

临床常用计量资料统计分析方法 及SPSS实现

张 嵬

weizhang@shmu.edu.cn

提 纲



基础知识



计量资料统计描述



计量资料统计
推断



总 结

基础知识

如何学统计？

- 基础知识（资料的特点，统计学设计的特点，统计学的基本知识等）
- 不同统计分析方法的适用条件
- 至少掌握一种统计分析软件
- 工具：无他，唯手熟尔

知识+软件+实际操作
实际问题是最好的老师

文章中的统计学方法撰写

Quantitative variables were described using means and standard deviations. Qualitative variables were described by absolute and relative frequencies. In the bivariate analysis, regarding the success/failure variables, Student's *t*-test or nonparametric analyses were performed depending on normality in the quantitative variables, and the chi-square test was used for the qualitative variables. Binary logistic regression analysis of success/failure was performed to eliminate possible confounding variables. The level of significance was set at $p < 0.05$. The statistical package used was SPSS version 25.0.

计量变量通过均数±标准差描述，计数资料通过绝对数值和相应频率百分比描述。两样本资料的统计分析，计量变量基于正态性判断选用t检验或者非参数检验，计数资料的统计分析方法为卡方检验。两因素逻辑回归模型被用于控制混杂因素对于结果的影响。统计显著水平为 $p < 0.05$ 。统计软件包为SPSS 25.0。

- 统计描述
- 统计学方法（单因素到多因素）
- Alpha
- 统计学软件

基础知识----变量和资料

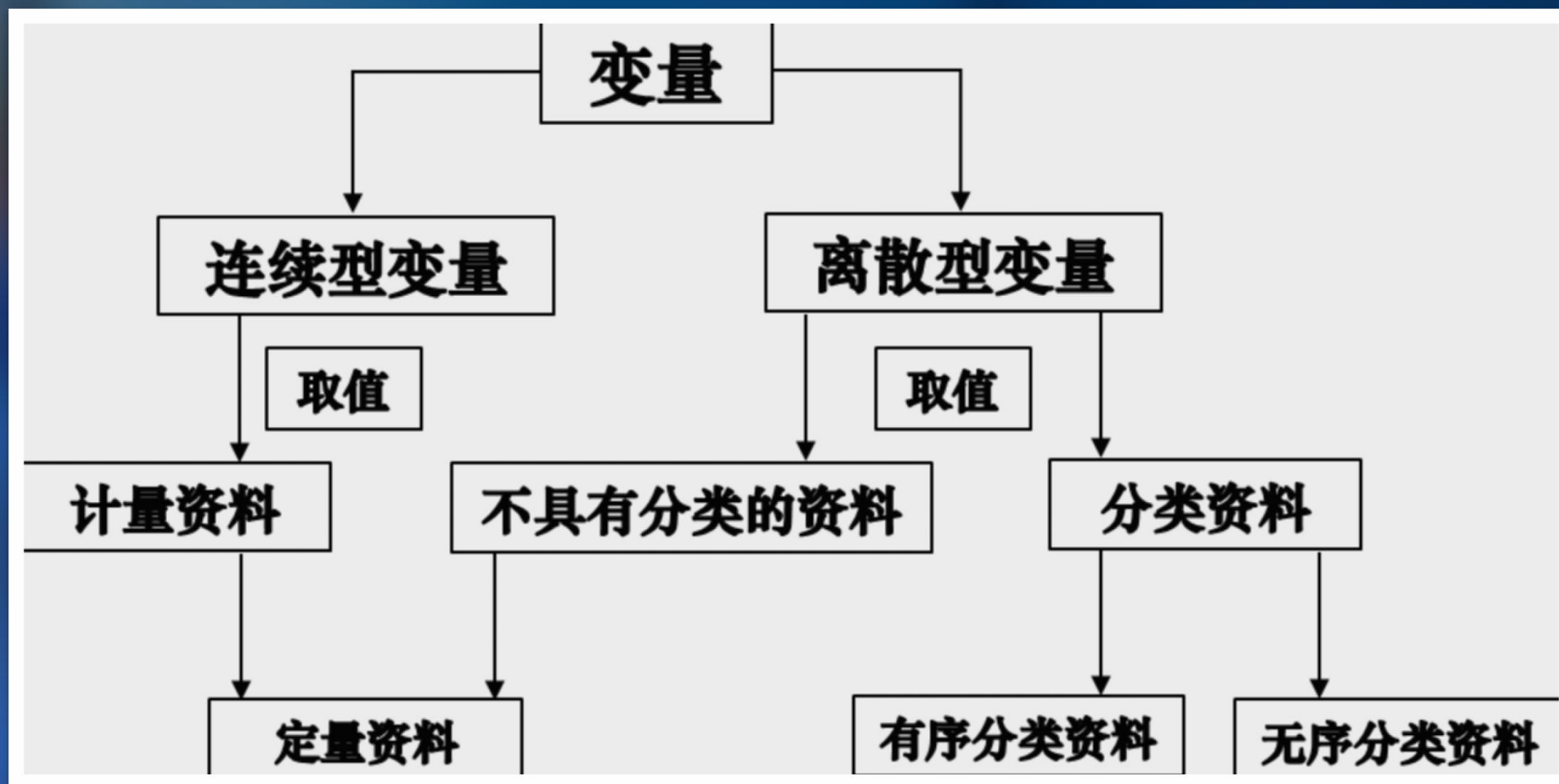
- 变量类型

- **连续型变量**---可能取值范围是一个区间，连续取值。
即：在某一区间内的任意一个值都是可能被取到的。
- **离散型变量**---取值范围是有限个值或一个数列构成

基础知识----变量和资料

- 离散型变量中取值表示分类情况的离散型变量又称为分类变量：
 - 无序变量：两分类和无序多分类，如血型。也可用数字进行编码，但没有大小关系。
 - 有序多分类变量/等级变量：在研究背景下有等级顺序，如疗效（无效、有效、显效）
- 变量的转化
 - 连续型---有序---分类（信息损失）如：年龄进行分组，疗效归为有效或无效等。

基础知识----变量和资料



基础知识----变量和资料

例：调查某地某年1岁儿童的生长发育情况

人群：某地某年1岁的儿童

变量：性别、身高、体重、出牙、营养状况

变量类型：??

基础知识----软件概述



- SPSS是世界上最早的统计分析软件，由美国斯坦福大学的三位研究生Norman H. Nie、C. Hadlai (Tex) Hull 和 Dale H. Bent于1968年研究开发成功，同时成立了SPSS公司，并于1975年成立法人组织、在芝加哥组建了SPSS总部。
- 2009年7月28日，IBM公司宣布将用12亿美元现金收购统计分析软件提供商SPSS公司。如今SPSS已出至版本22.0，而且更名为IBM SPSS。迄今，SPSS公司已有40余年的成长历史。

基础知识----SPSS特点

01

操作简便

界面非常友好，大多数操作可通过鼠标拖曳、点击“菜单”、“按钮”和“对话框”来完成

02

编程方便

SPSS的命令语句、子命令及选择项的选择绝大部分由“对话框”的操作完成。因此，用户无需花大量时间记忆大量的命令、过程、选择项。

03

功能强大

具有完整的数据输入、编辑、统计分析、报表、图形制作等功能。

04

数据接口

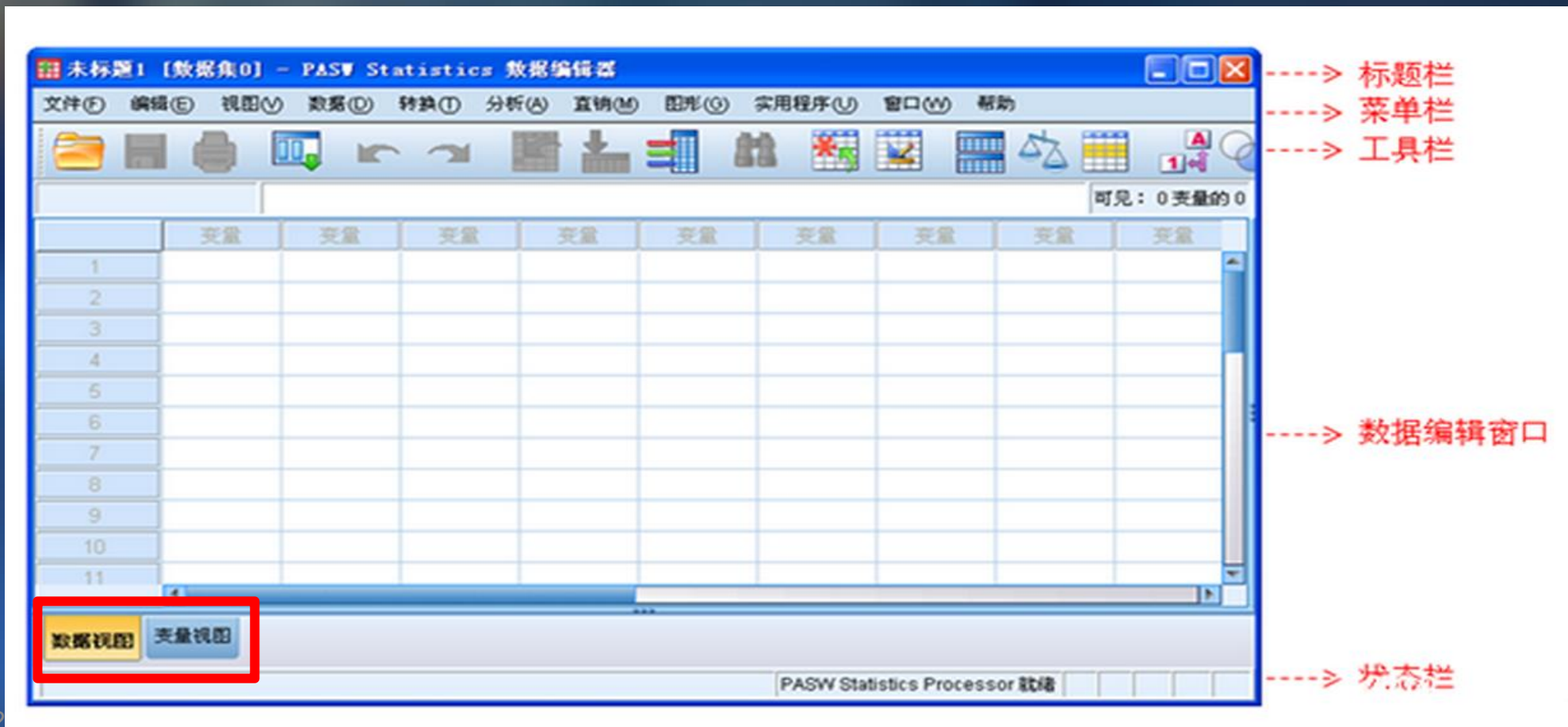
能够读取及输出多种格式的文件。比如*.dbf文件，ASC II数据文件，*.xls文件等。

