

重复测量设计的方差分析

**ANOVA of Repeated Measurement Data**

# 方差分析

单因素: 完全随机设计

两因素: 随机区组设计

多因素: ? ? ?

重复测量设计

单组

多组

## 完全随机设计

如比较4种饲料对小鼠体重增加量的影响，处理因素是饲料，有4个水平（不同饲料）。

完全随机设计是将 $n$ 个小鼠随机分为4组。

## 随机区组设计

非处理因素

是将 $n$ 个小鼠按出生体重相近的原则，4个一组相配（称为区组）后，再随机分不同的水平组，称为两因素方差分析。

# 应用条件

1. 各样本是相互独立的随机样本，均服从正态分布。
2. 相互比较的各样本的总体方差相等，具有方差齐性。

# 重复测量资料

**重复测量(repeated measure)**是指对同一研究对象的某一观察指标在不同场合（**occasion**，如时间点）进行的多次测量。

例如，为研究某种药物对高血压（哮喘病）病人的治疗效果,需要定时多次测定受试者的血压（**FEV1**），以分析其血压（**FEV1**）的变动情况。

注：**FEV1**——最大呼气量

每一根线代表1只兔子

# 实例举例1

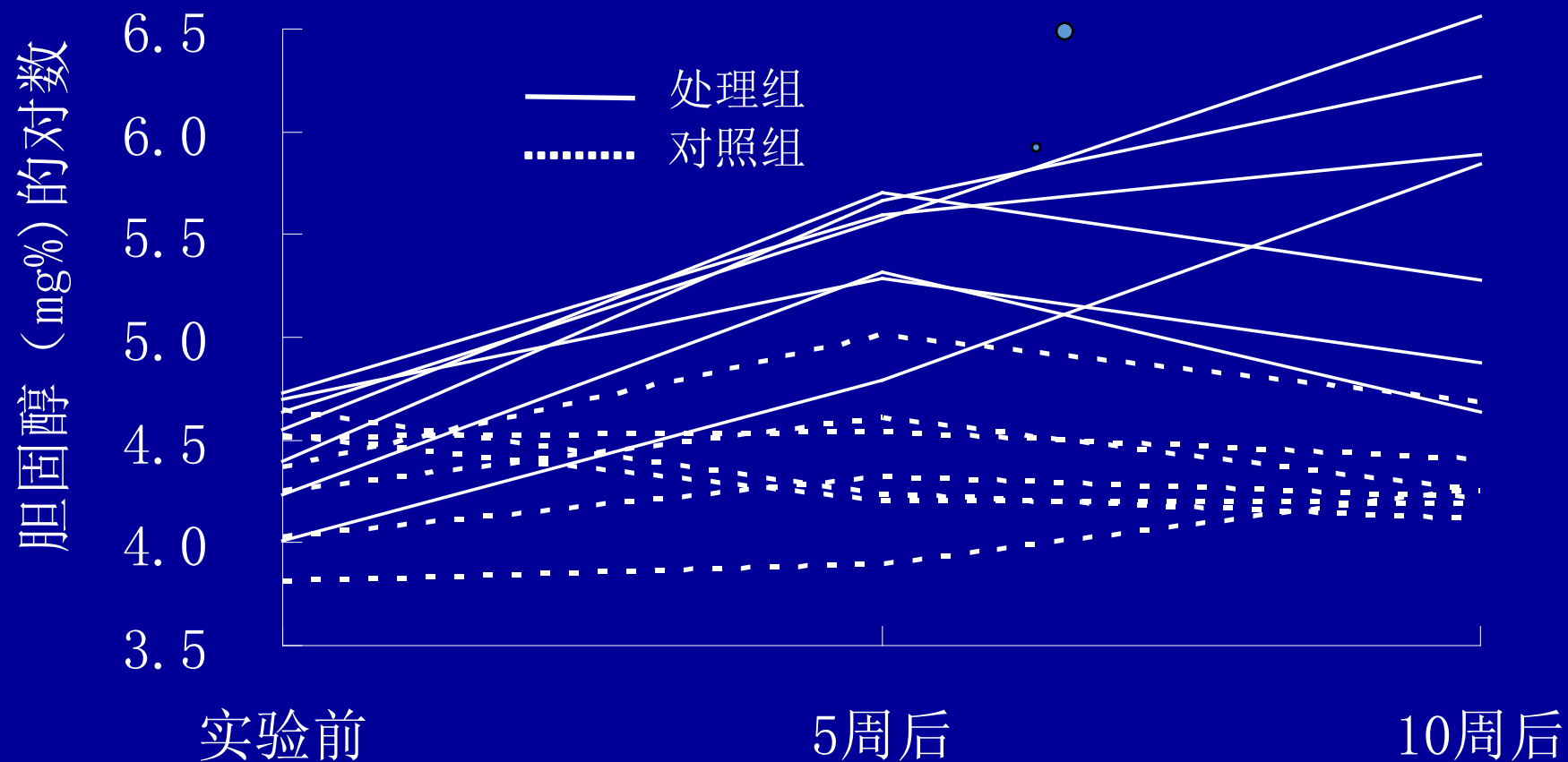


图10. 附1 两组家兔血清胆固醇的对数随时间的变化

