

實驗研究法

大綱

- 壹、實驗研究的性質
- 貳、影響實驗效度的因素
- 參、實驗設計的類型
- 肆、資料分析

壹、實驗研究法的性質

- ◆ 實驗研究法的意義與目標
- ◆ 實驗研究法的特徵

壹、實驗研究法的性質-意義與目標

- ◆ 一、研究者至少操縱一個自變項，控制其他有關變項，以及觀察一個或多個變項的結果。實驗研究若執行妥當，能為假設的因—果關係提供最佳的證據。
- ◆ 「有氧運動與阻力訓練對體重控制之差異比較」研究變項：有氧運動、阻力訓練、體重控制，隨機抽樣出36人，隨機分派成有氧運動組、阻力訓練組、控制組，經過24週，比較其身體組成的差異。

壹、實驗研究法的性質-意義與目標

- ◆ 二、實驗研究的直接目標，在預測實驗環境中的事件，探索操縱變項與觀察變項之間的關係。其最終目標，是把變項間的關係概括化，俾使此等關係能應用於實驗環境之外的母群體。

壹、實驗研究法的性質-特徵

- ◆ 隨機化
採用隨機化原則排除那些無法直接適當控制的因素之影響
樣本數的大小：相關研究各組 $N \geq 30$
差異研究 各組 $N \geq 15$
- ◆ 控制變項
經由適當的實驗設計以控制影響實驗結果的變項，亦即把其他的影響因素消除。

壹、實驗研究法的性質-特徵

- ◆ 實驗研究法在控制變項的特徵來說，亦即在透過適當的實驗設計來妥善控制如下三種變項：
 1. 增加實驗變異量到最大
 2. 排除無關變項
 3. 減低誤差變異量到最小

- ◆ 咖啡因對運動表現的影響
- ◆ 低強度無氧適能對中老年人體適能的影響
- ◆ 氣功對衰竭運動後血乳酸反應之研究
- ◆ 中老年人參與馬拉松競賽的生理效應

貳、影響實驗效度的因素

- ◆ 影響內在效度的因素
- ◆ 影響外在效度的因素

影響內在效度的因素

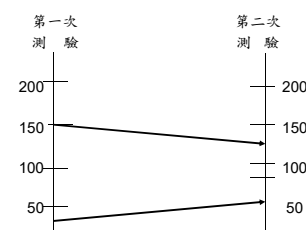
- ◆ 內在效度可界定為控制無關變項的程度。易言之，指在研究設計中能有效控制可能造成誤差的來源，內在效度是解釋實驗最基本的要求。

影響內在效度的因素

- ◆ 一、成熟：受試者身心發生變化的效應
- ◆ 二、臨時事故：時間的效應
- ◆ 三、測驗：做測驗的學習
- ◆ 四、不穩定的工具：測量儀器

影響內在效度的因素

- ◆ 五、統計迴歸：極端選樣



統計迴歸解說圖 (平均數=100)

註：摘自王文科、王智弘，2014，*教育研究法*（16版），308。

影響內在效度的因素

- ◆ 六、取樣不等：取樣誤差
- ◆ 七、受試者流失
- ◆ 八、取樣與成熟交互作用
- ◆ 九、實驗者偏見

掌控內在效度的威脅

- ◆ 一、隨機分配
- ◆ 二、依某一特質將受試者配對後隨機分配
- ◆ 三、組內受試者設計時，使用平衡對抗
- ◆ 四、安慰劑
- ◆ 五、單盲或雙盲

平衡對抗：為使研究結果不會因實驗處理的次序而引起偏差。

實驗處理	A	B	C
受試者1	1	2	3
受試者2	2	3	1
受試者3	3	1	2

譬如：以重複量數設計研究咖啡因、中藥對肌耐力的影響，因咖啡有殘留的問題，或與中藥交互作用，所以服用次序調整至接受次序的平衡。

影響外在效度的因素

- ◆ 外在效度係指結果的可概括性，即指被操縱因素（自變項）與結果（依變項）之間的關係，可普遍應用於其他不屬於此一實驗情境的程度

亦即研究結果是否可推論到研究對象以外的其他受試者。→母群體效度。

影響外在效度的因素

- ◆ 研究的情境是否接近實際的生態情境？
亦即實驗的情境是否能用到實際的情境
→生態的效度
- ◆ 生態的效度須能考慮以下的因素
 1. 實驗情境與實際情境
 2. 測試作用或測試之交互作用
 3. 多重處理的干擾
 4. 測量時間與處理效果的交互作用