05

针对性强

SPSS针对初学者、熟练者及精通者都比较适用。只需要掌握简单的操作分析，大多青睐于SPSS。

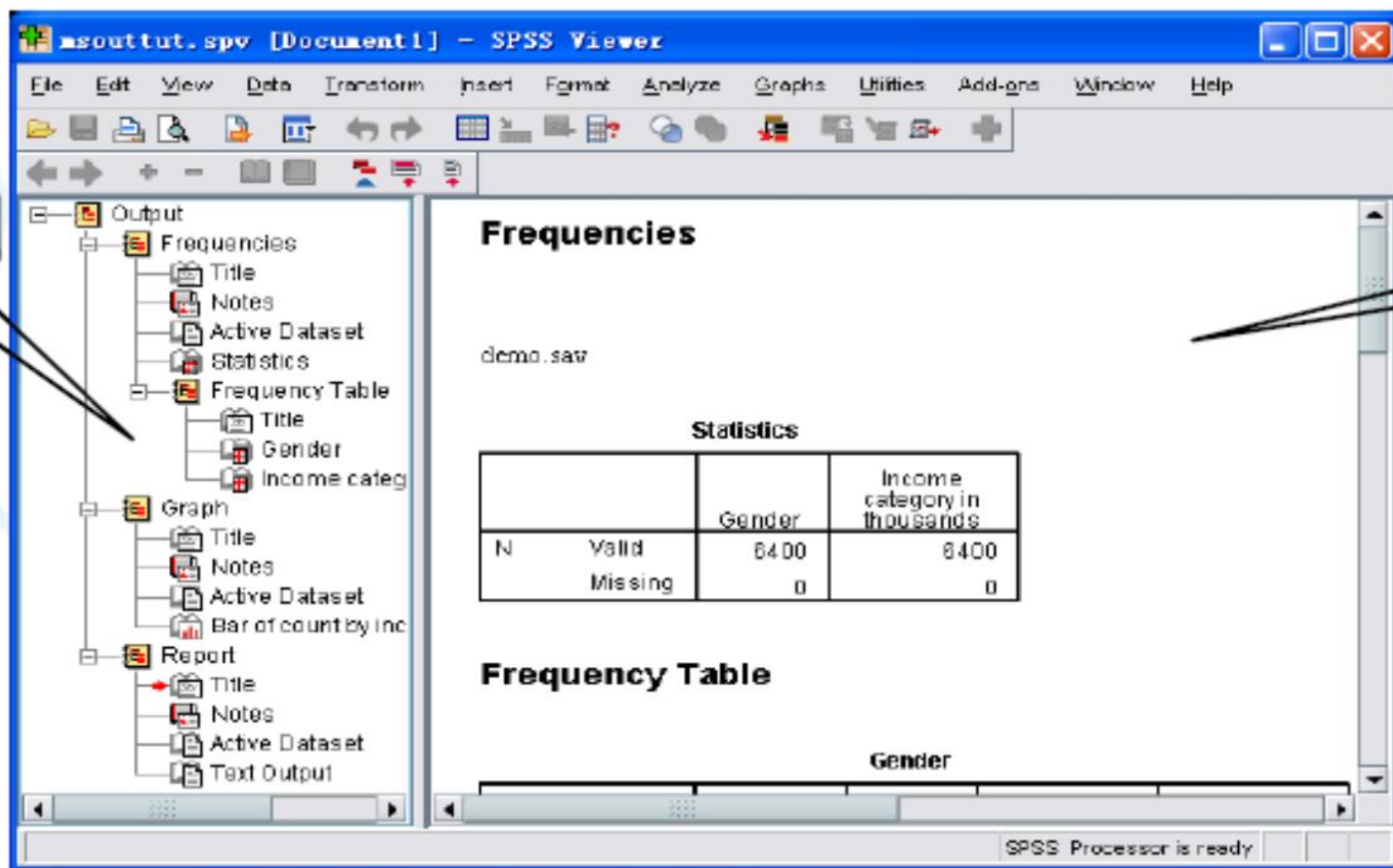
- SPSS主界面主要包括两个：数据编辑窗口和结果输出窗口。
- 启动SPSS后，出现如图所示的空白数据编辑窗口，是一个类似于MS EXCEL界面的空文件。



- 变量视图窗口是SPSS数据变量格式设置窗口，包含了名称、类型、宽度、小数、标签、值、缺失、列、度量标准、角色等11项，其中常用的是名称、类型、宽度、标签、值、度量标准等几项。



- SPSS结果输出窗口名为Viewer，它可以显示和管理SPSS统计分析结果、报表及图形。该窗口中的内容能够以结果文件*.spv的形式保存。



基础知识----SPSS文件类型

- *.sav: 数据文件
- *.spv: 结果文件 (SPSS 16.0之后)
- *.sps: 程序文件
- *.wwd/*.sbs: 脚本文件 (BASIC)
- *.spo: 结果文件 (SPSS 16.0之前)

基础知识----SPSS数据生成

- 方法一：在数据编辑窗口录入，需同时录入数据，并且定义变量的属性。
 - 方法二：外部文件导入SPSS，但也需要定义变量的属性。
- ✓ 定义变量属性需要定义变量名，变量类型，变量长度（小数位数），变量标签和变量的格式等。

基础知识----数据录入的格式

01

第一

“一个观测占一行，一个变量占一列”

不同观测对象的数据不能在同一记录中出现，即同一观测数据应当独占一行。

02

第二

每一个测量指标或影响因素只能占据一列的位置，即同一指标的观测值都应当录入到同一个变量中去。

SPSS变量名

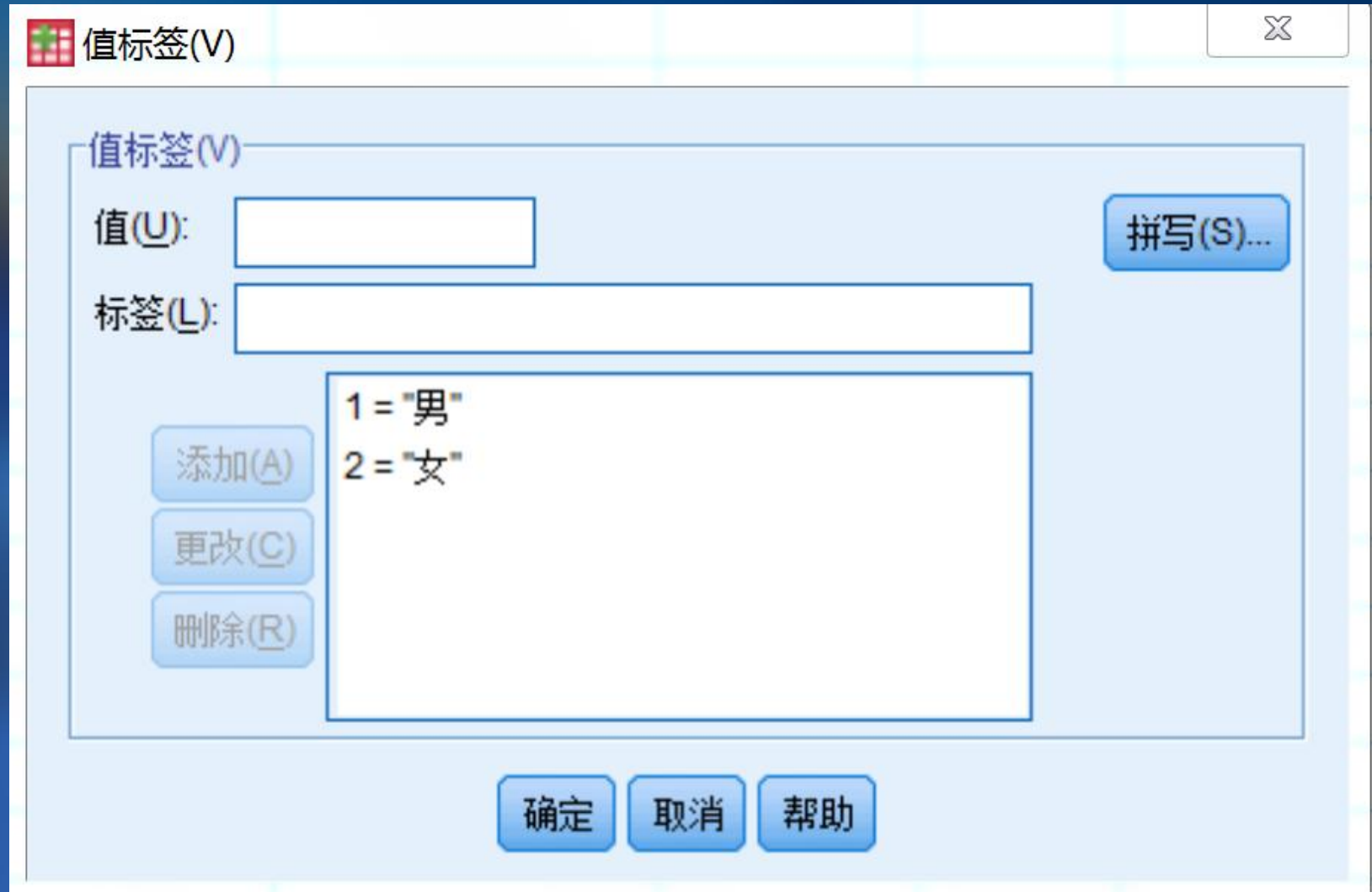
- 默认为var00001, var00002等，考虑后期的统计以及和其他统计软件的兼容性，建议如下：

- 建议：变量名以字母或_开头，后面跟任何字母、数字或_；
- 变量名总长度（? 建议10个字符以内）；
- 变量命名必须惟一；
- 在SPSS中不区分大小写。例如，XYZ、xyz或XyZ对SPSS而言，均为同一变量名称。
- SPSS的保留字（Reserved Keywords）不能作为变量的名称，如ALL、AND、WITH、OR等。

SPSS变量类型

- 标准数值型 (NUMERIC) : 12, 0.25...
- 逗号数值型 (COMMA) : 即整数部分每3位数加一逗号, 如: 100,000;
- 加点数值型 (DOT)
- 科学计数型 (SCIENTIFIC NOTATION)
- 货币数值型 (DOLLAR)
- 自定义型 (CUSTOM CURRENCY)
- 字符型 (STRING) : 张三, ENGLISH...
- 日期型 (DATE) : 出生日期...

