

## 《医学统计学》第六次课

# 第十章 t 检验

通过以往大规模调查，已知某地婴儿出生体重均数为3.30kg，今测得该地35名难产儿平均出生体重为3.42kg，标准差为0.40kg，问是否该地难产儿出生体重与一般婴儿出生体重不同？

$$\mu_0 = 3.30\text{kg}$$

$$\bar{X} = 3.42\text{kg}$$

1. 抽样误差造成
2. 总体均数不同  
(来自不同总体)

## 样本均数的假设检验

样本量	总体标准差	检验方法	检验统计量
$n \geq 60$	未知	u 检验	u 统计量
$n < 60$	已知	u 检验	u 统计量
	未知	t 检验	t 统计量

## t 分布

1908年，由英国统计学家W. S. Gosset以笔名“student”发表，又称Student t分布。使小样本统计推断成为可能，被认为是统计学发展历史中的里程碑之一。



## t 分布

$$N(\mu, \sigma^2) \xrightarrow{u=(X-\mu)/\sigma} N(0,1)$$

$$N(\mu, \sigma^2/n) \xrightarrow{u=(\bar{X}-\mu)/(\sigma/\sqrt{n})} N(0,1)$$

$$N(\mu, \sigma^2/n) \xrightarrow{t=(\bar{X}-\mu)/(S/\sqrt{n})} t_\nu$$

$\nu$ : degree of freedom

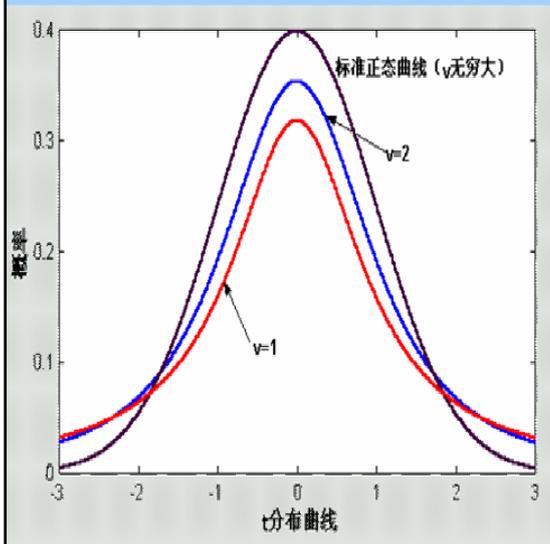
## t分布的概率密度函数

$$f(t) = \frac{\Gamma[(\nu+1)/2]}{\sqrt{\pi\nu}\Gamma(\nu/2)} (1+t^2/\nu)^{-(\nu+1)/2}$$

式中  $\Gamma(\bullet)$  为伽玛函数； $\pi$  为圆周率； $\nu$  为自由度 (degree of freedom)，是  $t$  分布的唯一参数； $t$  为随机变量。

以  $t$  为横轴， $f(t)$  为纵轴，可绘制  $t$  分布曲线。

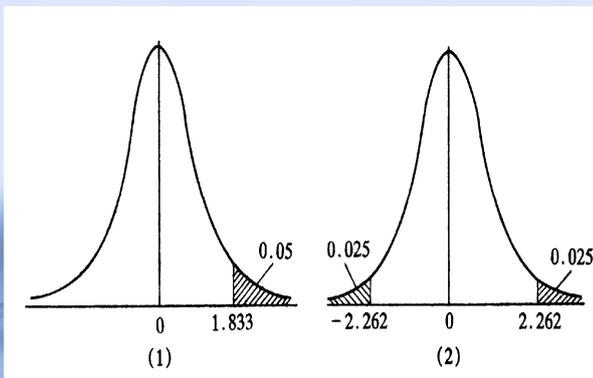
## t分布曲线



**t分布有如下性质:**

- ① 单峰分布，曲线在  $t=0$  处最高，并以  $t=0$  为中心左右对称
- ② 与正态分布相比，曲线最高处较矮，两尾部翘得高（见彩色线）
- ③ 随自由度增大，曲线逐渐接近正态分布；分布的极限为标准正态分布。