# 实例举例2

每一根线代表1位病人

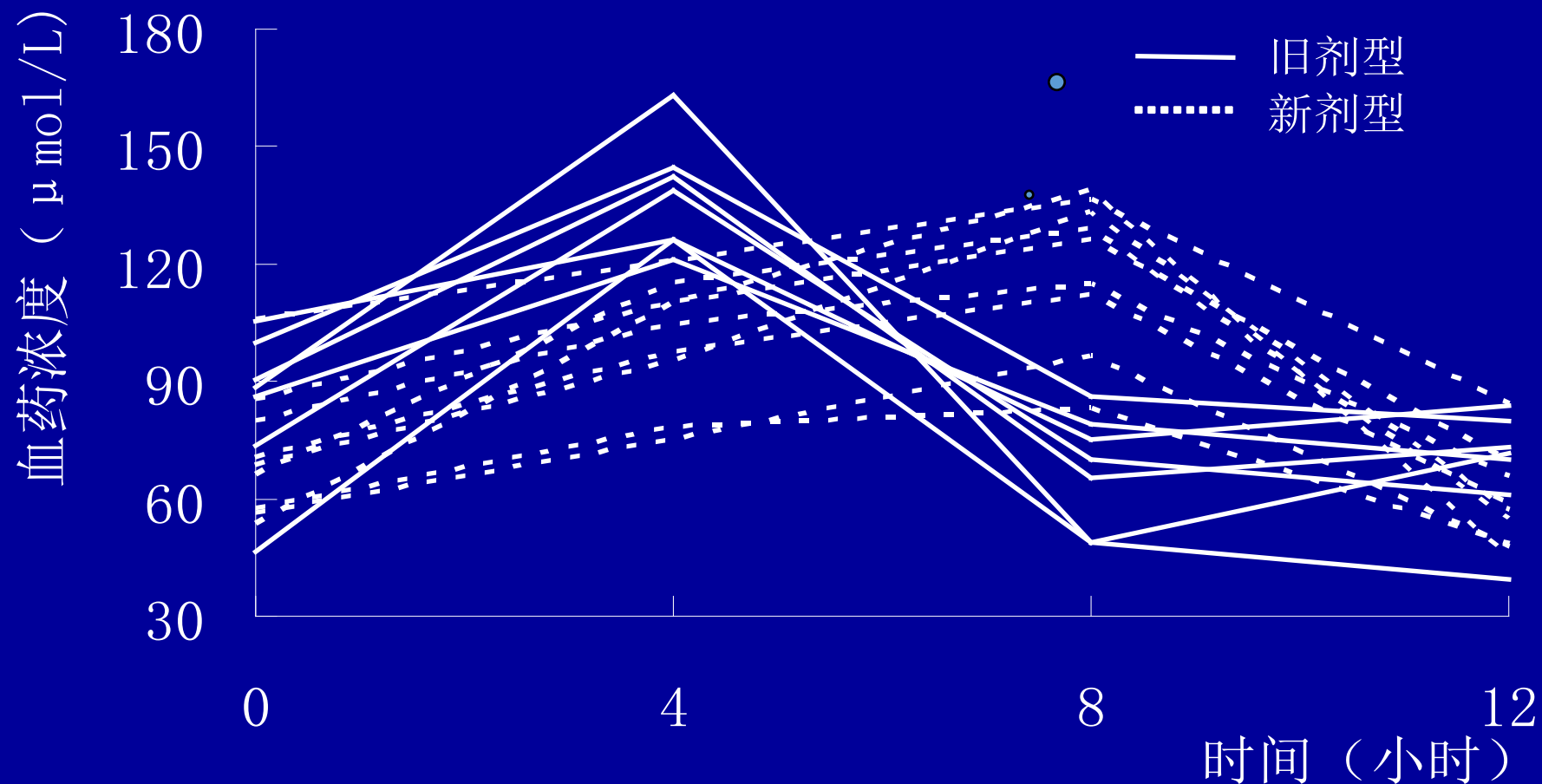


图10. 附2 某药新旧剂型血药浓度随时间的变化

# 重复测量设计

**目的：**推断处理、时间、处理 $\times$ 时间作用于试验对象的**试验指标**的作用。

**资料特征：**

- **处理因素**  $g$  ( $\geq 1$ ) 个水平，每个水平有  $n$  个试验对象，共计  $gn$  个试验对象。
- **时间因素** 同一试验对象在  $m$  ( $\geq 2$ ) 个时点获得  $m$  个测量值，共计  $gnm$  个测量值。
- **方法：** 方差分析



# 重复测量设计的优缺点

- 优点:

- 控制个体变异

- 每一个体作为自身的对照，克服了个体间的变异。分析时可更好地集中于处理效应。

- 减少样本含量

- 因重复测量设计的每一个体作为自身的对照，所以研究所需的个体相对较少，因此更加经济。

- 缺点:

- 滞留效应(Carry-over effect)

- 前面的处理效应有可能滞留到下一次的处理。

- 潜隐效应(Latent effect)

- 前面的处理效应有可能激活原本以前不活跃的效应。

- 学习效应(Learning effect)