SPSS变量值标签



SPSS变量度量标准

- 度量：连续性变量
- 序号：有序或者等级变量
- 名义：无序变量



SPSS数据导入---读取EXCEL文件



计量资料统计描述

计量资料统计指标

- 集中趋势:

- 算数均数(mean)

- 几何均数

$$G = \sqrt[n]{X_1 X_2 \cdots X_n}$$

- 中位数(median)

- 离散趋势:

- 极差(range)

- 四分位间距(P75-P25)或者四分位数范围(P25~P75)

- 方差(variance)和标准差

$$s^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

- 变异系数(CV): 标准差/均数*100%

对甲、乙两名高血压患者连续观察5天，测得的收缩压(mmHg)结果如下：

患者	第1天	第2天	第3天	第4天	第5天	均数 \bar{x}
甲患者	162	145	178	142	186	162.6
乙患者	164	160	163	159	166	162.4

- 平均趋势和离散趋势都需要描述。

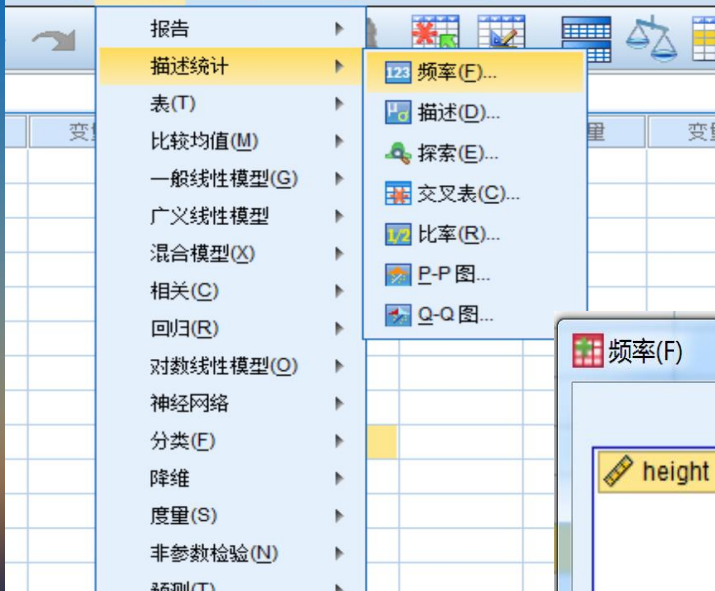
某市1995年110名7岁男童身高资料

121.4	119.2	124.7	125	115	112.8	120.2	<u>110.2</u>	120.9	120.1
125.5	120.3	122.3	118.2	116.7	121.7	116.8	121.6	120.2	122
121.7	118.8	121.8	124.5	121.7	122.7	116.3	124	119	124.5
121.8	124.9	130	123.5	128.1	119.7	126.1	131.3	123.8	116.7
122.2	122.8	128.6	122	132.5	122	123.5	116.3	126.1	119.2
126.4	118.4	121	119.1	116.9	131.1	120.4	115.2	118	122.4
120.3	116.9	126.4	114.2	127.2	118.3	127.8	123	117.4	123.2
119.9	122.1	120.4	124.8	122.1	114.4	120.5	120	122.8	116.8
125.8	120.1	124.8	122.7	119.4	128.2	124.1	127.2	120	122.7
118.3	127.1	122.5	116.3	125.1	124.4	112.3	121.3	127	113.5
118.8	127.6	125.2	121.5	122.5	129.1	122.6	<u>134.5</u>	118.3	132.8

数据集

	height
1	121.4
2	125.5
3	121.7
4	121.8
5	122.2
6	126.4
7	120.3
8	119.9
9	125.8
10	118.3
11	118.8
12	119.2
13	120.3
14	118.8
15	124.9
16	122.8
17	118.4
18	116.9
19	122.1
20	120.1
21	127.1
22	127.6
23	124.7
24	122.2

名称	类型	宽度	小数	标签	值	缺失	列	对齐	度量标准
height	数值(N)	6	1		无	无	8	右	度量(S)





- 输出
 - 日志
 - 频率
 - 标题
 - 附注
 - 活动的数据集
 - 统计量
 - height

[数据集U]

统计量

height

	有效	
	有效	缺失
N	110	0
均值	121.945	
中值	121.900	
方差	20.495	
全距	24.3	
极小值	110.2	
极大值	134.5	
百分位数	25	119.075
	50	121.900
	75	124.800

数据分析中的一般统计描述策略

□ 如果资料近似呈对称分布，则 $\bar{x} \pm s$

□ 如果资料取对数后才呈对称分布，则

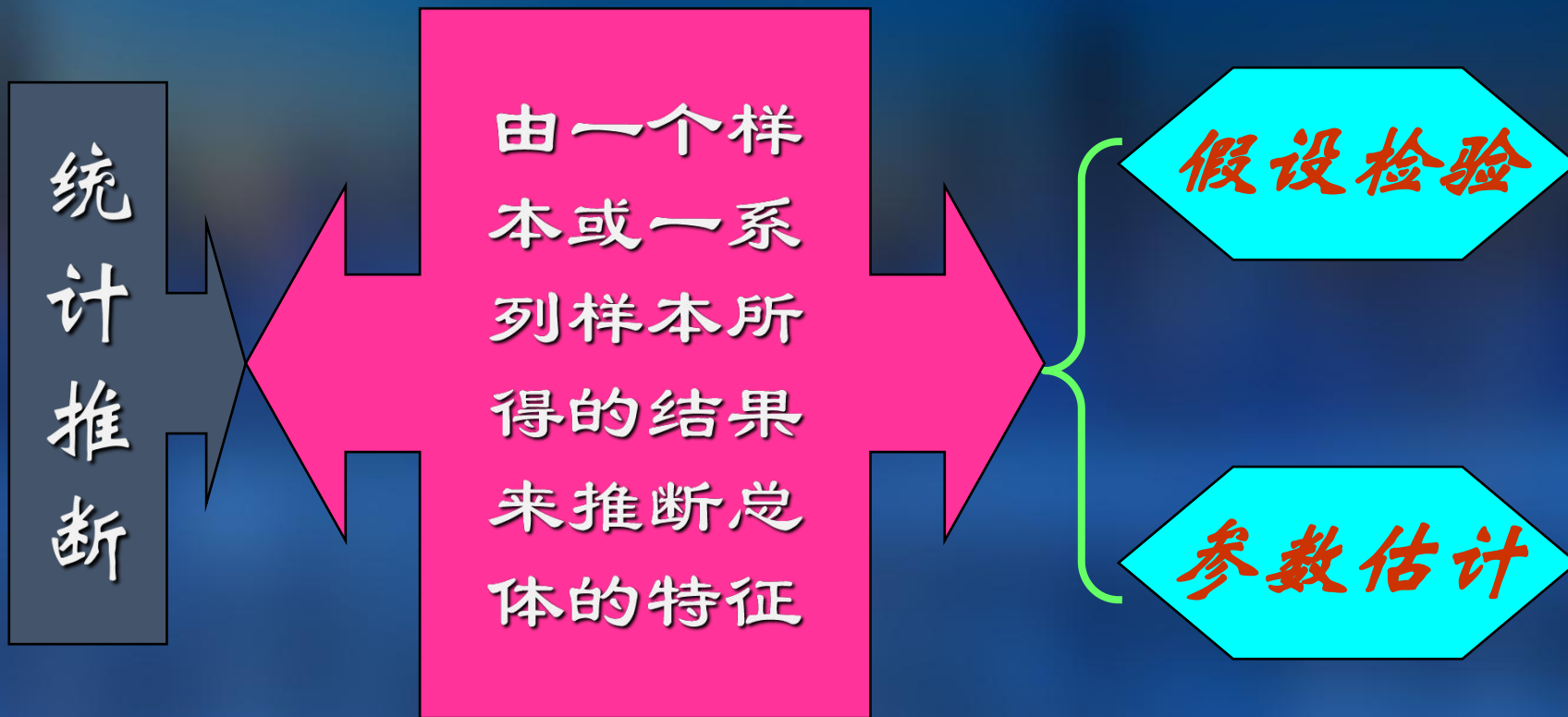
$$\bar{y}(G) \pm s_y \quad \text{其中 } y = \ln(x)$$

□ 如果资料呈偏态分布 $Median(P_{25} \sim P_{75})$

□ 在确认性研究中，往往统计描述采用均数，中位数，标准差， P_{25} ， P_{75} ，最小值，最大值。

□

计量资料统计推断



假设检验一般思想

- 小概率思想是指小概率事件 ($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$) 在一次试验中基本上不会发生。
- 假设检验的反证法思想：先根据检验假设 H_0 ，建立适当的统计量，确定假设 H_0 成立情况下服从某个概率分布，定一个范围。 H_0 成立时，统计量进入这个范围，是一个小概率事件 ($P \leq 0.05$ 或更小)， H_0 不成立时，统计量进入这个范围的概率较大。
- 如果实际的抽样样本统计量进入这个范围，对 H_0 成立情况下是一个小概率事件，一般不会发生，由此推断假设 H_0 不成立。这就是小概率反证法思想。