## t分布曲线下面积



双侧  $t_{0.05/2, 9} = 2.262$

= 单侧  $t_{0.025, 9}$

单侧  $t_{0.05, 9} = 1.833$

双侧  $t_{0.05/2, \infty} = 1.96$

= 单侧  $t_{0.025, \infty}$

单侧  $t_{0.05, \infty} = 1.64$

## t分布曲线下面积(附表2)

附表2 t界值表

自由度 $\nu$	概率, $P$					
	单侧: 0.25	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025
	双侧: 0.50	0.10	0.05	0.02	0.010	0.0050
1	1.000	6.314	12.706	31.821	63.657	127.321
2	0.816	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089
3	0.765	2.353	3.182	4.540	5.841	7.453
4	0.741	2.132	2.776	3.747	4.604	5.597
31	0.683	1.696	2.040	2.453	2.744	3.022
32	0.682	1.694	2.037	2.449	2.738	3.015
...	...	...	...	...	...	...
34	0.682	1.691	2.032	2.441	2.728	3.002
...	...	...	...	...	...	...
$\infty$	0.6745	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	2.8070

### t检验的应用条件:

- 1、样本量较小时 ( $n < 60$ ), 理论上要求样本为来自正态分布总体的随机样本;
- 2、两小样本均数比较时, 要求两总体方差相等 (或称方差齐性)。

第一节 单样本均数的t检验

第二节 配对样本均数的t检验

第三节 两独立样本均数的t检验

第四节 两独立样本方差的齐性检验

## 一、单样本均数的t检验

**研究目的：**推断样本所代表的未知总体均数  $\mu$  与已知总体均数  $\mu_0$  有无差别

**检验假设：**

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0 \quad (\text{双侧})$$

$$(\text{or } \mu < \mu_0; \text{ or } \mu > \mu_0) \quad (\text{单侧})$$

**检验统计量：**

$$t = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{S_{\bar{X}}} = \frac{|\bar{X} - \mu_0|}{S / \sqrt{n}} \quad (10-1)$$
$$\nu = n - 1$$

**P值的确定：**

根据检验水准和单（双）侧问题由附表2得到t分布的界值，进而确定P值，下结论。

例 10-1 难产儿出生体重  $n=35$ ,  $\bar{X}=3.42$ ,  $S=0.40$ , 一般婴儿出生体重  $\mu_0=3.30$  (大规模调查获得), 问相同否?

解: 1. 建立假设、确定检验水准  $\alpha$

$H_0: \mu = \mu_0$  (无效假设, null hypothesis)

$H_1: \mu \neq \mu_0$  (备择假设, alternative hypothesis)

双侧检验, 检验水准:  $\alpha=0.05$

2. 计算检验统计量

$$t = \frac{3.42 - 3.30}{0.40 / \sqrt{35}} = 1.77, \quad \nu = n - 1 = 35 - 1 = 34$$

3. 查相应界值表, 确定 P 值, 下结论

查附表 2,  $t_{0.05/2,34} = 2.032$ ,  $t < t_{0.05/2,34}$ ,  $P > 0.05$ , 按  $\alpha=0.05$  水准, 不拒绝  $H_0$ , 两者的差别无统计学意义, 故尚不能认为难产儿平均出生体重与一般新生儿的出生体重不同。

附表 2  $t$  界值表

自由度 $\nu$	概率, $P$					
	单侧: 0.25	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025
	双侧: 0.50	0.10	0.05	0.02	0.010	0.0050
1	1.000	6.314	12.706	31.821	63.657	127.321
2	0.816	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089
3	0.765	2.353	3.182	4.540	5.841	7.453
4	0.741	2.132	2.776	3.747	4.604	5.597
31	0.683	1.696	2.040	2.453	2.744	3.022
32	0.682	1.694	2.037	2.449	2.738	3.015
...	...	...	...	...	...	...
34	0.682	1.691	2.032	2.441	2.728	3.002
...	...	...	...	...	...	...
$\infty$	0.6745	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	2.8070