如何掌控外在效度的威脅

- ◆ 隨機抽樣或夠好的取樣：
取出有代表性的受試者或樣本，是掌控外在效度威脅最主要的方法。
- ◆ 在實際的運動場合進行研究
- ◆ 測試作用或測試之交互作用→統計方式控制
- ◆ 多重處理的干擾→平衡次序減弱其影響
- ◆ 測量時間與處理效果的交互作用

- ◆ 內在效度與外在效度哪一個比較重要？
- ◆ 研究的內在效度愈高，其結果愈能確認是由實驗處理所造成，
- ◆ 而研究的外在效度愈高，其結果的推論範圍愈大。

實驗設計的類型

- ◆ 實驗設計是使研究者據以考驗假設，並就自變項與依變項時間的關係獲致有效結論的程序藍圖。
- ◆ 研究設計須處理如下的問題：
 - 1.如何選取實驗組與控制組的受試者？
 - 2.如何操縱與控制變項？
 - 3.如何控制無關變項？
 - 4.如何進行實驗？
 - 5.應採哪種統計分析方法？

實驗設計的類型

- ◆ 有限度控制的實驗設計
- ◆ 適當控制的實驗設計
- ◆ 多因子實驗設計

有限度控制的實驗設計

- ◆ R 隨機選擇受試者，並分派至實驗組和控制組
- ◆ X 由研究者操縱的實驗變項
- ◆ C 由研究者控制的變項
- ◆ O 觀察和測驗的結果，常以分數表之

有限度控制的實驗設計-單組後測設計

- ◆ 研究者以一組為對象，施予處理(X)，然後觀察或予以後測

X O

- ◆ 如教師實施一訓練法後，對學生進行體適能檢測

有限度控制的實驗設計-單組後測設計

- ◆ 就內在效度而言，單組個案研究的優、缺點如下：
 - ◆ 優點：此設計在行動研究中，可用以試探可研究的問題或發展工具
 - ◆ 缺點：
 - (1)由於缺乏控制，無內在效度可言。
 - (2)除了根據內涵的、直覺的與印象的判斷以外，沒有可供比較的對象
 - (3)此種方法常涉及「誤置準確的錯誤」
 - (4)試圖以標準化測驗取代控制組，亦是錯誤。

有限度控制的實驗設計-單組前後測設計

- 與單組後測設計不同之處，在於施予處理之前增加一項觀察(前測)。

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

$O_1 =$ 前測 $O_2 =$ 後測

有限度控制的實驗設計-單組前後測設計

- 優點：實施前測使同組受試者在接受處理的「前」、「後」表現得以比較。又若前後測的受試者相同，也對「選樣」及「受試者亡失」提供控制的作用
- 缺點：
 - (1)不能確保處理是前測－後測差異的唯一因素。
 - (2)似乎言之成理的相對假設(「可能的錯誤」)有：臨時事故；成熟；測驗效應；工具改變的效應；統計迴歸；選樣偏差與流失

有限度控制的實驗設計-靜態組比較設計

- 兩個組別中僅一組接受處理，其目的在於比較接受處理和未接受處理組別間的差異情形。

$$X \quad O_1$$

$$C \quad O_2$$

- 優點：本項設計增設控制組，可供比較之用。
- 缺點：無法事先確定控制組與實驗組是否等量，又在缺乏兩組為等量的證據下，將差異歸之於實驗變項的作用，頗不允當。

影響前實驗設計的內在與外在效度的因素

設計	單組個案研究	單組前後測設計	靜態組比較設計
影響效度項目			
成熟	—	—	?
臨時事故	—	—	?
測驗	NA	—	NA
內在效度因素			
工具(不穩定的)	?	—	—
統計迴歸	—	—	?
受試者亡失	—	—	—
選樣(不等)	—	?	—
選樣與成熟交互作用	—	—	—
處理擴散(實驗的)	NA	NA	?
實驗者偏見	?	?	?
統計的結論	NA	?	?
外在效度因素			
選樣與實驗變項的交互作用	—	—	—
前測與實驗變項的交互作用	NA	—	NA
實驗程序的反作用	?	?	NA
多重處理的干擾	NA	NA	NA