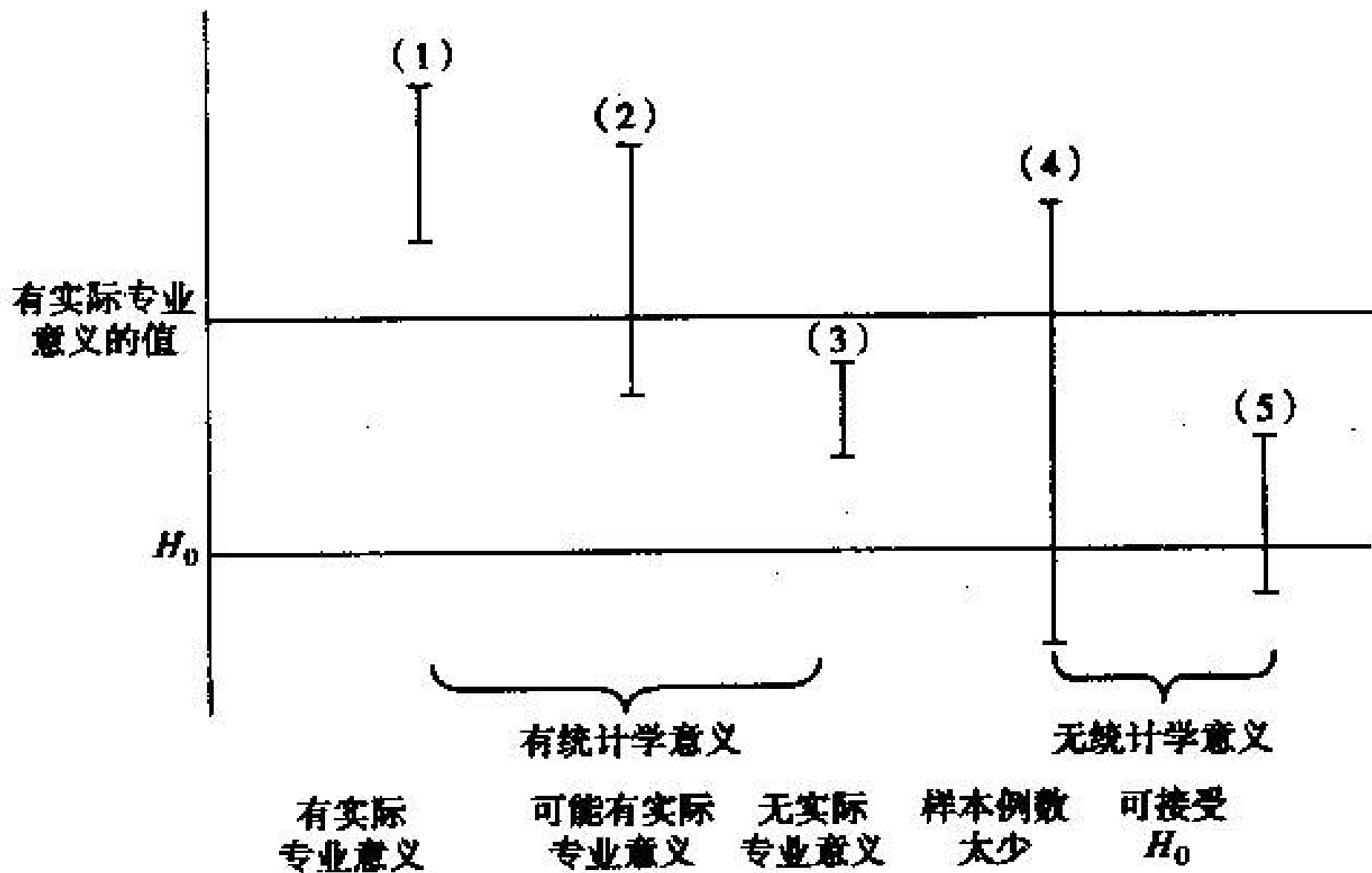
置信区间 (CI)

- 又被叫做可信区间。
- 按一定的概率或可信度($1-\alpha$)用一个区间来估计总体参数所在的范围,该范围通常称为参数的可信区间或者置信区间,预先给定的概率($1-\alpha$)称为可信度或者置信度,常取95%或99%.



可信区间和假设检验

- $P > 0.05$ 时的解读需慎重，不能拒绝无效假设不等同于接受无效假设（无有之据，非有无之据）
- 可信区间同样可用于回答假设检验的问题
- 可信区间比假设检验提供更多的信息，不但可以回答有无统计学意义，还可回答有无实际意义



统计学方法选择

• 统计分析原则

- 研究设计（完全随机分组、配对设计或随机区组设计、关联性分析）
- 数据类型（连续型变量、无序分类变量、有序分类变量）
- 适用条件（统计分析方法的优与劣，对与错）

• 统计分析的流程

- 从Table 1 to Table n
- 从单因素 to 多因素
- 从表 to 图

计量资料统计分析方法小结

1

完全随机分组设计的资料

2

配对设计或随机区组设计

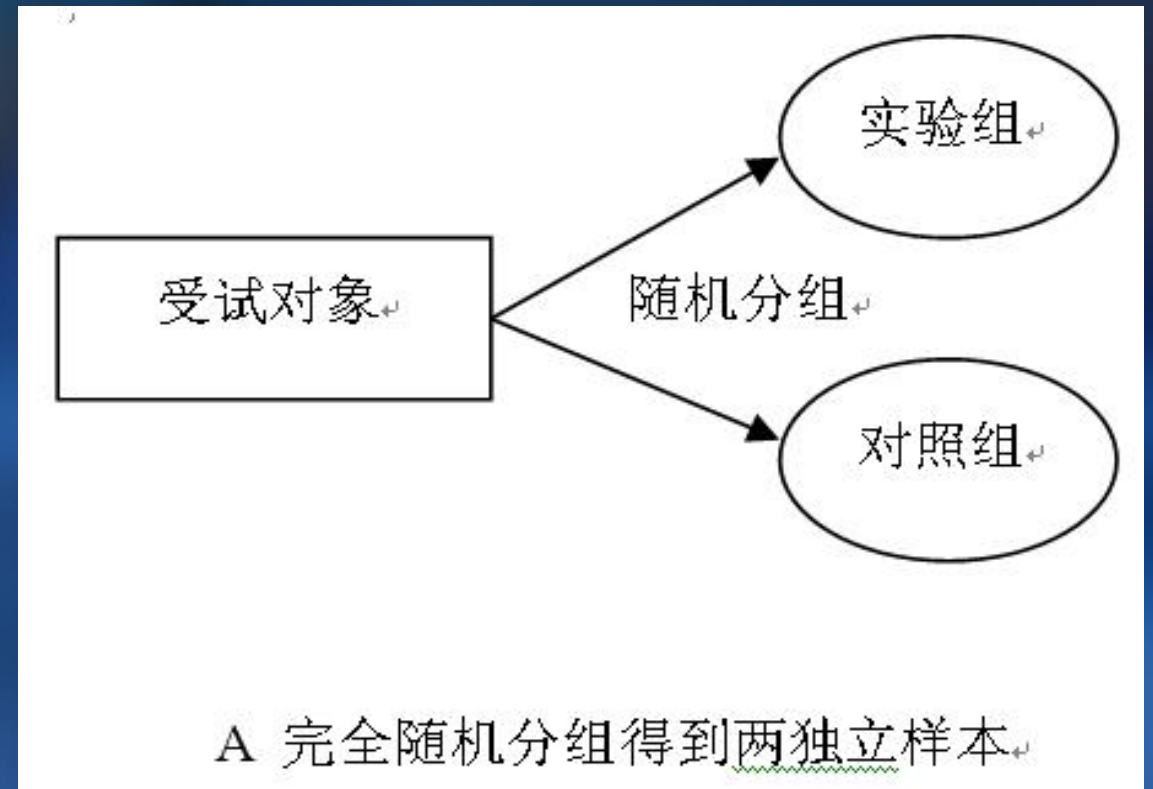
3

变量之间的关联性分析

完全随机分组设计或成组设计

成组设计：可以是实验性研究中的随机分组，也可以是观察性研究中的不同人群随机抽样。

在实验性研究中，将受试对象随机分成二组或更多组，每个受试对象均有相同的机会进入其中的任何一组。



配对设计或随机区组设计

- 设计方式：
 - 同一样本接受不同处理的比较
 - 同一对象治疗（或处理）前后的比较（时间影响）
 - 配对的两个受试对象分别给予两种处理
- 原理：通过配对设计，尽量消除可能的干扰因素。

完全随机分组设计的资料

- 两组资料

- 大样本资料或服从正态分布的小样本资料

- (1) 若方差齐性，则作成组t检验

- (2) 若方差不齐，则作t'检验或用成组的Wilcoxon秩和检验

- 小样本偏态分布资料，则用成组的Wilcoxon秩和检验

完全随机分组设计的资料

- 多组资料

- 若大样本资料或服从正态分布，并且方差齐性，则作完全随机的方差分析。如果方差分析的统计检验为有统计学意义，则进一步作统计分析：选择合适的方法（如：LSD检验，Bonferroni检验等）进行两两比较。
- 如果小样本的偏态分布资料或方差不齐，则作Kruskal Wallis的统计检验。如果Kruskal Wallis的统计检验为有统计学意义，则进一步作统计分析：选择合适的方法（如：用成组的Wilcoxon秩和检验，但用Bonferroni方法校正P值等）进行两两比较。

配对设计或随机区组设计

- 两组资料
 - 大样本资料或配对差值服从正态分布的小样本资料，作配对t检验
 - 小样本并且差值呈偏态分布资料，则用Wilcoxon的符号配对秩检验

配对设计或随机区组设计

- 多组资料
 - 若大样本资料或残差服从正态分布，并且方差齐性，则作随机区组的方差分析。如果方差分析的统计检验为有统计学意义，则进一步作统计分析：选择合适的方法（如：LSD检验，Bonferroni检验等）进行两两比较。
 - 如果小样本时，差值呈偏态分布资料或方差不齐，则作Fredman的统计检验。如果Fredman的统计检验为有统计学意义，则进一步作统计分析：选择合适的方法（如：用Wilcoxon的符号配对秩检验，但用Bonferroni方法校正P值等）进行两两比较。

变量之间的关联性分析

- 相关分析或者回归分析

实例一 成组设计两组资料统计分析

下面资料是关于18名单腿截肢者的健康足和18名正常健康人的足部相同部位组织切片毛细血管密度(/mm²)的测定结果, 试比较健康人和截肢者足部毛细血管密度有无差别?