### 可信区间法解答例10-1

难产儿出生体重的95%可信区间:

$$\begin{aligned} \bar{X} \pm t_{0.05/2, \nu} S_{\bar{X}} &= \bar{X} \pm t_{0.05/2, 34} S / \sqrt{n} \\ &= 3.42 \pm 2.032 \times 0.40 / \sqrt{35} \\ &= 3.28 \sim 3.56 \text{kg} \end{aligned}$$

$\mu_0=3.30\text{kg}$ 在可信区间范围内, 故尚不能认为该地难产儿平均出生体重与一般新生儿的出生体重不同。

根据专业知识确定单、双侧检验

单侧检验假设：

$$H_0: \mu=3.30$$

$$H_1: \mu>3.30$$

统计量： $t=1.77, v=34$

结论：由附表2， $t_{0.05,34}=1.691$ ， $t > t_{0.05,34}$ ， $P < 0.05$ 。因此，拒绝 $H_0$ ，接受 $H_1$ ，差别有统计学意义，认为难产儿出生体重大于一般新生儿。

## 二、配对样本均数的t检验

适用资料：随机对照配对设计资料

随机对照配对设计：对符合设计要求的观察对象，在随机分组之前，先按其生物学属性配对。

↑  
影响实验效应的主要非处理因素

**优点：**减少了个体差异对实验结果的影响，更能显示出处理因素的效应。

**特点：**资料成对，每对数据不可拆分。

常见有以下**三种**配对设计情况：

①配成对子的两个个体分别随机分配两种不同的处理；

②同一个体同时分别随机分配两种不同处理；

③同一个体自身前后的比较。

检验假设:

$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d \neq 0$$

检验统计量:

$$t = \frac{|\bar{d} - \mu_d|}{S_{\bar{d}}} = \frac{|\bar{d}|}{S_d / \sqrt{n}}, \quad \nu = n - 1$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n}{n - 1}} \quad (10-2)$$

例10-补1 某单位研究饮食中缺乏维生素E与肝中维生素A含量的关系，将同种属的大白鼠按性别相同，年龄、体重相近者配成对子，共8对，并将每对中的两只动物随机分到正常饲料组和维生素E缺乏组，过一定时期将大白鼠杀死，测得其肝中维生素A的含量，见表10-补1第(1) - (3)栏，问不用饲料的大白鼠肝中维生素A的含量有无差别？

表10-补1 不同饲料组大白鼠肝中维生素A含量(IU/g)

大白鼠对号	正常饲料组	维E缺乏组	差值d
1	3550	2450	1100
2	2000	2400	-400
3	3000	1800	1200
4	3950	3200	750
5	3800	3250	550
6	3750	2700	1050
7	3450	2500	950
8	3050	1750	1300
合计			6500

$H_0: \mu_d = 0$  (不同饲料组的大白鼠肝中维生素A含量无差别)

$H_1: \mu_d \neq 0$  (不同饲料组的大白鼠肝中维生素A含量有差别)

$\alpha = 0.05$

$$\bar{d} = \sum d / n = 6500 / 8 = 812.50 (IU / g)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{7370000 - 6500^2 / 8}{7}} = 546.25 (IU / g)$$

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} = 4.207, \quad \nu = n - 1 = 7$$

由附表2,  $t_{0.05/2,7} = 2.365$ ,  $t > t_{0.05/2,7}$ ,  $P < 0.05$ , 按  $\alpha = 0.05$  水平, 拒绝  $H_0$ , 接受  $H_1$ , 故可认为不同饲料组得大白鼠肝中维生素A含量有差别, 即维生素E缺乏对大白鼠肝中维生素A含量有影响。