- 由于逐步熟悉实验，研究对象的反应能力有可能逐步得到了提高。

# 前后测量设计

最为常见，是重复测量设计的特例，亦称单组前后测量设计，即 $g=1$ ,  $m=2$ , 如表12-1。

表12-1 高血压患者治疗前后的舒张压 (mmHg)

编 号	治疗前	治疗后	差值
1	130	114	16
2	124	110	14
3	136	126	10
4	128	116	12
5	122	102	20
6	118	100	18
7	116	98	18
8	138	122	16
9	126	108	18
10	124	106	18
$\bar{X}$	126.2	110.2	16.0
$S$	7.08	9.31	3.13

# 比较

表3-3 两种方法对乳酸饮料中脂肪含量的测定结果(%)

编 号	哥特里—罗紫法	脂肪酸水解法	差值 $d$
1	0.840	0.580	0.260
2	0.591	0.509	0.082
3	0.674	0.500	0.174
4	0.632	0.316	0.316
5	0.687	0.337	0.350
6	0.978	0.517	0.461
7	0.750	0.454	0.296
8	0.730	0.512	0.218
9	1.200	0.997	0.203
10	0.870	0.506	0.364

## 与配对设计设计的区别

1. 配对设计中同一对子的两个实验单位可以随机分配处理，两个实验单位同期观察试验结果，可以比较处理组间差别。

前后测量设计**不能同期观察试验结果**，虽然可以在前后测量之间安排处理，但本质上比较的是前后差别，推论处理是否有效是有条件的，即**假定测量时间对观察结果没有影响**。

2. 配对  $t$  检验要求同一对子的两个实验单位的观察结果分别与差值相互独立，差值服从正态分布。

前后测量设计前后两次观察结果通常与差值不独立，大多数情况第一次观察结果与差值存在负相关的关系，如表12-1中，治疗前舒张压与差值的相关系数为-0.602。

3. 配对设计用平均差值推论处理的作用，而前后测量设计除了分析平均差值外，还可进行相关回归分析。

如由表 12-1 计算，治疗前后舒张压的相关系数为  $0.963, P < 0.01$ ，用治疗前舒张压( $X$ )推论治疗后舒张压( $Y$ )的回归方程为： $\hat{Y} = -49.534 + 1.266X$ ，截距检验  $P = 0.014$ ，回归系数检验  $P < 0.01$ 。

## 单组前后测量设计与配对设计的区别

区别点	配对设计	单组前后测量设计
两实验单位	可随机分配	N
观测时间	同期	两时间点
试验数据与差值关系	独立	N
分析指标	平均差值	平均差值、相关回归
推断	组间差别	前后差别



# 重复测量设计

## 一、重复测量资料的数据特征

当对同一受试对象在不同时间重复测量次数 $p \geq 3$ 时，称为重复测量设计或重复测量数据。

受试者	测量时间点			
	1	2	...	p
1	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1p}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2p}$
:				
n	$y_{n1}$	$y_{n2}$	...	$y_{np}$

图例

A 药治疗慢性乙型肝炎不同时间谷丙转氨酶(ALT)水平(U/L)

患者编号	治疗时间			
	治疗前	12 周	24 周	36 周
1	160	105	147	135
2	415	371	258	182
3	327	94	36	51
4	174	113	63	50
5	201	26	55	20
6	289	20	17	21
7	85	44	56	62
8	176	165	136	83
9	76	215	34	81
10	75	94	51	59

# 问题？



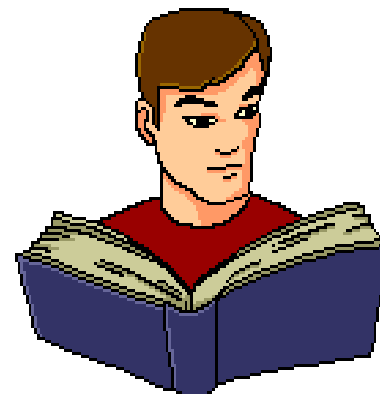
想一想？同一观察单位具有多个观察值，而这些观察值来自同一受试对象的不同时点（部位等），这类数据间往往有相关性存在，违背了方差分析要求数据满足独立性基本条件。

不同治疗时间谷丙转氨酶(ALT)水平(U/L)间的相关系数

治疗时间	治疗时间			
	治疗前	12 周	24 周	36 周
治疗前	1.000 00	0.384 74	0.468 72	0.307 88
12 周	—	1.000 00	0.769 12 *	0.832 50 *
24 周	—	—	1.000 00	0.904 88 *
36 周	—	—	—	1.000 00

\* 表示该相关系数对应的  $P < 0.05$ 。

在这种情况下：



若使用一般的方差分析，就不能充分揭示出内在的特点，有时甚至会得出错误结论。



所以重复测量资料需要采用专门的统计分析方法，该方法是近代统计学研究的热点之一。

**实际中：重复测量资料比独立资料更多见。**

- 临床研究中，需要观察病人在不同时间的某些生理、生化或病理指标的变化趋势，研究不同时间或疗程的治疗效果。
- 流行病学研究中，观察队列人群在不同时间上的发病情况。研究不同职业、性别人群实施某种控制后，不同时间的多次效果考察。
- 卫生学研究中，纵向观察儿童生长发育规律等，不同地区和环境营养状况。

