

# 多个均数间的两两比较

---



1. SNK-q检验
2. LSD-t检验
3. Dunnett-t检验

# 1. SNK-q检验

---



## Student-Newman-Keuls q test

$$q = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_j|}{S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j}}$$

$$S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j} = \sqrt{\frac{MS_{\text{误差}}}{2} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$



---

对例2，比较三个处理组两两之间的差别。

1. 建立假设，确定显著性水平

$H_0: \mu_i = \mu_j$  (第*i*组与第*j*组总体均数相同)

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$  (第*i*组与第*j*组总体均数不同)

$\alpha = 0.05$ (双侧检验)

2. 计算统计量



(1) 按样本均数由小到大编组次(秩次):

---

均值	8.04	9.25	12.76
组别	A	C	B
秩次	1	2	3

(2) 计算两个相比的组均数之差:  $\bar{X}_i - \bar{X}_j$

(3) 列出两个相比的组之间包含的组数(跨度):

(4) 计算统计量 $q$ 值(以1与3组比较为例, 其他类似):

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_3} = \sqrt{\frac{MS_{\text{误差}}}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_3} \right)} = \sqrt{\frac{4.184}{2} \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)} = 0.647$$

$$q = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_3|}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_3}} = \frac{4.72}{0.647} = 7.2952$$

### 3. 确定 $P$ 值，下结论



查 $q$ 界值表， $v=27$ ， $q_{0.05/2,2,27} \approx 2.92$ ， $q_{0.05/2,3,27} \approx 3.53$

表11-9 多个均数两两比较 $q$ 值表

比较组 秩次	$\bar{X}_i - \bar{X}_j$	$a$	$q$	$P$
1, 2	1.21	2	1.8702	>0.05
1, 3	4.72	3	7.2752	<0.05
2, 3	3.51	2	5.4250	<0.05

结论：按 $\alpha=0.05$ 的检验水准，24h切痂组与烫伤对照组和96h切痂组的ATP含量有显著性差异，96h切痂组与烫伤对照组的ATP含量无显著性差异。

# ATP



		a	
1	10	8.0430	
3	10	9.2490	
2	10		12.7550
Sig.		.198	1.000

备注：SNK-q检验，将没有显著性差异的对比组显示在在一列中；

上表中，1和3组之间没有显著性差异，

2和1、2和3之间均有显著性差异。

## 2. LSD-t检验



### least significant difference t test

(最易得到“有差异”结论的方法)

$$LSD-t = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_j|}{S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j}}, \quad \nu = \nu_{\text{误差}}$$

$$S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j} = \sqrt{MS_{\text{误差}} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$



## 1. 建立假设，确定显著性水平

$H_0: \mu_{1\text{个月}} = \mu_{3\text{个月}}$  (暴露于二氧化硅1个月和3个月的肺湿重总体均数相同)

$H_1: \mu_{1\text{个月}} \neq \mu_{3\text{个月}}$  (暴露于二氧化硅1个月和3个月的肺湿重总体均数不同)

$\alpha = 0.05$ (双侧检验)





## 2. 计算统计量

$$S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j} = \sqrt{MS_{\text{误差}} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} = \sqrt{4.184 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)} = 0.915$$

$$LSD - t = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_j|}{S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j}} = \frac{|12.76 - 9.25|}{0.915} = 3.836, \quad \nu = \nu_{\text{误差}} = 27$$

## 3. 确定P值，下结论

查t界值表， $t_{0.05/2, 27} = 2.052$ ， $t > t_{0.05/2, 27}$ ，故 $P < 0.05$ 。按 $\alpha = 0.05$ 检验水准拒绝 $H_0$ ，接受 $H_1$ ，认为两组差别有统计学意义，24h切痂组ATP含量比96h切痂组高。



# 3. Dunnett-t检验

适用于：多个处理组与一个对照组的比较

$$Dunnett - t = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_0|}{S_{\bar{X}_i - \bar{X}_0}}, \quad \nu = \nu_{\text{误差}}$$

$$S_{\bar{X}_i - \bar{X}_0} = \sqrt{MS_{\text{误差}} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_0} \right)}$$



---

对例1，比较B、C两个处理组与A组(对照组)之间的差别。

### 1. 建立假设，确定显著性水平

$H_0: \mu_i = \mu_1$  (第*i*组与对照组总体均数相同)