+ : 受到控制的因素 NA : 不可應用於本設計的影響因素
 - : 未受到控制的因素 ? : 可能造成無效的有關來源
 註：摘自王文科、王智弘，2014，*教育研究法(16版)*，316。

適當控制的實驗設計

- 真正的實驗設計其特徵為隨機分派和至少有一個控制組

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

- 此設計為前後測設計的延伸，其增加控制組和將受試者隨機分派於每一組的步驟

實驗組 R O_1 X O_2
 控制組 R O_3 C O_4
 X所得 = $O_2 - O_1$
 C所得 = $O_4 - O_3$
 $O_1 O_3 =$ 前測分數
 $O_2 O_4 =$ 後測分數

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

- ◆ 本設計可以延伸到兩個以上的自變項控制研究

第一個實驗組 R O₁ X₁ O₂
 第二個實驗組 R O₃ X₂ O₄
 控制組 R O₅ C O₆
 X₁ = 甲方法
 X₂ = 乙方法

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

本項設計就內在效度而言，有下列幾點值得探討：

- ◆ 1. 因為兩組接受處理時，均同樣受無關變項同等的影響，所以就內在效度而言，其間的變異是獲得控制的。
- ◆ 2. 實驗期間的變異可能導致其他問題。如教室條件、教學用詞。所以可以個別的處理受試者或將成員隨機分配到控制組與實驗組。
- ◆ 3. 為避免偏見影響觀察，理想上不公開何組為實驗組，何組為控制組。

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

- ◆ 4. 利用隨機分派法，「選樣不等」的因素可以獲得控制。「成熟」與「前測」對各組的影響力也相等，而統計迴歸的因素也可獲得控制（當然統計迴歸會發生，但對各組而言機會相等），受試者流失也可基於隨機分派的方式，將之視為抽樣偏差。
- ◆ 5. 避免受試者間的接近或溝通，以免構成實驗無效。
- ◆ 6. 實驗者偏見也是影響內在效度的另一因素。

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

- ◆ 就外在效度而言，有下列幾項可以探討：
- 1. 前測與實驗處理有交互作用，會影響外在效度。如前測造成受試者的敏感，以致對處理發生不同的反應。
- 2. 選樣偏差與實驗處理有交互作用，會影響外在效度。
- 3. 受試者知道其正參與實驗，產生的反應會有誤差。
- 4. 實驗處理與「臨時事故」等因素(吵鬧、憤慨等)發生交互作用時，受試者的反應也會有差異。

適當控制的實驗設計-前後測控制組設計

- ◆ 統計分析的選擇
- ◆ 兩組：獨立樣本t考驗、共變數分析。
- ◆ 兩組以上：變異數分析

茲以「不同運動型態對中老年人健康的影響」為例。研究者操縱的變項為不同的運動型態。

隨機分派	前測		後測
G ₁	O ₁	A運動	(X ₁) O ₂
G ₂	O ₃	B運動	(X ₂) O ₄
G ₃	O ₅	C運動	(X ₃) O ₆
G ₄	O ₇	沒有運動	(C) O ₈