例10-2 用简便法和常规法分别对12份人尿进行尿铅含量测定，所得结果如表10-1。问根据现有资料能否说明两法检测结果不同？

两法测定 12 份尿铅含量的结果

样品号	尿铅含量 ( $\mu\text{mol/l}$ )		差值 ( $d$ )	$d^2$
	简便法	常规法		
1	3.05	2.80	0.25	0.0625
2	3.76	3.04	0.72	0.5184
3	2.75	1.88	0.87	0.7569
4	3.23	3.43	-0.20	0.0400
5	3.67	3.81	-0.14	0.0196
6	4.49	4.00	0.49	0.2401
7	5.16	4.44	0.72	0.5184
8	5.45	5.41	0.04	0.0016
9	2.06	1.24	0.82	0.6724
10	1.64	1.83	-0.19	0.0361
11	2.55	1.45	1.10	1.2100
12	1.23	0.92	0.31	0.0961
合 计	---	---	4.79	4.1721

### 1. 建立假设、确定检验水准 $\alpha$

$$H_0: \mu_d = 0 \quad H_1: \mu_d \neq 0 \quad (\text{双侧检验}) \quad \alpha = 0.05$$

### 2. 计算检验统计量

$$\bar{d} = 4.79/12 = 0.399, \quad \sum d = 4.79, \quad \sum d^2 = 4.1721,$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2/n}{n-1}} = \sqrt{\frac{4.1721 - 4.79^2/12}{12-1}} = 0.453$$

$$t = \frac{|\bar{d}|}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{0.399}{0.453/\sqrt{12}} = 3.051, \quad \nu = n-1 = 12-1 = 11$$

### 3. 查相应界值表，确定 $P$ 值，下结论。

查表  $t_{0.05/2,11} = 2.201$ ,  $t > t_{0.05/2,11}$ ,  $P < 0.05$ , 按  $\alpha = 0.05$  水准, 拒绝  $H_0$ , 接受  $H_1$ , 差别有统计学意义, 可以认为两种方法的测量结果不同, 即简便法的测量结果要高于常规法。

**例10-补2 应用某药治疗9例高血压病人, 治疗前后舒张压如表10-补2, 试问用药前后舒张压有无变化?**

表10-补2 高血压病人用某药治疗前后的舒张压

病人编号	治疗前	(kPa) 治疗后	差数d	d <sup>2</sup>
1	12.8	11.7	1.1	1.21
2	13.1	13.1	0.0	0.00
3	14.9	14.4	0.5	0.25
4	14.4	13.6	0.8	0.64
5	13.6	13.1	0.5	0.25
6	13.1	13.3	-0.2	0.04
7	13.3	12.8	0.5	0.25
8	14.1	13.6	0.5	0.25
9	13.3	12.3	1.0	1.00
合计			4.7	3.89

$H_0: \mu_d = 0$  (该药治疗前后的舒张压无变化)

$H_1: \mu_d \neq 0$  (该药治疗前后的舒张压有变化)

$\alpha = 0.05$

$$\bar{d} = (\sum d) / n = 4.7 / 9 = 0.52$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n}{n-1}} = 0.42 \Rightarrow t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} = 3.714$$

自由度  $\nu = n - 1 = 8$ , 查t界值表得  $t_{0.05/2, 8} = 2.306$ 。本例  $t = 3.714 > t_{0.05/2, 8}$ ,  $P < 0.05$ 。按  $\alpha = 0.05$  检验水平, 拒绝  $H_0$ , 接受  $H_1$ , 差异有统计学意义, 可认为治疗前后舒张压有变化。

该药物有降压作用?

### 三、两独立样本均数的t检验

**适用资料：**随机对照平行设计资料

**随机对照平行设计：**将受试对象（试验单位）完全随机地分为两组，分别接受两种不同的处理。

**目的：**推断两总体均数是否相同。

**常见数据形式：**

① 实验性质数据（如试验药治疗组与对照药治疗组两组疗效指标的比较）。

② 观察性质数据（如比较不同年龄、疾病因素下某临床指标的两组数据）。

两组**例数**可相等或不等，数据间无对子关系。

检验假设:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (处理无效)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (处理有效)

统计量的计算:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}, \quad \nu = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{S_c^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

Pooled variance  $S_c^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$  (10-3)

例10-3 将14只大白鼠随机分为两组，一组做成白血病模型鼠，一组为正常鼠，然后测量两组鼠脾脏DNA含量 (mg/g)，问正常鼠和白血病鼠脾脏中DNA平均含量是否不同？