➤ 正常人

16	30	29	33	28	28	36	29
27	33	37	38	40	41	39	39
39	48						

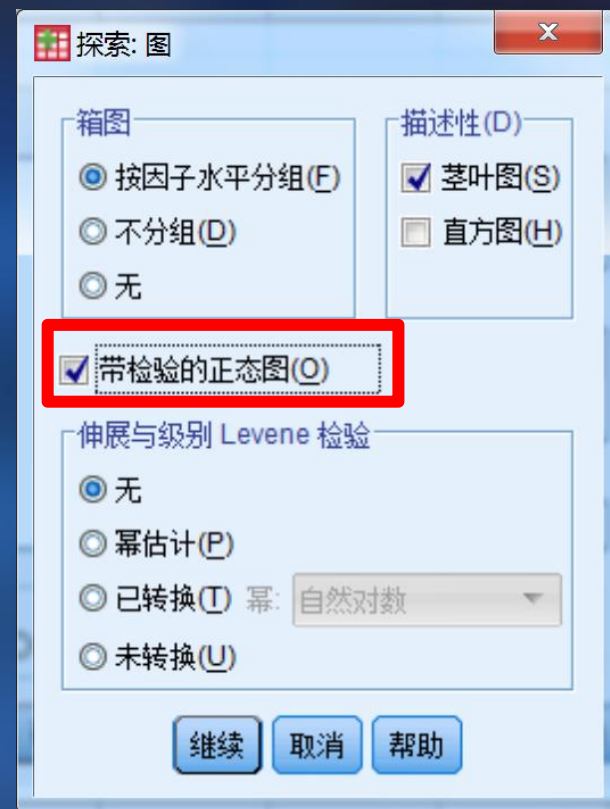
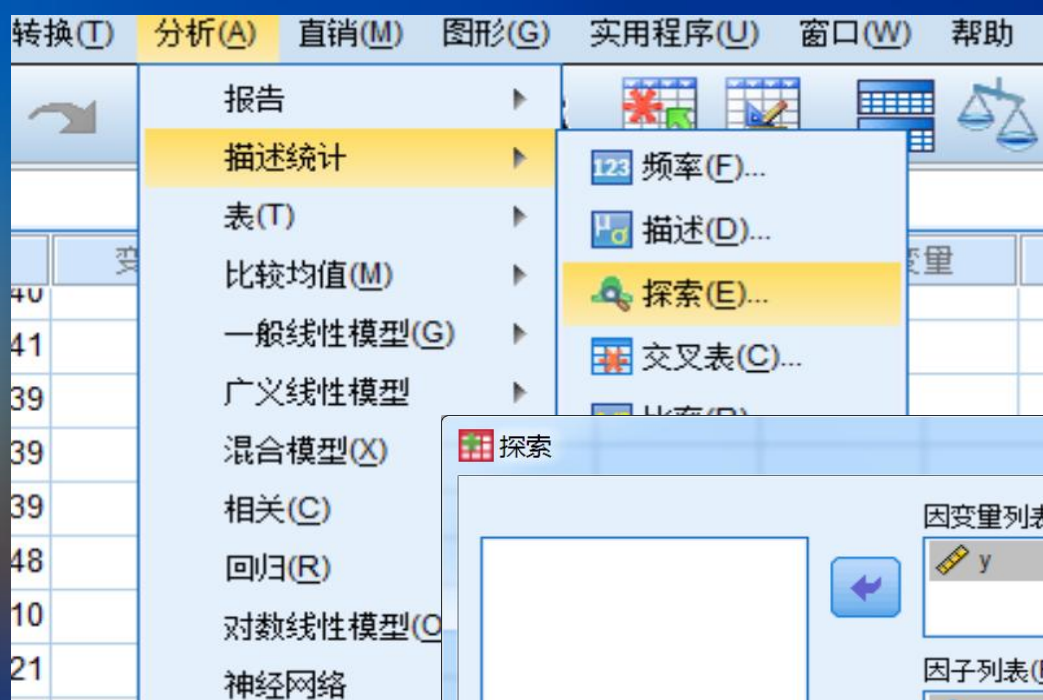
➤ 截肢者

10	21	28	28	26	20	33	26
15	23	23	30	31	26	23	42
24	28						

数据集

	group	y	
13	1	40	
14	1	41	
15	1	39	
16	1	39	
17	1	39	
18	1	48	
19	2	10	
20	2	21	
21	2	28	
22	2	28	
23	2	26	
24	2	20	
25	2	33	

正态性检验



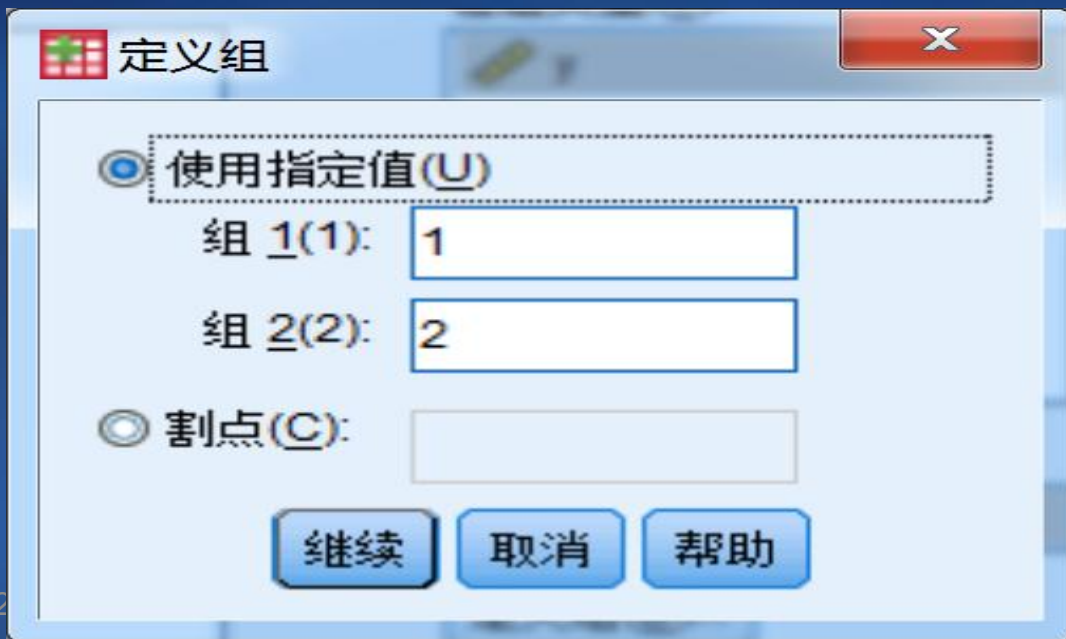
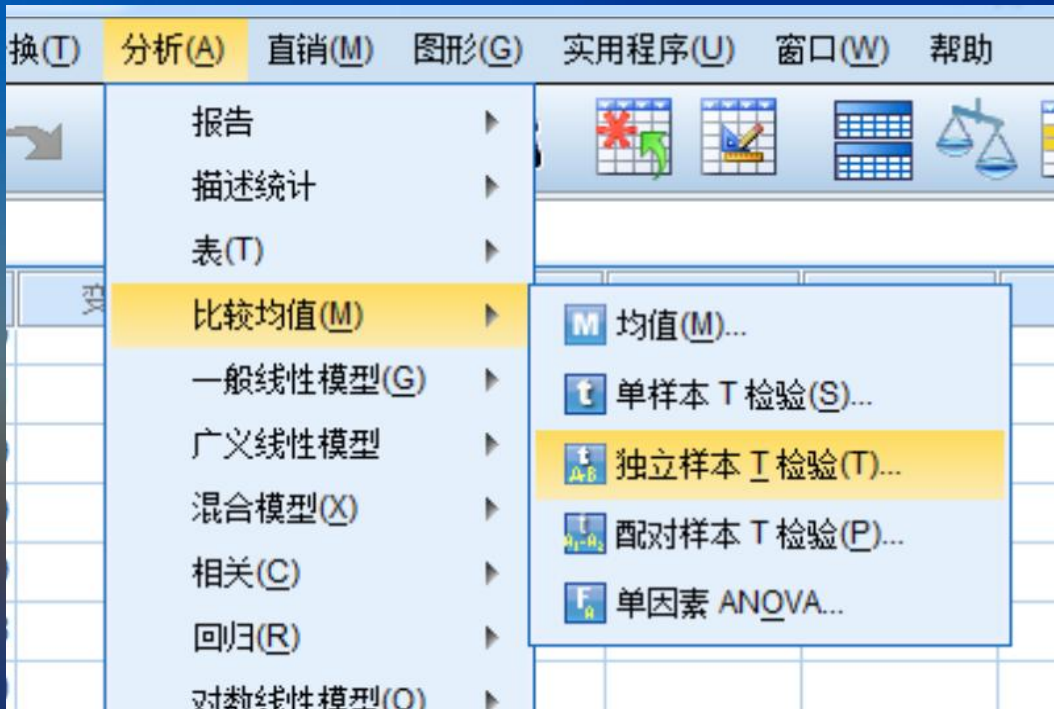
正态性检验结果

group	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	统计量	df	Sig.	统计量	df	Sig.
y 正常人	.116	18	.200 [*]	.949	18	.404
截肢者	.143	18	.200 [*]	.958	18	.564

a. Lilliefors 显著水平修正
*. 这是真实显著水平的下限。

Alpha=0.05

成组 t 检验



成组 t 检验结果

T检验

[数据集1]

组统计量

group	N	均值	标准差	均值的标准误
y 正常人	18	33.89	7.267	1.713
截肢者	18	25.39	6.946	1.637

独立样本检验

		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验						
		F	Sig.	t	df	Sig. (双侧)	均值差值	标准误差值	差分的 95% 置信区间	
									下限	上限
y	假设方差相等	.343	.562	3.587	34	.001	8.500	2.370	3.685	13.315
	假设方差不相等			3.587	33.931	.001	8.500	2.370	3.684	13.316

结果解析:

1. 方差齐性检验的显著性水平为0.562，大于0.10，两组方差齐性。
2. t检验显著性水平为0.001，两组毛细血管密度总体均数不同，由于正常人毛细血管密度均数更高，可以推断正常人的毛细血管密度高于截肢者。
3. 差值及95%CI:
8.50 (3.685-13.315)

实例二 配对设计两组资料统计分析

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第(1)~(3)栏。
问两法测定结果是否不同？

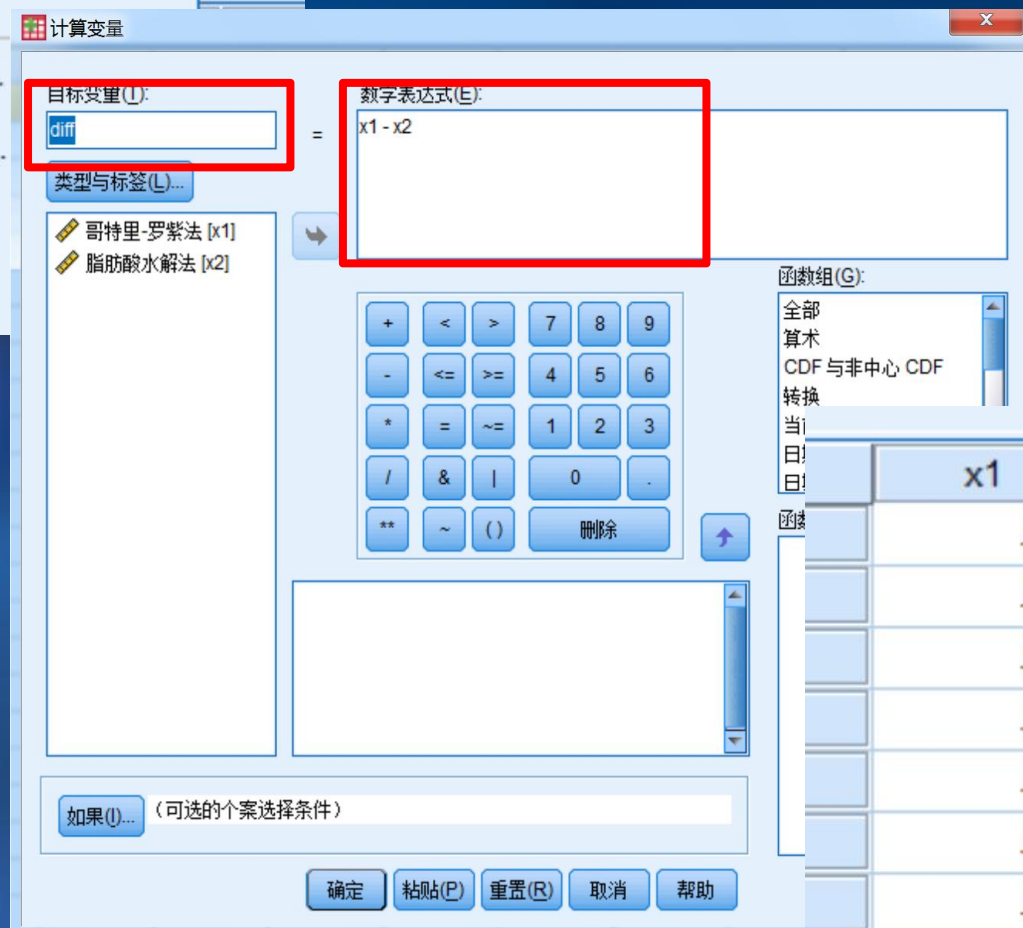
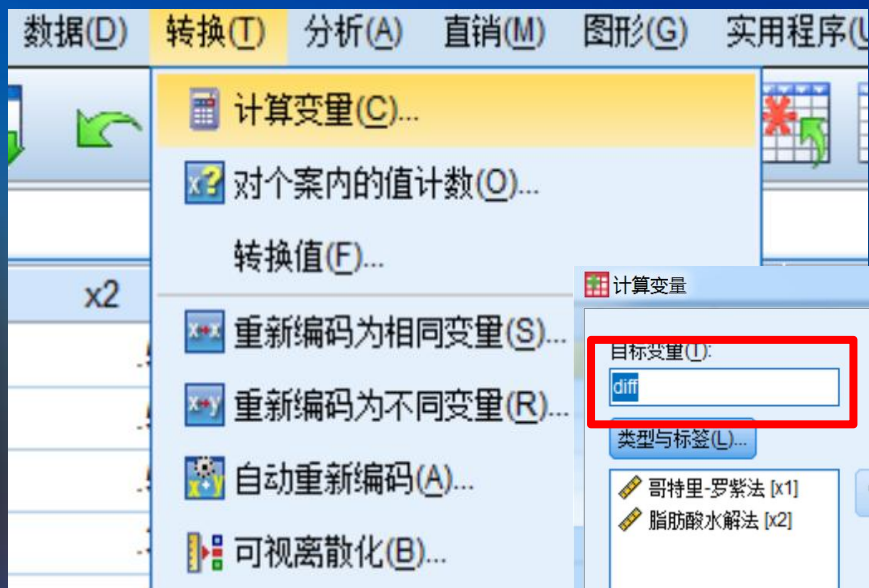
表 两种方法对乳酸饮料中脂肪含量的测定结果(%)

编号 (1)	哥特里—罗紫法 (2)	脂肪酸水解法 (3)	差值 d (4)=(2)-(3)
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

数据集

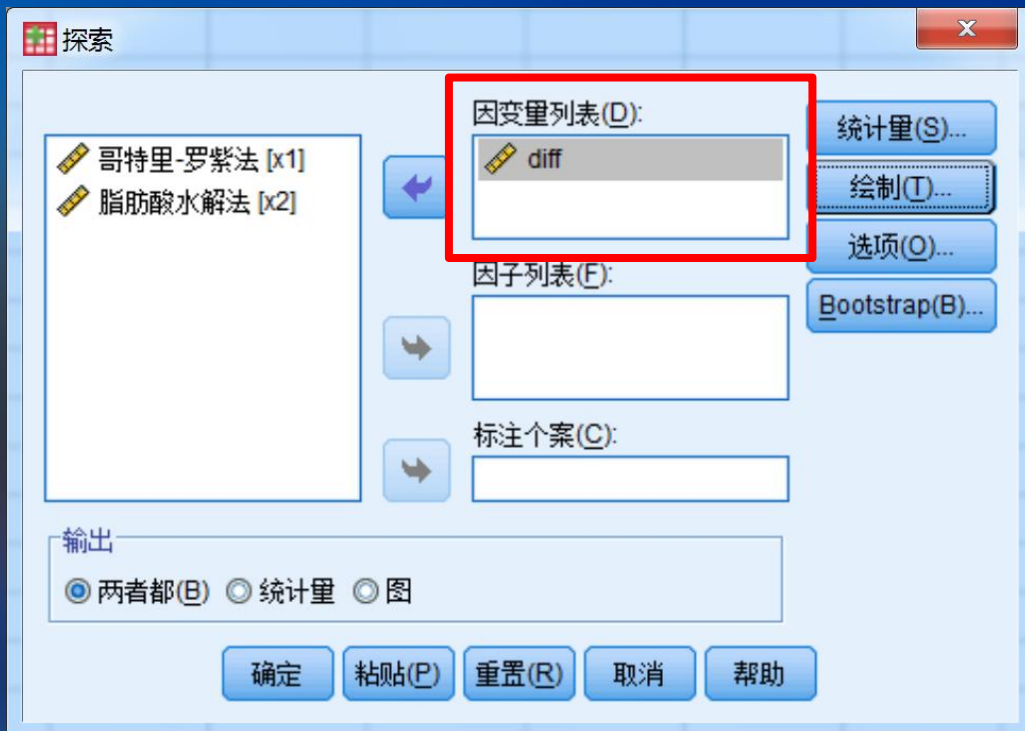
	x1	x2	变量
1	.840	.580	
2	.591	.509	
3	.674	.500	
4	.632	.316	
5	.687	.337	
6	.978	.517	
7	.750	.454	
8	.730	.512	
9	1.200	.997	
10	.870	.506	
11			
12			

生成差值



	x1	x2	diff
	.840	.580	.26
	.591	.509	.08
	.674	.500	.17
	.632	.316	.32
	.687	.337	.35
	.978	.517	.46
	.750	.454	.30
	.730	.512	.22
	1.200	.997	.20
	.870	.506	.36