重复测量设计

与随机区组设计的区别？

# 1. 随机区组设计要求每个区组内 实验单位彼此独立

处理因素只能在  
区组内随机分配  
每个实验单位接  
受处理是不同的  
见左表：

表 A、B、C 3种营养素喂养  
小白鼠所增体重（克）

区组号	A营养素	B营养素	C营养素
1	50.10	58.20	64.50
2	47.80	48.50	62.40
3	53.10	53.80	58.60
4	63.50	64.20	72.50
5	71.20	68.40	79.30
6	41.40	45.70	38.40
7	61.90	53.00	51.20
8	42.20	39.80	46.20

## 2. 重复测量设计区组内实验单位彼此不独立，见表12-3

表 12-3 受试者血糖浓度(mmol/L)

受试者 编 号	放置时间(分)			
	0	45	90	135
1	5.32	5.32	4.98	4.65
2	5.32	5.26	4.93	4.70
3	5.94	5.88	5.43	5.04
4	5.49	5.43	5.32	5.04
5	5.71	5.49	5.43	4.93
6	6.27	6.27	5.66	5.26
7	5.88	5.77	5.43	4.93
8	5.32	5.15	5.04	4.48



但同一受试的血样重复测量结果是高度相关的，见表12-6：

表 12-6 表 12-3 各放置时间点血糖浓度的相关系数

放置时间 (分)	放置时间(分)			
	0	45	90	135
0	1	0.978**	0.936**	0.860**
45		1	0.879**	0.876**
90			1	0.896**
135				1

\*\*  $P<0.01$

提示：分析存在一定的复杂性。

## 二、重复测量资料分类

repeated measurement data

- 单变量重复测量方差分析
- 多变量重复测量方差分析

# ● 单变量重复测量方差分析

## 1. 单组重复测量

指同一组内（或接受同一种处理）的多个受试者，在多个时间点上的反应变量所作的测量，又称为单变量重复测量。

受试者	测量时间点			
	1	2	...	p
1	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1p}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2p}$
:				
n	$y_{n1}$	$y_{n2}$	...	$y_{np}$

## 2.多组重复测量（多组并不等于多因素）

指将受试者按处理的不同水平分为几个组，对这些组内的每一受试者，都在不同时间点对他们的反应变量进行测量。

表 3.1 资料结构

分组因素 A 的水平	每组内的受试者号	测量时间点(j)				
(g)	(i)	1	2	...	p	
1	1	$y_{111}$	$y_{112}$	...	$y_{11p}$	
1	2	$y_{121}$	$y_{122}$	...	$y_{12p}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
1	$n_1$	$y_{1n_11}$	$y_{1n_12}$	...	$y_{1n_1p}$	
2	1	$y_{211}$	$y_{212}$	...	$y_{21p}$	
2	2	$y_{221}$	$y_{222}$	...	$y_{22p}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
2	$n_2$	$y_{2n_21}$	$y_{2n_22}$	...	$y_{2n_2p}$	
...	...	...	...	...	...	
m	1	$y_{m11}$	$y_{m12}$	...	$y_{m1p}$	
m	2	$y_{m21}$	$y_{m22}$	...	$y_{m2p}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
m	$n_m$	$y_{mn_m1}$	$y_{mn_m2}$	...	$y_{mn_mp}$	

# 重复测量资料方差分析对协方差阵的要求

- 重复测量资料方差分析的条件：
  1. 正态性 处理因素的各处理水平的样本个体之间是相互独立的随机样本，其总体均数服从正态分布；  
(个体内不独立)
  2. 方差齐性 相互比较的各处理水平的总体方差相等，即具有方差齐同
  3. 各时间点组成的协方差阵(covariance matrix)具有球形性(sphericity)特征。满足“球对称(sphericity)”，受试个体具有等方差和协方差

Box(1954)指出，若球形性质得不到满足，则方差分析的 $F$ 值是有偏的，这会造成过多的拒绝本来是真的无效假设（即增加了I型错误）。

方差指在某一时点上测定值变异的大小，而协方差是指在两个不同时点上测定值相互变异的大小。如果在某个时点上的取值不影响其它时点上的取值。则协方差为0，相反，则不为0。

由协方差构成的矩阵称为协方差阵。

概念:

$$V = \begin{bmatrix} S_{11}^2 & S_{12}^2 & \cdots & S_{1a}^2 \\ S_{21}^2 & S_{22}^2 & \cdots & \mathbf{0} S_{2a}^2 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \mathbf{0} S_{a1}^2 & S_{a2}^2 & \cdots & S_{aa}^2 \end{bmatrix}$$

协方差阵的球对称性是指该对角线元素（方差）相等、非主对角线元素（协方差）为零

若球对称性得不到满足，方差分析的F值是有偏的，会增大 I 类错误的概率

## 2. 用Mauchly法检验协方差阵的球形性质

如果P值大于 $\alpha$ ，说明协方差阵的球对称性质得到满足。否则，必须对与时间有关的F统计量的分子和分母自由度进行调整，减少 I 类错误的概率。调整系数为： $\epsilon$ （读：epsilon）