例 10-3 白血组 ( $X_1$ ): 12.3 13.2 13.7 15.2 15.4 15.8 16.9  
正常组 ( $X_2$ ): 10.8 11.6 12.3 12.7 13.5 13.5 14.8  
问正常鼠和白血病鼠脾脏中DNA平均含量 (mg/g) 是否不同？

1. 建立假设、确定检验水准  $\alpha$ 。

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \alpha = 0.05$$

2. 计算检验统计量。

本例:  $n_1=7$ ,  $\bar{X}_1=14.64$ ,  $S_1=1.62$ ,  $n_2=7$ ,  $\bar{X}_2=12.74$ ,  $S_2=1.33$

$$S_c^2 = \frac{(7-1) \times 1.62^2 + (7-1) \times 1.33^2}{7+7-2} = 2.197$$

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{S_c^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{|14.64 - 12.74|}{\sqrt{2.197 \times \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{7}\right)}} = 2.398, \quad \nu = 7+7-2 = 12,$$

3. 查相应界值，确定  $P$  值，下结论。

查表  $t_{0.05/2,12} = 2.179$ ,  $t > t_{0.05/2,12}$ ,  $P < 0.05$ , 拒绝  $H_0$ , 接受  $H_1$ , ...

例10-补3 某克山病区测得11例克山病患者与13名健康人的血磷值 (mmol/L) 如下, 问该地急性克山病患者与健康人的血磷值是否不同?

患者  $X_1$ : 0.84 1.05 1.20 1.20 1.39 1.53  
1.67 1.80 1.87 2.07 2.11

健康人  $X_2$ : 0.54 0.64 0.64 0.75 0.76 0.81  
1.16 1.20 1.34 1.35 1.48 1.56 1.87

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (该地急性克山病患者与健康人的血磷值相同)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (该地急性克山病患者与健康人的血磷值不同)

$n_1 = 11, \sum X_1 = 16.73, \sum X_1^2 = 27.2239; n_2 = 13, \sum X_2 = 14.10, \sum X_2^2 = 17.4316$

$$\alpha = 0.05 \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{\sum X_1^2 - (\sum X_1)^2 / n_1 + \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2 / n_2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$= \frac{1.521 - 1.085}{\sqrt{\frac{27.2239 - (16.73)^2 / 11 + 17.4316 - (14.10)^2 / 13}{11 + 13 - 2} \left( \frac{1}{11} + \frac{1}{13} \right)}}$$

$$= 2.522$$

$$\nu = 11 + 13 - 2 = 22$$

查t界值表，得  $t_{0.05/2,22}=2.074$ ，本例  $t=2.522 > t_{0.05/2,22}$ ， $P < 0.05$ 。按  $\alpha=0.05$  检验水平，拒绝  $H_0$ ，接受  $H_1$ ，两者差异有统计学意义，可认为该地急性克山病患者与健康人的血磷值不同，患者较高。

#### 四、两独立样本方差的齐性检验

**目的：**推断两总体方差是否相同。

**检验假设：**

$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$  (两总体方差齐性)

$H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2$  (两总体方差不齐)

**或者**  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

$H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

### 统计量的计算：

$$F = \frac{S_1^2(\text{较大})}{S_2^2(\text{较小})}, \nu_1 = n_1 - 1, \nu_2 = n_2 - 1 \quad (10-4)$$

检验界值，P值的确定：双侧检验， $\alpha = 0.05$ 时查附表三， $\alpha = 0.10$ 和 $\alpha = 0.02$ 时查附表四。当F统计量大于相应的界值时，P值就小于相应的检验水平。

在例 10-3 中，白血病鼠： $n_1 = 7$ ， $\bar{X}_1 = 12.3$ ， $S_1 = 1.62$ ；正常鼠： $n_2 = 7$ ， $\bar{X}_2 = 10.8$ ， $S_2 = 1.33$ 。试检验两样本对应的两总体方差是否相等？