← 為期12週 →
 包括三個實驗組及一個控制組的前測-後測設計

適當控制的實驗設計-僅為後測控制組設計

- ◆ 隨機選取受試者，再隨機分派至實驗組和控制組，一組接受處理，另一組不接受處理或接受正常的處理，兩組均接受後測的實驗設計。

$$\begin{array}{l} R \quad X \quad O_1 \\ R \quad C \quad O_2 \end{array}$$

- ◆ 統計方法：兩組：獨立樣本t考驗
兩組以上：變異數分析。

適當控制的實驗設計-僅為後測控制組設計

◆ 適用時機：

- (1) 實施前測造成成本增加
- (2) 受試者的身份需保密時
- (3) 實施前測會對處理產生影響

適當控制的實驗設計-僅為後測控制組設計

◆ 僅為後測控制組設計的缺點：

- 1) 沒有前測難以查核分組是否有差異存在，或難以控制可能發現存在的統計差異。
- 2) 無法根據前測分組，以觀察對不同層次級組的影響。
- 3) 無法決定是否有差異的流失現象發生。
- 4) 統計分析較不精確，不易像前測-後測設計一樣顯示實驗組與控制組的差異

不宜採用後側控制組設計

- ◆ 處理條件之間有些微差異
- ◆ 可能有些許受試者亡失
- ◆ 可採行次級組分析
- ◆ 沒有必要匿名時
- ◆ 前側為受試者例行工作的一部份
- ◆ 有上述情況，宜採用前測-後測設計

以「不同補充教材對小學四年級學生閱讀表現的效果」為例

隨機分派		後測
G ₁	15個受試者使用其中一種補充教材(X ₁)	O ₁
G ₂	15個受試者使用第二種補充教材(X ₂)	O ₂
G ₃	15個受試者接受傳統教材(C)	O ₃

← 八週的教學 →

- ★ 最可能影響本設計的內在效度為受試者流失，而外在效度為實驗的可接近母群體和標的母群體、實驗者效應、樣本與處理交互作用、後測的敏感性、依變項的測量等。

適當控制的實驗設計-所羅門四組設計

- ◆ 由於隨機化前測-後測控制組(或等組)設計，易被懷疑前測與實驗處理的交互作用，會影響真正的結果；
- ◆ 為了中和其影響力，有人主張，儘可能增加新組，而新增的組不施予前測。

適當控制的實驗設計-所羅門四組設計

◆ 索羅門三組設計

1. 把受試者分派到三組。
2. 前兩組的設計與前測-後測控制組設計相同，另增一控制組

$$\begin{array}{l} R \ O_1 \ X \ O_2 \\ R \ O_3 \ C \ O_4 \\ R \ \quad X \ O_5 \end{array}$$

適當控制的實驗設計-所羅門四組設計

◆ 索羅門四組設計

結合前測-後測控制組設計和僅為後測的控制組設計，形成兩個實驗組與兩個控制組。

$$\begin{array}{l} R \ O_1 \ X \ O_2 \\ R \ O_3 \ C \ O_4 \\ R \ \quad X \ O_5 \\ R \ \quad C \ O_6 \end{array}$$

適當控制的實驗設計-所羅門四組設計

- ◆ 各位你有可能以所羅門四組設計去執行你的研究嗎？
- ◆ 須耗較多的時間與力量以及經費；
- ◆ 能否找到相同的受試者也是困難所在。

多因子實驗設計

- ◆ 研究者同時操縱兩個以上的變項，以發現每個自變項對依變項的影響，以及各個變項之間交互作用的影響，稱之多因子實驗設計。
- ★ 多因子實驗設計可分成兩種：
 1. 實驗時僅操縱(控制)其中的一個變項
 2. 實驗時操縱(控制)所有的自變項

操縱(控制)其中的一個變項

- ◆ 實驗者僅對單一變項的成效感到興趣，但仍考慮可能影響依變項的其他因素。
- ◆ 不同屬性或無關變項：
 - 性別、智力、年齡.....