### 3. 自由度常用调整方法

①Greenhouse-Geisser 法，简称：G-G法

②Huynh-Feldt 法，简称：H-F法

③Lower-bound法，简称：L-B下界法

以上前两种方法较复杂，采用软件计算。



## ● 单变量重复测量方差分析

**1. 单组重复测量数据方差分析**

**2. 两组重复测量数据方差分析**

# 单组重复测量资料的方差分析

重复测量资料的方差分析总思想：

将总变异分解为：

个体间（between subjects）变异

与

个体内（within subject）变异，

其中个体内变异是与重复因素有关的变量。

# 4. 举例：单组重复测量数据的方差分析

观察10名慢性乙型肝炎患者治疗前、治疗12周、24周、36周四个时间点上谷丙转氨酶（ALT）水平的变化趋势，结果见下表(Data: repeatedANOVA.sav)，试进行统计推断

患者编号	治疗时间			
	治疗前	12 周	24 周	36 周
1	160	105	147	135
2	415	371	258	182
3	327	94	36	51
4	174	113	63	50
5	201	26	55	20
6	289	20	17	21
7	85	44	56	62
8	176	165	136	83
9	76	215	34	81
10	75	94	51	59

分析: 数据结构上与完全区组设计相似  
但实质不同

各观测点时间顺序是固定的，不能随机分配；不同观测点数据彼此不独立或不完全独立，存在一定的相关性。

不同治疗时间谷丙转氨酶( ALT) 水平( U/L) 间的相关系数				
治疗时间	治疗时间			
	治疗前	12 周	24 周	36 周
治疗前	1. 000 00	0. 384 74	0. 468 72	0. 307 88
12 周	—	1. 000 00	0. 769 12 *	0. 832 50 *
24 周	—	—	1. 000 00	0. 904 88 *
36 周	—	—	—	1. 000 00

\* 表示该相关系数对应的  $P < 0. 05$ 。

## 例题 1.建立假设，确定检验水准 $\alpha=0.01$

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  (各个治疗时间点 ALT 的总体均数相同)

$H_1: \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$  不全相等 (至少有两个治疗时间点 ALT 的总体均数不同)

## 2.进行球对称性检验

球对称性通常采用  
**Mauchly's test**检验标准来判断

### 3.调整时间点F值的自由度

#### 调整原则:

- (1)当资料满足“球对称”(Sphericity)条件时 ( $P > \alpha$ ) , 不作调整。
- (2)当资料不满足“球对称”条件时 ( $P < \alpha$ ) , 时间点间F值的自由度需要调整。

#### 常用的调整方法

# SPSS结果

Within-Subjects Factors		Multivariate Tests <sup>a</sup>				
Measure: MEASURE_1						
治疗时间	Dependent Variable	Effect	Value	F	Hypothesis df	Sig.
1	治疗前	Pillai's Trace	.676	4.876 <sup>b</sup>	3.000	.039
2	周12	Wilks' Lambda	.324	4.876 <sup>b</sup>	3.000	.039
3	周24	Hotelling's Trace	2.090	4.876 <sup>b</sup>	3.000	.039
4	周36	Roy's Largest Root	2.090	4.876 <sup>b</sup>	3.000	.039

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: 治疗时间

b. Exact statistic

上表是四种多元检验方法的结果：Pillai 轨迹、Wilks' Lamda, Hotelling轨迹、 Roy 最大根统计量。一般结果都是相同的，如果不同应以Pillai 轨迹的对果为准。可见不同治疗时间的谷丙转氨酶（ALT）水平之间存在统计学学差异。不过这个结果算不算数还要看球形检验结果才能知道。

# 球对称性通常采用Mauchly's test检验来判断

Mauchly's Test of Sphericity <sup>a</sup>							
Measure: MEASURE_1							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
治疗时间	.208	12.131	5	.034	.595	.733	.333
Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.							
a. Design: Intercept Within Subjects Design: 治疗时间							
b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.							

其结果按 $\alpha=0.1$ 水准检验，不满足球对称性，对系数 $\epsilon$ 进行校正，其结果如下。

结果显示：治疗前与治疗后不同时间转氨酶平均水平不同。

Tests of Within-Subjects Effects						
Measure: MEASURE_1						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
治疗时间	Sphericity Assumed	95151.700	3	31717.233	7.174	.001
	Greenhouse-Geisser	95151.700	1.786	53290.438	7.174	.007
	Huynh-Feldt	95151.700	2.198	43295.860	7.174	.004
	Lower-bound	95151.700	1.000	95151.700	7.174	.025
Error(治疗时间)	Sphericity Assumed	119366.300	27	4420.974		
	Greenhouse-Geisser	119366.300	16.070	7428.001		
	Huynh-Feldt	119366.300	19.779	6034.886		
	Lower-bound	119366.300	9.000	13262.922		



Tests of Within-Subjects Contrasts 表是采用一元方差分析的方法对组内因素进行了检验。此处的结果应当和前面的多元检验结果结合起来看，互为补充。注意第一种为球形假设成立时的结果。如果假设不成立，则应以当以前面多元检验的结果为准，并采用下面三种校正方法结果加以参考，一般推荐采用Greenhous-Geisser的校正结果。