1. 建立假设、确定检验水准  $\alpha$ 。

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \quad \alpha = 0.05$$

2. 计算检验统计量。

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{1.62^2}{1.33^2} = 1.484, \nu_1 = n_1 - 1 = 7 - 1 = 6, \nu_2 = n_2 - 1 = 7 - 1 = 6$$

3. 查相应界值表，确定P值，下结论。

查附表 3 双侧界值的 F 界值表，得  $F_{0.05/2, 6, 6} = 5.82$ ，今  $F = 1.484 < F_{0.05/2, 6, 6}$ ，

$P > 0.05$ ，按  $\alpha = 0.05$  水准，不拒绝  $H_0$ ，两组总体方差的差别无统计学意义，尚不能认为两组总体方差不等。

附表3 F界值表（方差齐性检验用，双侧界值）

$\alpha=0.05$

分母自由度 $\nu_2$	分子的自由度, $\nu_1$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	648	800	864	900	922	937	948	957
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43

方差不齐或非正态时，均数比较方法的选择：

方法1. 校正t检验，即  $t'$  检验 (5th)

方法2. 变量代换：对数变换、平方根变换、倒数变换等 (6th)

方法3. 非参数检验：秩和检验等 (ch14)

# SAS软件实习

## 内容

- 配对资料两样本均数比较的t检验
- 成组资料两样本均数比较的t检验



## 配对资料两样本均数比较的t检验

用于: 配对设计的计量资料。

配对设计: 将受试对象按照某些重要特征(如可疑混杂因素性别等)配成对子, 每对中的两个受试对象随机分配到两处理组。

基本结构: ① `proc means <options>;`  
    `var d (差值);`  
    `run;`  
    ② `proc univariate;`  
    `var d (差值);`  
    `run;`  
    ③ `proc ttest;`  
    `var d (差值);`  
    `run;`

**例:** 为比较两种方法对乳酸饮料中脂肪含量测定结果是否不同, 某人随机抽取了10份乳酸饮料制品, 分别用脂肪酸水解法和哥特里-罗紫法测定, 其结果如下表5-1。问两法测定结果是否不同?

表 5-1 两种方法对乳酸饮料中脂肪含量的测定结果(%)

方法	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
哥特里-罗紫法	0.840	0.591	0.674	0.632	0.687	0.978	0.750	0.730	1.200	0.870
脂肪酸水解法	0.580	0.509	0.500	0.316	0.337	0.517	0.454	0.512	0.997	0.506

```
title '配对资料两样本均数比较的t检验—means过程';
data prg5_5;
input x1 x2 @@; /*建立两个变量x1和x2*/
d=x1-x2; /*新建一个变量d, 为前两个变量的差*/
cards;
0.840 0.580 0.591 0.509 0.674 0.500 0.632 0.316 0.687 0.337
0.978 0.517 0.750 0.454 0.730 0.512 1.200 0.997 0.870 0.506
;
proc means n mean std stderr t prt; /*调用means过程, 要求输出的统计量为例数、均数、标准差、t值、t值所对应的双侧概率值 (p值) */
var d;
run;
```

## 运行结果

The MEANS Procedure

Analysis Variable : d

N	Mean	Std Dev	Std Error	t Value	Pr >  t
10	0.2724000	0.1086812	0.0343680	7.93	<.0001

```
title '配对资料两样本均数比较的t检验—UNIVARIATE过程';
```

```
proc univariate data=prg5_5;
```

```
var d;
```

```
run;
```



The UNIVARIATE Procedure  
Variable: d

Moments

N	10	Sum Weights	10
Mean	0.2724	Sum Observations	2.724
Std Deviation	0.10868119	Variance	0.0118116
Skewness	-0.0337503	Kurtosis	0.06565577
Uncorrected SS	0.849322	Corrected SS	0.1063044
Coeff Variation	39.8976451	Std Error Mean	0.03436801

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	0.272400	Std Deviation	0.10868
Median	0.278000	Variance	0.01181
Mode	.	Range	0.37900
		Interquartile Range	0.14700