差值正态性检验



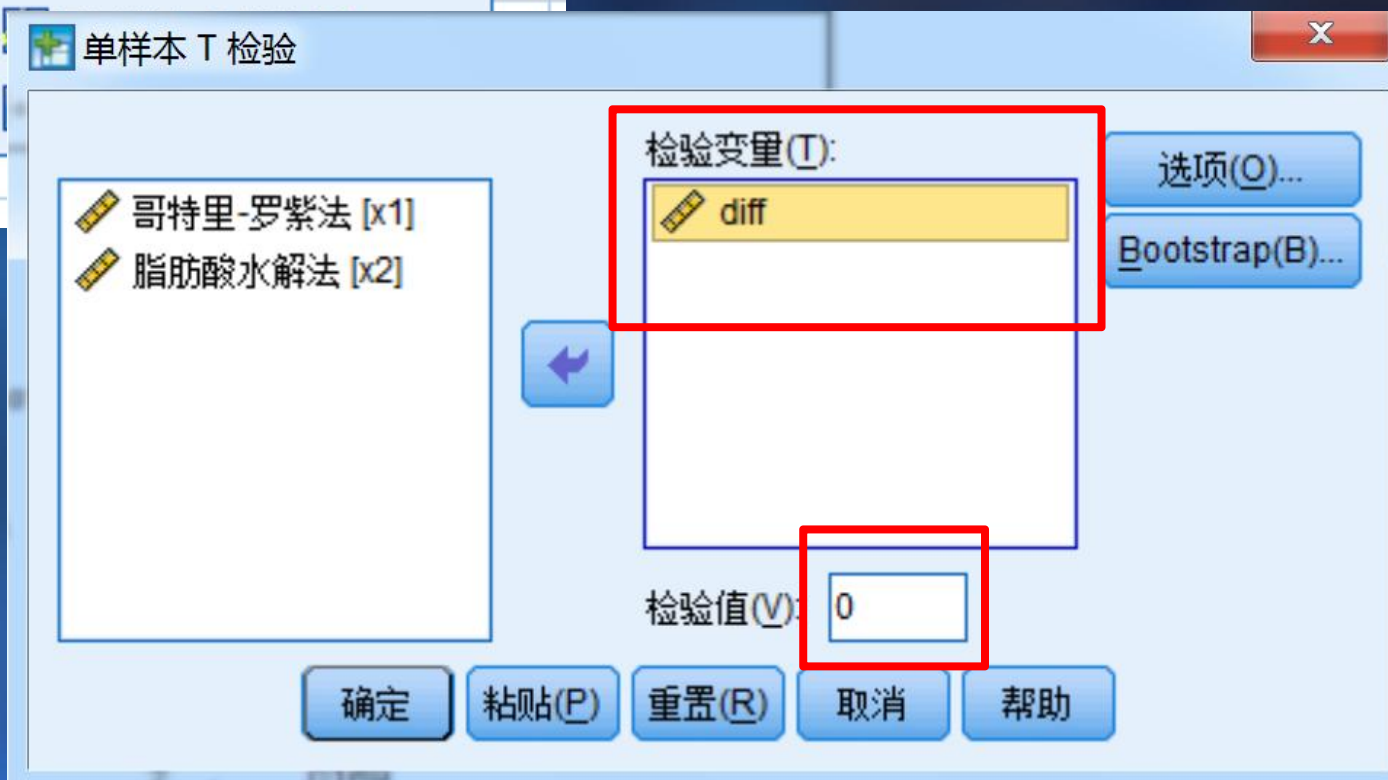
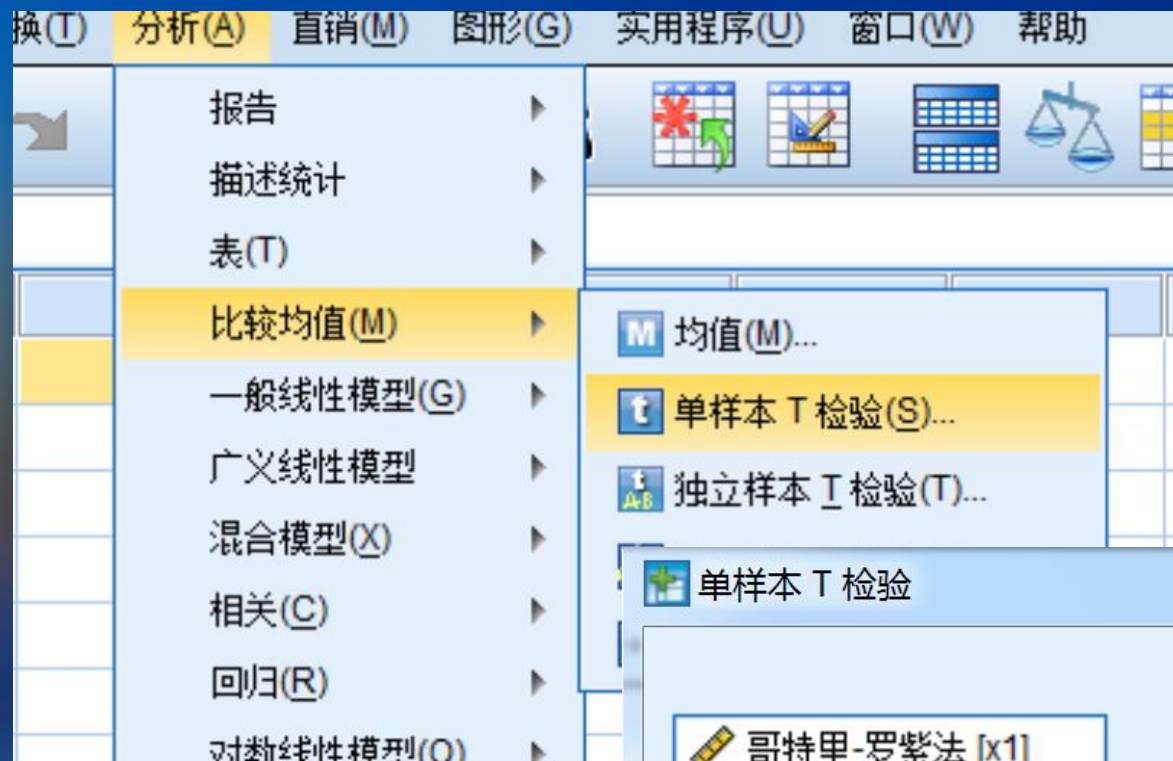
正态性检验

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	统计量	df	Sig.	统计量	df	Sig.
diff	.100	10	.200 [*]	.993	10	.999

a. Lilliefors 显著水平修正

*. 这是真实显著水平的下限。

t 检验



t 检验结果

→ T检验

[数据集0]

单个样本统计量

	N	均值	标准差	均值的标准误
diff	10	.2724	.10868	.03437

单个样本检验

	检验值 = 0					
	t	df	Sig.(双侧)	均值差值	差分的 95% 置信区间	
					下限	上限
diff	7.926	9	.000	.27240	.1947	.3501

实例三 成组设计多组资料统计分析

例 8-1 为研究茶多酚保健饮料对急性缺氧的影响,某研究者将 60 只小白鼠随机分为低、中、高三个剂量组和一个对照组,每组 15 只小白鼠。对照组给予蒸馏水 0.25ml 灌胃,低、中、高剂量组分别给予 2.0g / kg、4.0g / kg、8.0g / kg 的饮料溶于 0.2~0.3ml 蒸馏水后灌胃。每天一次,40 天后,对小白鼠进行耐缺氧存活时间试验,结果如表 8-1。试比较不同剂量的茶多酚保健饮料对延长小白鼠的平均耐缺氧存活时间有无差别。

表 8-1 各组小白鼠耐缺氧时间

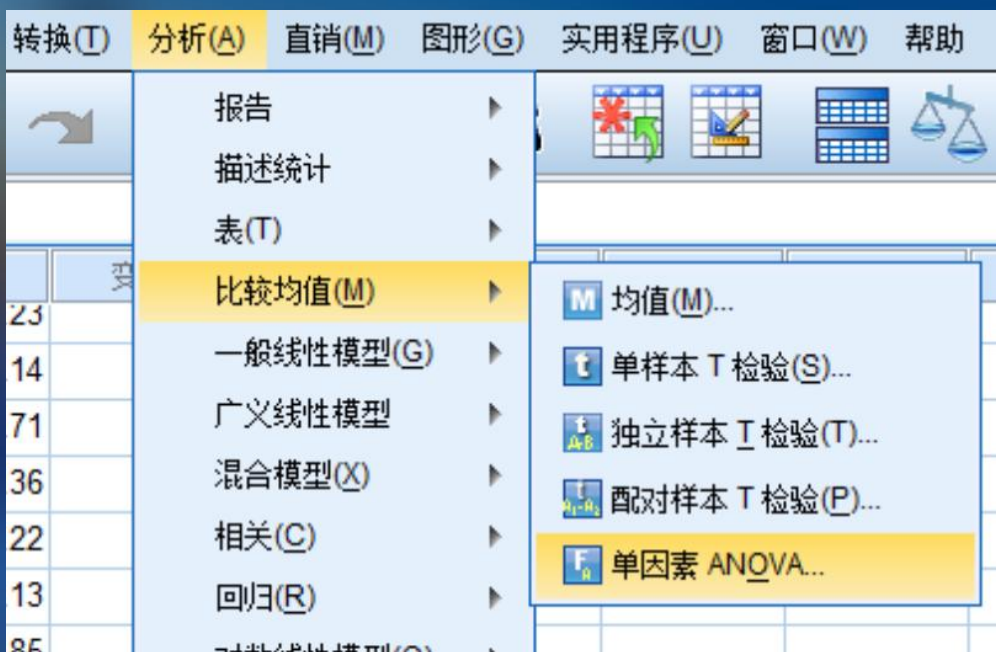
组别	耐缺氧时间 Y_{ij} (min)								n_i	\bar{Y}_i	S_i
对照组 ($i = 1$)	20.79	22.91	27.21	19.34	17.85	23.79	22.60	18.53	15	21.32	3.40
	23.23	20.14	26.71	19.36	17.22	24.13	15.85				
低剂量组 ($i = 2$)	22.22	24.74	21.53	19.66	25.89	29.10	18.93	18.64	15	23.23	3.52
	26.39	25.49	20.43	22.69	29.67	20.36	22.74				
中剂量组 ($i = 3$)	28.56	28.67	25.28	30.38	23.13	23.47	28.88	29.62	15	28.14	4.00
	24.82	34.64	22.29	29.22	25.63	35.12	32.32				
高剂量组 ($i = 4$)	31.93	37.94	39.76	27.94	29.65	34.23	32.63	29.13	15	32.84	4.66
	39.62	36.15	28.85	24.07	29.29	35.24	36.13				
合计									60	26.38	5.92