# SPSS结果

## Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE\_1

治疗时间	Dependent Variable
1	治疗前
2	周12
3	周24
4	周36

## Multivariate Tests<sup>a</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
治疗时间	Pillai's Trace	.676	4.876 <sup>b</sup>	3.000	7.000	.039
	Wilks' Lambda	.324	4.876 <sup>b</sup>	3.000	7.000	.039
	Hotelling's Trace	2.090	4.876 <sup>b</sup>	3.000	7.000	.039
	Roy's Largest Root	2.090	4.876 <sup>b</sup>	3.000	7.000	.039

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: 治疗时间

b. Exact statistic

## Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
治疗时间	.208	12.131	5	.034	.595	.733	.333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept  
Within Subjects Design: 治疗时间

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

## Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE\_1

Source	治疗时间	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
治疗时间	Linear	88032.080	1	88032.080	16.106	.003
	Quadratic	6812.100	1	6812.100	1.491	.253
	Cubic	307.520	1	307.520	.095	.765
Error(治疗时间)	Linear	49193.320	9	5465.924		
	Quadratic	41129.900	9	4569.989		
	Cubic	29043.080	9	3227.009		

分析：单组重复测量数据分析的缺陷只能分析观察对象的观测值在不同时间点的差别。

专业认为：不同时间点上的观测值变化可能是“处理”的作用，也可能是患者病情的自然变化，与“处理”无关，如果要分析“处理”效应，必须设立一个平行对照组，通过组间差别的大小说明“处理”组效应的大小。两独立样本重复测量设计是将N个受试对象随机地等分两组，一组作为实验组，另一组作为对照组。

## 5.举例： 两组重复测量数据方差分析

为研究国产某药品与同类型进口药品对慢性乙型肝炎患者谷丙转氨酶（ALT）水平的影响，将20名慢性乙型肝炎患者随机分为两组，一组服用国产药作为实验组，一组服用进口药作为对照组。对每一患者在治疗前、治疗后12周、24周、36周重复4次测量ALT水平，实验结果见下表(Data: repeatedANOVA2.sav) 。问两种药物对慢性乙型肝炎患者的ALT水平影响是否不同？

表

表 11-14 两种药品治疗慢性乙型肝炎不同时间的谷丙转氨酶(ALT)水平(U/L)

分组	观察对象	观察时间			
		治疗前	12 周	24 周	36 周
试验组 国产药	1	160	105	147	135
	2	415	371	258	182
	3	327	94	36	51
	4	174	113	63	50
	5	201	26	55	20
	6	289	20	17	21
	7	85	44	56	62
	8	176	165	136	83
	9	76	215	34	81
	10	75	94	51	59
对照组 进口药	1	258	67	27	25
	2	271	495	29	27
	3	100	94	45	73
	4	164	44	116	82
	5	130	63	120	125
	6	109	133	142	45
	7	75	134	67	56
	8	85	118	31	20
	9	335	74	49	27
	10	176	84	128	97

# SPSS中的重复测量数据方差分析过程

Analyze → General linear Model → Repeated Measures

Figure 1: SPSS Statistics Data Editor window showing the dataset 'repeatedANOVA2.sav' and the 'Analyze' menu path for Repeated Measures.

The dataset contains the following variables:

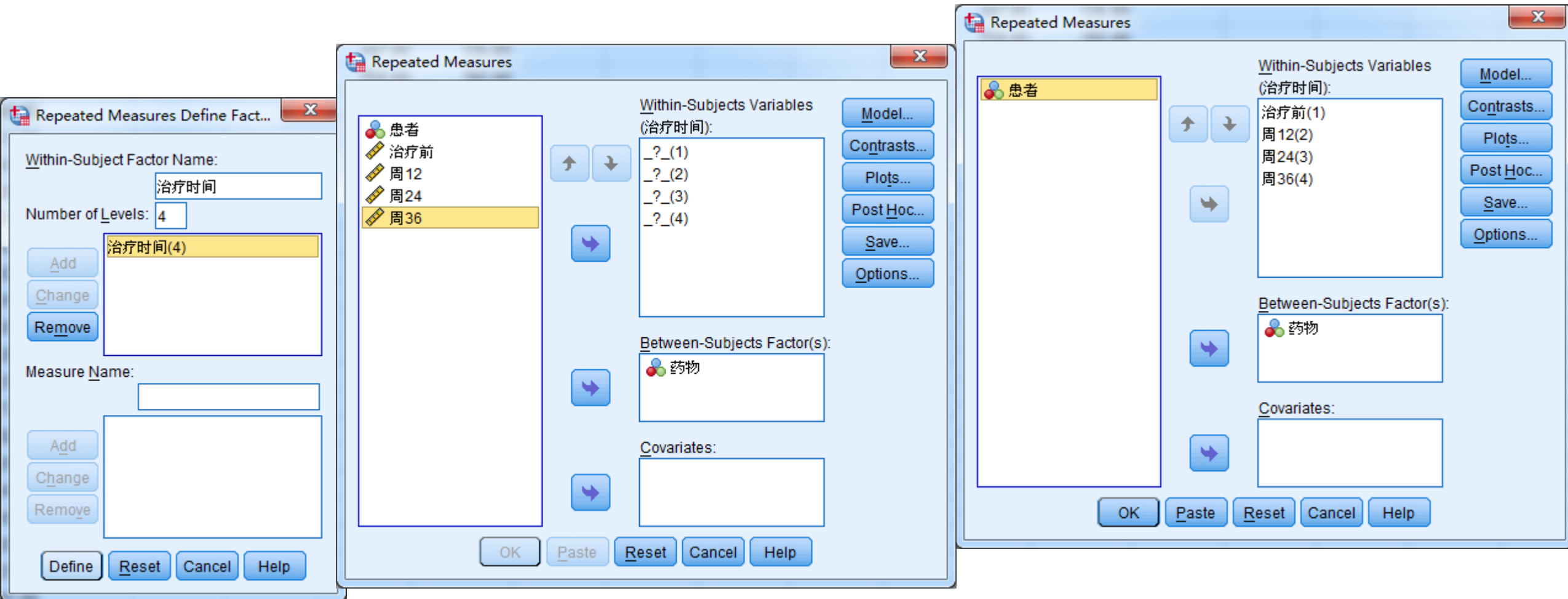
变量名	类型	测量
药物	名义	1, 2
患者	名义	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
治疗前	数值	160.00, 415.00, 327.00, 174.00, 201.00, 289.00, 85.00, 176.00, 76.00, 215.00, 75.00, 258.00, 271.00, 100.00, 164.00, 130.00, 109.00, 75.00, 85.00, 335.00, 176.00
周12	数值	105.00, 371.00, 94.00, 113.00, 26.00, 20.00, 44.00, 265.00, 215.00, 94.00, 75.00, 67.00, 495.00, 94.00, 44.00, 63.00, 133.00, 134.00, 118.00, 74.00, 84.00
周24	数值	147.00, 258.00, 36.00, 63.00, 55.00, 17.00, 56.00, 136.00, 34.00, 51.00, 59.00, 27.00, 29.00, 45.00, 116.00, 120.00, 142.00, 67.00, 31.00, 49.00, 128.00
周36	数值	135.00, 182.00, 51.00, 50.00, 20.00, 21.00, 62.00, 83.00, 81.00, 59.00, 25.00, 73.00, 27.00, 73.00, 82.00, 125.00, 45.00, 56.00, 20.00, 27.00, 97.00