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 7.925976	Pr >  t  <.0001

100% Max	0.4610
99%	0.4610
95%	0.4610
90%	0.4125
75% Q3	0.3500
50% Median	0.2780
25% Q1	0.2030
10%	0.1290
5%	0.0820
1%	0.0820
0% Min	0.0820

```
title '配对资料两样本均数比较的t检验—ttest过程';  
proc ttest data=prg5_5;  
var d;  
run;
```

## 运行结果

The TTEST Procedure

Statistics

Variable	N	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum	
d	10	0.1947	0.2724	0.3501	0.0748	0.1087	0.1984	0.0344	0.082	0.461

T-Tests

Variable	DF	t Value	Pr >  t
d	9	7.93	<.0001

## 成组资料两样本均数比较的t检验

用于：完全随机设计两样本均数的比较

目的：比较两样本均数所代表的两总体均数是否不等。

基本结构：  
`proc ttest ;`  
`var 分析变量；`  
`class 分组变量；`  
`run；`

**例：**为研究国产四类新药阿卡波糖胶囊的降血糖效果，某医院用40名2型糖尿病病人进行同期随机对照试验。试验者将这些病人随机等分到**试验组**(用阿卡波糖胶囊)和**对照组**(用拜唐苹胶囊)，分别测得试验开始前和8周后的空腹血糖，算得空腹血糖下降值见表5-2，能否认为该国产四类新药阿卡波糖胶囊与拜唐苹胶囊对空腹血糖的降糖效果不同？

表 5-2 试验组和对照组空腹血糖下降值(mmol/L)

试验组 $X_1$	-0.70	-5.60	2.00	2.80	0.70	3.50	4.00	5.80	7.10	-0.50
( $n_1=20$ )	2.50	-1.60	1.70	3.00	0.40	4.50	4.60	2.50	6.00	-1.40
对照组 $X_2$	3.70	6.50	5.00	5.20	0.80	0.20	0.60	3.40	6.60	-1.10
( $n_2=20$ )	6.00	3.80	2.00	1.60	2.00	2.20	1.20	3.10	1.70	-2.00

```
title '成组资料两样本均数比较的t检验';
```

```
data prg5_6;  
input x c @@;  
cards;
```

变量x表示空腹血糖下降值，c为分组变量，其值1表示试验组，2表示对照组

```
-0.70 1 -5.60 1 2.00 1 2.80 1 0.70 1  
3.50 1 4.00 1 5.80 1 7.10 1 -0.50 1  
2.50 1 -1.60 1 1.70 1 3.00 1 0.40 1  
4.50 1 4.60 1 2.50 1 6.00 1 -1.40 1  
3.70 2 6.50 2 5.00 2 5.20 2 0.80 2  
0.20 2 0.60 2 3.40 2 6.60 2 -1.10 2  
6.00 2 3.80 2 2.00 2 1.60 2 2.00 2  
2.20 2 1.20 2 3.10 2 1.70 2 -2.00 2
```

```
;  
proc ttest;  
var x;  
class c;  
run;
```

运行结果

The TTEST Procedure

Statistics

Variable	c	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
x	1	20	0.6328	2.065	3.4972	2.3272	3.0601	4.4696	0.6843
x	2	20	1.4922	2.625	3.7578	1.8408	2.4205	3.5353	0.5412
x	Diff (1-2)		-2.326	-0.56	1.2062	2.2547	2.7589	3.5556	0.8724

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
x	Pooled	Equal	38	-0.64	0.5248
x	Satterthwaite	Unequal	36.1	-0.64	0.5250

两总体均数的差别无统计学意义

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
x	Folded F	19	19	1.60	0.3153

方差齐

## 本章小结

- 一、t检验的适用条件；
- 二、三种不同设计中均数的t检验；  
(单样本、配对样本、两独立样本)
- 三、方差齐性检验。

作业：

P161 1、4

**更正：**4、Q(1) 甲乙两药处理前后血沉是否均有变化？

**思考：**4、Q(2) 疗效的比较采用治疗后的测量值还是前后的差值？



谢  
谢