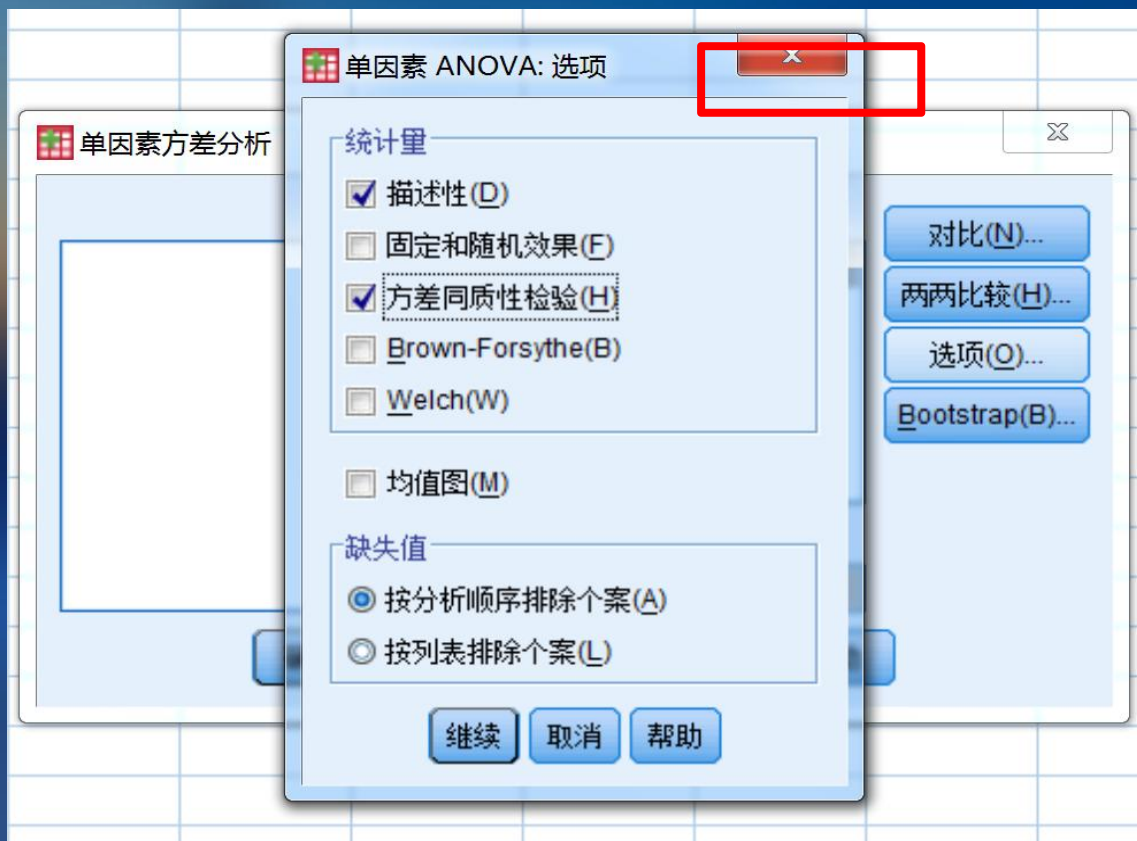
数据集

	group	y
9	1	23.23
0	1	20.14
1	1	26.71
2	1	19.36
3	1	17.22
4	1	24.13
5	1	15.85
6	2	22.22
7	2	24.74
8	2	21.53
9	2	19.66
0	2	25.89
1	2	28.10

名称	类型	宽度	小数	标签	值	缺失	列	对齐	度量标准	角色
group	数值(N)	1	0		{1, 对照组}...	无	8	右	名义(N)	输入
y	数值(N)	8	2		无	无	8	右	度量(S)	输入

单因素方差分析





方差齐性检验

y

Levene 统计量	df1	df2	显著性
.830	3	56	.483

ANOVA

y

	平方和	df	均方	F	显著性
组间	1205.796	3	401.932	26.087	.000
组内	862.797	56	15.407		
总数	2068.593	59			

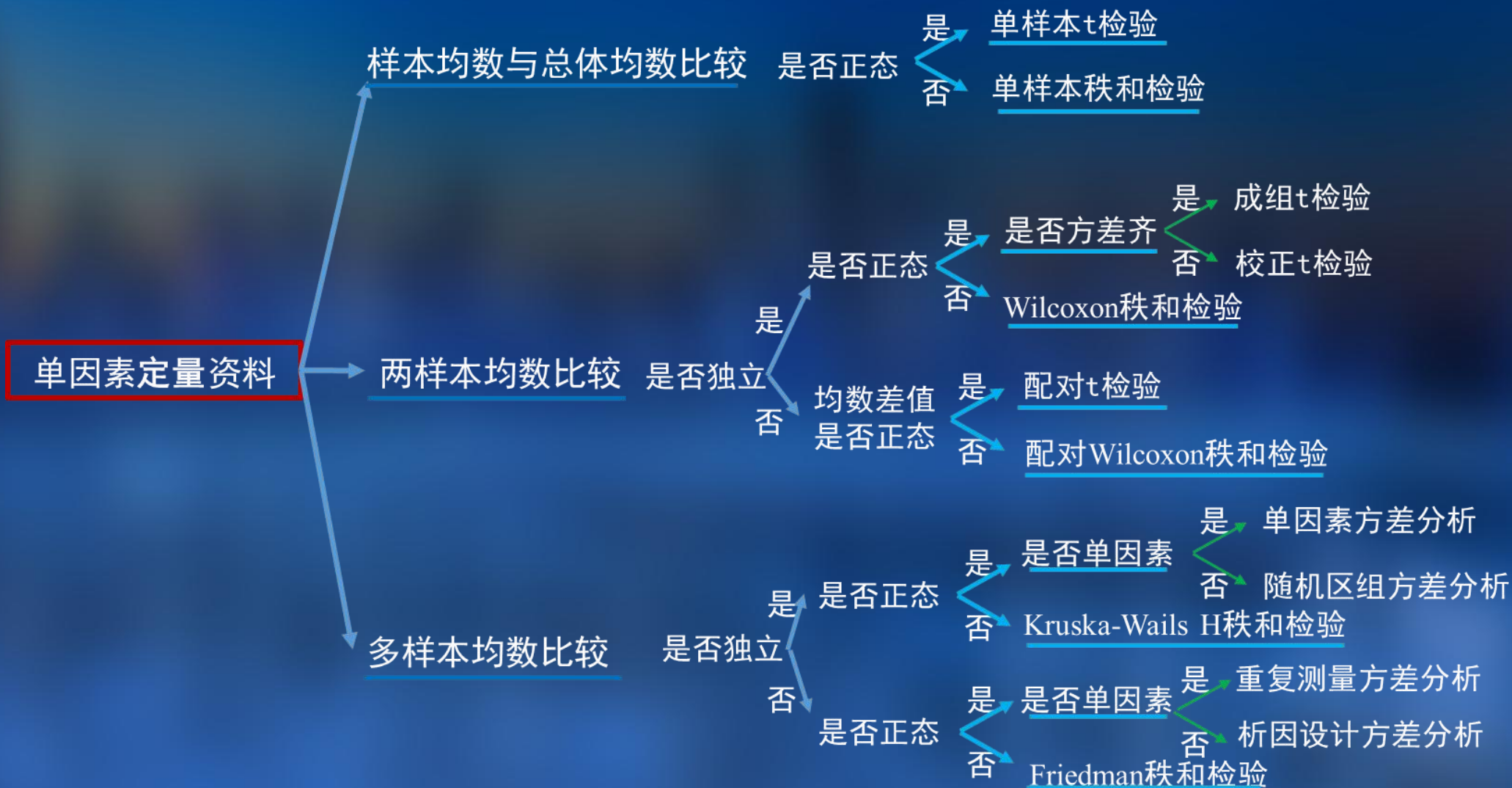
结果解析:

1. 方差齐性检验的显著性水平为0.483，大于0.10，组间方差齐性。
2. 组间检验显著性水平为 <0.001 ，可以得出结论不同分组总体均数不全相等。
3. 接下来如需要可以做两两比较。

	(I) group	(J) group	均值差 (I-J)	标准误	显著性	95% 置信区间	
						下限	上限
LSD	对照组	低剂量组	-1.92133	1.43328	.185	-4.7925	.9499
		中剂量组	-6.82467*	1.43328	.000	-9.6959	-3.9535
		高剂量组	-11.52667*	1.43328	.000	-14.3979	-8.6555
	低剂量组	对照组	1.92133	1.43328	.185	-.9499	4.7925
		中剂量组	-4.90333*	1.43328	.001	-7.7745	-2.0321
		高剂量组	-9.60533*	1.43328	.000	-12.4765	-6.7341
	中剂量组	对照组	6.82467*	1.43328	.000	3.9535	9.6959
		低剂量组	4.90333*	1.43328	.001	2.0321	7.7745
		高剂量组	-4.70200*	1.43328	.002	-7.5732	-1.8308
	高剂量组	对照组	11.52667*	1.43328	.000	8.6555	14.3979
		低剂量组	9.60533*	1.43328	.000	6.7341	12.4765
		中剂量组	4.70200*	1.43328	.002	1.8308	7.5732
Bonferroni	对照组	低剂量组	-1.92133	1.43328	1.000	-5.8417	1.9990
		中剂量组	-6.82467*	1.43328	.000	-10.7450	-2.9043
		高剂量组	-11.52667*	1.43328	.000	-15.4470	-7.6063
	低剂量组	对照组	1.92133	1.43328	1.000	-1.9990	5.8417
		中剂量组	-4.90333*	1.43328	.007	-8.8237	-.9830
		高剂量组	-9.60533*	1.43328	.000	-13.5257	-5.6850
	中剂量组	对照组	6.82467*	1.43328	.000	2.9043	10.7450
		低剂量组	4.90333*	1.43328	.007	.9830	8.8237
		高剂量组	-4.70200*	1.43328	.011	-8.6223	-.7817
	高剂量组	对照组	11.52667*	1.43328	.000	7.6063	15.4470
		低剂量组	9.60533*	1.43328	.000	5.6850	13.5257
		中剂量组	4.70200*	1.43328	.011	.7817	8.6223

*. 均值差的显著性水平为 0.05。

统计分析流程



拓展--多元回归分析

- 应用范围

- 校正混杂因素
- 筛选关联或者风险因素
- 预测与判断：预测事件发生概率，生存期或者生存概率等



多元回归方程的一般形式

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_m X_m + e$$

β_1 、 β_2 、 β_m 为偏回归系数 (Partial regression coefficient)

意义：如 β_1 表示在 X_2 、 X_3 …… X_m 固定条件下， X_1 每增减一个单位对 Y 的效应（ Y 增减 β 个单位）。

研究因素不同水平或者不同干预措施的预后比较

分组因素基线可比性分析（单因素分析）

$P < 0.05$ 或 0.1
纳入多因素模型

多因素校正混杂因素后考察分组因素显著性

发病或者预后的独立风险因素

不同结局情况影响因素均衡性分析
(单因素分析)

$P < 0.05$ 、 0.1
或 0.2 纳入多因素模型
(可省略)

多因素回归分析模型中 $P < 0.05$
作为独立风险因素

建立最优模型

不同结局情况影响因素均衡性分析
(单因素分析)

$P < 0.05$ 、 0.1 或 0.2 纳入多因素模型
(可省略)

多因素筛选
(逐步回归、机器学习等)，
模型中保留
 $P < 0.05$ 作为独立
风险因素

THANKS