The 'Analyze' menu path is: Analyze → General linear Model → Repeated Measures.

The 'Repeated Measures' dialog box is open, showing the following variables in the 'Dependent Variable(s)' list:

变量名	测量
周24	17.00, 21.00
周36	56.00, 62.00
var	136.00, 83.00
var	34.00, 81.00
var	51.00, 59.00
var	27.00, 25.00
var	29.00, 27.00
var	45.00, 73.00
var	116.00, 82.00
var	120.00, 125.00
var	142.00, 45.00
var	67.00, 56.00
var	31.00, 20.00
var	49.00, 27.00
var	128.00, 97.00

Repeated Measures Define Factor: Within-Subject Factor Name:治疗时间(factor1), number of Levels: 4; 点Add, 再按Define;  
依次选入治疗前、周12、周24、周36; 将“药物”选入  
Between-Subjects Factors



# SPSS结果

## Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE\_1

治疗时间	Dependent Variable
1	治疗前
2	周12
3	周24
4	周36

## Between-Subjects Factors

	Value Label	N
药物 1	国产药	10
2	进口药	10

## Descriptive Statistics

药物	Mean	Std. Deviation	N
治疗前 国产药	197.8000	114.16635	10
进口药	170.3000	89.26372	10
Total	184.0500	100.73387	20
周12 国产药	134.7000	114.07994	10
进口药	130.6000	131.56849	10
Total	132.6500	119.86935	20
周24 国产药	85.3000	74.07211	10
进口药	75.4000	45.94489	10
Total	80.3500	60.20515	20
周36 国产药	74.4000	50.23545	10
进口药	57.7000	35.64968	10
Total	66.0500	43.25259	20

## Box's Test of Equality of Covariance Matrices<sup>a</sup>

Box's M	14.337
F	1.082
df1	10
df2	1549.004
Sig.	.373

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design:  
Intercept +  
药物  
Within  
Subjects  
Design: 治  
疗时间



# SPSS结果：多元检验

四种多元检验方法的结果：Pillai 轨迹、Wilks' Lamda, Hotelling轨迹、Roy最大根统计量。一般结果都是相同的，如果不同应以Pillai 轨迹的对果为准。可见在0.05水平上，不同治疗时间的谷丙转氨酶（ALT）水平之间存在统计学差异。不过这个结果算不算数还要看球形检验结果才能知道。而且在0.05水平上，治疗时间\*药物的交互作用没有统计学意义

Multivariate Tests<sup>a</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>c</sup>
治疗时间	Pillai's Trace	.587	7.592 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.002	.587	22.776	.956
	Wilks' Lambda	.413	7.592 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.002	.587	22.776	.956
	Hotelling's Trace	1.424	7.592 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.002	.587	22.776	.956
	Roy's Largest Root	1.424	7.592 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.002	.587	22.776	.956
治疗时间 * 药物	Pillai's Trace	.020	.109 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.954	.020	.327	.066
	Wilks' Lambda	.980	.109 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.954	.020	.327	.066
	Hotelling's Trace	.020	.109 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.954	.020	.327	.066
	Roy's Largest Root	.020	.109 <sup>b</sup>	3.000	16.000	.954	.020	.327	.066

a. Design: Intercept + 药物  
Within Subjects Design: 治疗时间

b. Exact statistic

c. Computed using alpha = .05

# 球对称性通常采用Mauchly's test检验来判断

Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
治疗时间	.206	26.416	5	.000	.702	.841	.333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