$H_1: \mu_i \neq \mu_1$  (第*i*组与对照组总体均数不同)

$\alpha = 0.05$  (双侧检验)

以B与A两组比较为例  $H_0: \mu_3 = \mu_1$

## 2. 计算统计量



$$S_{\bar{X}_3 - \bar{X}_1} = \sqrt{MS_{\text{误差}} \left( \frac{1}{n_3} + \frac{1}{n_1} \right)} = \sqrt{4.184 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)} = 0.915$$

$$Dunnett-t = \frac{|\bar{X}_3 - \bar{X}_1|}{S_{\bar{X}_3 - \bar{X}_1}} = \frac{|12.76 - 8.04|}{0.915} = 5.158, \quad \nu = \nu_{\text{误差}} = 27$$

## 3. 确定P值，下结论

查Dunnett-t界值表， $t_{0.05/2,3,27} \approx 2.35$ ，

$Dunnett-t > t_{0.05/2,3,27}$ ，故 $P < 0.05$ ，按 $\alpha = 0.05$ 水准拒绝

$H_0$ ，接受 $H_1$ ，第3组与对照组相比有显著性差异，即

24h切痂组的ATP含量高于对照组。



## Multiple Comparisons

	(1) GROUP	(2) GROUP	Mean Difference (I - J)	S.E.	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-4.7120*	.91478	.000	-6.5890	-2.8350
		3	-1.2060	.91478	.198	-3.0830	.6710
	2	1	4.7120*	.91478	.000	2.8350	6.5890
		3	3.5060*	.91478	.001	1.6290	5.3830
	3	1	1.2060	.91478	.198	-.6710	3.0830
		2	-3.5060*	.91478	.001	-5.3830	-1.6290
Dunnett t (2-sided) <sup>a</sup>	2	1	4.7120*	.91478	.000	2.5774	6.8466
	3	1	1.2060	.91478	.329	-.9286	3.3406

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnett's T test. Reference category = 1.

# 小结

---



- 掌握随机区组方差分析
- 了解多个均数的两两比较



单因素 ANOVA: 两两比较

假定方差齐性

<input type="checkbox"/> LSD(L)	<input type="checkbox"/> S-N-K(S)	<input type="checkbox"/> Waller-Duncan(W)
<input type="checkbox"/> Bonferroni(B)	<input type="checkbox"/> Tukey	类型 I/类型 II 误差比率(I): 100
<input type="checkbox"/> Sidak	<input type="checkbox"/> Tukey s-b(K)	<input checked="" type="checkbox"/> Dunnett(E)
<input type="checkbox"/> Scheffe(C)	<input type="checkbox"/> Duncan(D)	控制类别: 最后一个(L)
<input type="checkbox"/> R-E-G-W F(R)	<input type="checkbox"/> Hochberg's GT2(H)	检验
<input type="checkbox"/> R-E-G-W Q(Q)	<input type="checkbox"/> Gabriel(G)	<input checked="" type="radio"/> 双侧(2) <input type="radio"/> <控制(O) <input type="radio"/> >控制(N)

未假定方差齐性

<input type="checkbox"/> Tamhane's T2(M)	<input type="checkbox"/> Dunnett's T3(3)	<input type="checkbox"/> Games-Howell(A)	<input type="checkbox"/> Dunnett's C(U)
--	--	--	---

显著性水平(E): 0.05

继续 取消 帮助



Multiple Comparisons

Dependent Variable: 肺湿重

	(I) 分组	(J) 分组	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1个月	3个月	-.41667	.30538	.193	-1.0676	.2342
		6个月	-.91667*	.30538	.009	-1.5676	-.2658
	3个月	1个月	.41667	.30538	.193	-.2342	1.0676
		6个月	-.50000	.30538	.122	-1.1509	.1509
	6个月	1个月	.91667*	.30538	.009	.2658	1.5676
		3个月	.50000	.30538	.122	-.1509	1.1509
Dunnett t (2-sided) <sup>b</sup>	3个月	1个月	.41667	.30538	.318	-.3282	1.1616
	6个月	1个月	-.91667*	.30538	.017	-.1718	1.6616

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

b. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

肺湿重

	分组	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Student-Newman-Keuls <sup>a</sup>	1个月	6	3.8000	
	3个月	6	4.2167	4.2167
	6个月	6		4.7167
	Sig.		.193	.122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.