操縱(控制)所有的自變項

- ◆ 實驗者對多個自變項感到興趣，評估其個別的影響，以及彼此之間的交互作用。
- ◆ 譬如：飲食、生活習慣與運動對體重控制

★多因子實驗設計的優點：

- 1.可同時回答數個複雜的問題。
- 2.同時考驗多個假設，不只是執行單一變項而觀察其對另一變項的影響。
- 3.如有兩個以上變項，同時交互影響時，可運用多因子實驗設計。
- 4.真正的實驗設計無法控制所有變項時，可運用多因子實驗設計。

- ◆最簡單的多因子實驗設計為2x2式，第一個數字代表第一個變項的變化數，第二個數字代表第二個變項的變化數。
- ◆此設計有兩個自變項，一個是被操縱的自變項，即實驗變項，另一個是被分成層次的自變項，即屬性或無關變項。兩個自變項中的每一個均有兩個值。
- ◆常用的多因子實驗設計還有:2 x3設計、3x3x3設計、2x2x2設計。
- ◆一項多因子實驗設計，是否為真正的實驗設計，端視樣本的選取是否隨機抽樣而定。

統計方法

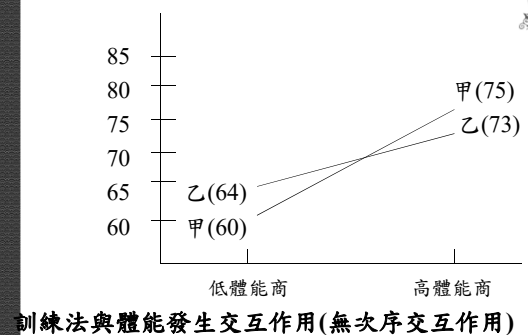
- ◆ 多變項變異數分析
- ◆ 多變項共變數分析
- ◆ 因素分析、區辨分析、類群分析

設計	隨機化前後測控制組設計	隨機化前後測控制組設計	隨機化前後測控制組設計	隨機化前後測控制組設計
影響效度項目				
成熟	+	+	+	+
臨時事故	?	?	?	?
工具(不穩定的)	?	?	?	?
統計迴歸	+	NA	+	+
受試者亡失	?	?	?	?
選擇(不等)	+	+	+	+
選擇與成熟交互作用	+	+	+	+
處理擴散(實驗的)	?	?	?	?
實驗者偏見	?	?	?	?
統計的結論	?	?	?	?
外在效度因素				
選擇與實驗變項的交互作用	?	?	?	?
前測與實驗變項的交互作用	-	+	+	+
實驗程序的反作用	?	?	?	?
多重處理的干擾	NA	NA	NA	NA

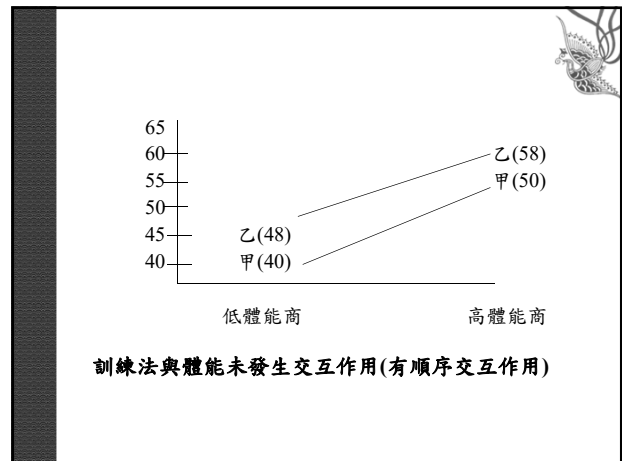
+ : 受到控制的因素 NA : 不可應用於本設計的影響因素
 - : 未受到控制的因素 ? : 可能造成無效的有關來源

◆ 下表為2x2的實驗設計，用以測量兩種訓練方法對選手學習的影響。2x2的設計有四組受試者，在兩個不同身體素質層次的學生均須隨機分配至兩個處理組中。

體能商(X ₂)	訓練法(X ₁)		
	甲方法	乙方法	平均數
高體能商	75.0	73.0	74
低體能商	60.0	64.0	62
平均數	67.5	68.5	



體能商(X_2)	實驗處理(X_1)		平均數
	甲方法	乙方法	
高體能商	50	58	54
低體能商	40	48	44
平均數	45	53	



非隨機化控制組前後測設計

O_1 X O_2
 O_3 C O_4

O_1, O_3 = 前測分數
 O_2, O_4 = 後測分數

組別	完整群組	前測	實驗變項	後測(依變項)
G_1	第1班	O_1	鼓勵(X_1)	O_2
G_2	第2班	O_3	批評(X_1)	O_4
G_3	第3班	O_5	控制組(X_1)	O_5

