim \chi^2(1)$

- 計算P值，得出結論

- $P < 0.05$ ，拒絕原假設，在**0.05**的檢驗水平下認為試驗組與對照組的總體有效率不等。

## 獨立四個表卡方檢驗的結果選擇

- 當  $n \geq 40$  且  $T \geq 5$  時，選擇標準卡方檢驗
- 當  $n \geq 40$  且  $1 \leq T < 5$  時，選擇校正的卡方檢驗
- 當  $n < 40$  或  $T < 1$  時，選擇Fisher 確切概率法

【例】某醫師欲比較胞磷膽鹼與神經節苷酯治療腦血管疾病的療效，將58例腦血管疾病患者隨機分為兩組，結果見表。問兩種藥物治療腦血管疾病的有效率是否相等？

藥物分組	有效	無效	合計	有效率 (%)
胞磷胆碱组	25 (23.7)	3 (4.3)	28	89.29
神经节苷酯组	24 (25.3)	6 (4.7)	30	80.00
合計	49	9	58	84.48



- 建立檢驗假設並設定檢驗水平
  - $H_0: \pi_1 = \pi_2$
  - $H_1: \pi_1 \neq \pi_2$
  - $\alpha = 0.05$
- 選擇Fisher確切概率法的P值，得出結論
  - $P < 0.05$ ，拒絕原假設，在0.05的檢驗水平下認為兩組的总有效率不等。

# 配對四個表卡方檢驗

【例】現有198份痰標本，每份標本分別用A、B兩種培養基培養結核菌，問A、B兩種培養基的陽性培養率是否不等？

A培养基	B培养基		合计
	+	-	
+	48 (a)	24 (b)	72
-	20 (c)	106 (d)	126
合计	68	130	198

- 建立檢驗假設並設定檢驗水平

- $H_0: B = C$

- $H_1: B \neq C$

- $\alpha = 0.05$

- 計算卡方檢驗統計量

- 卡方統計量:  $\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c} \sim \chi^2(1)$

- 計算P值，得出結論

- $P > 0.05$ ，不拒絕原假設，在**0.05**的檢驗水平下不認為兩種培養基的总體陽性率不等。

# $R \times C$ 列聯表的卡方檢驗

【例】某醫院用3種方案治療急性肝炎254例，觀察結果如下，問3種方案治療急性肝炎的有效率是否不同。

組別	有效	無效	合計	有效率（%）
西藥組	51	49	100	51.00
中藥組	35	45	80	43.75
中西藥結合組	59	15	74	79.73
合計	145	109	254	57.09

- 建立檢驗假設並設定檢驗水平

- $H_0: \pi_1 = \pi_2 = \pi_3$
- $H_1: \pi_1, \pi_2, \pi_3$ 不全相等
- $\alpha = 0.05$

- 計算卡方檢驗統計量

- 卡方統計量:  $\chi^2 = \sum \frac{(A-T)^2}{T} = 22.81 \sim \chi^2(2)$

- 計算P值，得出結論

- $P < 0.05$ ，拒絕原假設，在0.05的檢驗水平下認為  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$ 不全相等。

謝謝大家！