- a. Design: Intercept + 药物  
Within Subjects Design: 治疗时间
- b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

调整时间点F值的自由度，调整原则：

- (1)当资料满足“球对称”(Sphericity)条件时（ $p>\alpha$ ），不作调整。
  - (2)当资料不满足“球对称”条件时（ $p<\alpha$ ），时间点间F值的自由度需要调整。
- 其结果按 $\alpha=0.1$ 水准检验，不满足球对称性，对系数 $\epsilon$ 进行校正。

事实上SPSS已经给出了调整后的结果

# 组内效应检验结果

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
治疗时间	Sphericity Assumed	173474.950	3	57824.983	9.669	.000	.349	29.008	.996
	Greenhouse-Geisser	173474.950	2.105	82430.149	9.669	.000	.349	20.349	.978
	Huynh-Feldt	173474.950	2.522	68781.688	9.669	.000	.349	24.387	.990
	Lower-bound	173474.950	1.000	173474.950	9.669	.006	.349	9.669	.836
治疗时间 * 药物	Sphericity Assumed	1515.750	3	505.250	.084	.968	.005	.253	.064
	Greenhouse-Geisser	1515.750	2.105	720.239	.084	.927	.005	.178	.062
	Huynh-Feldt	1515.750	2.522	600.985	.084	.951	.005	.213	.063
	Lower-bound	1515.750	1.000	1515.750	.084	.775	.005	.084	.059
Error(治疗时间)	Sphericity Assumed	322930.300	54	5980.191					
	Greenhouse-Geisser	322930.300	37.881	8524.828					
	Huynh-Feldt	322930.300	45.398	7113.320					
	Lower-bound	322930.300	18.000	17940.572					

a. Computed using alpha = .05

结果显示：治疗前与治疗后不同时间转氨酶平均水平不同。

# 组内对比检验结果： Tests of Within-Subjects Contrasts

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE\_1

Source	治疗时间	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
治疗时间	Linear	165079.690	1	165079.690	23.435	.000	.566	23.435	.995
	Quadratic	6882.050	1	6882.050	1.447	.245	.074	1.447	.207
	Cubic	1513.210	1	1513.210	.246	.626	.014	.246	.076
治疗时间 * 药物	Linear	176.890	1	176.890	.025	.876	.001	.025	.053
	Quadratic	1140.050	1	1140.050	.240	.630	.013	.240	.075
	Cubic	198.810	1	198.810	.032	.859	.002	.032	.053
Error(治疗时间)	Linear	126794.020	18	7044.112					
	Quadratic	85632.900	18	4757.383					
	Cubic	110503.380	18	6139.077					

a. Computed using alpha = .05

表输出的是非常重要的一部分信息：各次重复测量间变化趋势分析，这里要求检验没有统计学意义，否则说明变化趋势不服从该曲线。

# 检验因变量组间的误差方差相等

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
治疗前	.405	1	18	.533
周12	.153	1	18	.700
周24	1.224	1	18	.283
周36	.410	1	18	.530

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + 药物  
Within Subjects Design: 治疗时间

# 组间效应检验结果

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Intercept	1072308.050	1	1072308.050	79.911	.000	.816	79.911	1.000
药物	4234.050	1	4234.050	.316	.581	.017	.316	.083
Error	241536.900	18	13418.717					

a. Computed using alpha = .05

**结果显示：** 国产药与同类型进口药对慢性乙型肝炎患者谷丙转氨酶（ALT）水平的影响在**0.001**的水平上没有显著差异。

**同一患者重复测量值就是组间差异**  
**患者之间的个体差异就是组内误差**

## 总结结论为：

- 国产药与同类型进口药对慢性乙型肝炎患者谷丙转氨酶（ALT）水平的影响没有显著差异。
- 治疗前和不同治疗时间的谷丙转氨酶（ALT）水平之间存在统计学学差异。
- 治疗时间\*药物的交互作用没有统计学意义

# 利用SPSS完成

**[作业]** 将手术要求基本相同的 15 名患者随机分 3 组，在手术过程中分别采用 A，B，C 三种麻醉诱导方法，在  $T_0$ （诱导前）、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ ， $T_4$  五个时相测量患者的收缩压，数据记录见表 12-16。试进行方差分析。



表12-16 不同麻醉诱导时相患者的收缩压 (mmHg)

诱导 方法	患者 序号	麻 醉 诱 导 时 相				
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
A	1	120	108	112	120	117
A	2	118	109	115	126	123
A	3	119	112	119	124	118
A	4	121	112	119	126	120
A	5	127	121	127	133	126
B	6	121	120	118	131	137
B	7	122	121	119	129	133
B	8	128	129	126	135	142
B	9	117	115	111	123	131
B	10	118	114	116	123	133
C	11	131	119	118	135	129
C	12	129	128	121	148	132
C	13	123	123	120	143	136
C	14	123	121	116	145	126
C	15	125	124	118	142	130