非隨機化控制組前後測設計

就內在效度，本設計的優、缺點如下

1.優點方面：

本設計分有實驗、控制兩組可供比較，並分別施以前、後測，可了解兩組的條件是否整齊；若兩組的前測分數一致，可說成熟、測驗等工具等主要的影響力已受到控制，實驗處理發生的影響，即可以接受實驗假設。

2019/10/24

2.缺點方面：

- (1)受試者無法隨機選取與分派，無關變項無法控制
- (2)接受實驗的對象，如屬於志願參加者，與供作比較的控制組卻非志願參加者，則兩組呈現的差異，不可歸因於實驗處理，受試者早先具有的特徵，可能是造成對研究結果的誤導。
- (3)來自選樣與成熟、選樣與臨時事故，或選樣與測驗之間的交互作用，會影響內在效度。
- (4)研究期間，臨時事故與工具的不同。
- (5)控制組無法確保不受臨時事故、前測、成熟與工具造成的錯誤影響。
- (6)本設計未採隨機抽樣，易造成統計迴歸的現象，致誤將實驗組與控制組的差異，歸之於實驗處理。

2019/10/24

資料的分析

選擇適當的統計方法

選擇適當的統計方法

- ◆ 適當的統計方法才能顯示出資料的意義，反之，可能造成結論的錯誤。
- ◆ 需要高深的統計方法嗎？
- ◆ 統計方法的決定，須在開始收集資料之前

選擇適當的統計方法-資料的種類

- ◆ 四種測量的量尺
 - 1.比率量尺：有絕對的0點。身高、體重
 - 2.等距量尺：分數。
 - 3.次序量尺：名次；高技能、中技能、低技能
 - 4.類別(名義)量尺：性別、職業、問卷
- ◆ 高層次→低層次

選擇適當的統計方法-資料的特性

- ◆ 在使用母數統計考驗時，研究資料必須能滿足以下三種特性
 - ◆ 1.資料是常態分配或接近常態分配：

在比較不同組別受試者的差異時，如分數的分配是偏態而非常態，使用母數統計法考驗將缺乏正確性。偏態愈大，使用母數統計法的正確性愈小。
 - ◆ 2. 資料的變異數具有同質性：

各組的變異數必須相等，亦即分配範圍要相同。否則將導致嚴重的錯誤。

選擇適當的統計方法-資料的特性

- ◆ 3. 資料是等距量尺和等比量尺資料：

各種母數統計法所適用的資料，必續是連續的等距量尺和等比量尺資料。

選擇適當的統計方法-資料的特性

- ◆ 類別資料和順序資料則採取無母數統計考驗
- ◆ 但其考驗的效力較低，因而比較不可能推翻虛無假設。基於此項理由，統計學家建議應盡可能使用母數統計考驗方法。

母數統計考驗的方法及目的

統計考驗方法	目的
t 考驗	考驗兩個平均數、比例或相關是否顯著的差異。
臨界比(z)	考驗單一平均數、比例或相關是否顯著不同於某一獨特母群體的數值。
變異數分析(F)	考驗一個自變項或兩個自變項以上的幾個平均數是否顯著的不同，以及各自變項之間的交互作用的效果。
共變數分析	以某些自變項為共變量，控制其對依變項的影響下，考驗各自變項間平均數的差異。
因素分析	辨認變項間的共同因素，以較少的共同因素說明所研究的現象。
趨向分析	考驗假設性趨向存在的顯著性。
杜凱方法	變異數分析達到顯著水準後，用以考驗各組間平均數的差異顯著性。
薛費方法	

摘自郭生玉 (1986)。心理與教育研究法，414頁。

無母數統計考驗的方法及目的

統計考驗方法	目的
卡方考驗(χ^2)	考驗兩個次數分配是否顯著不同。
中數考驗	考驗兩個中數是否顯著的不同。
曼惠特尼U考驗	考驗兩個獨立樣本平均數是否顯著的差異。
符號考驗	考驗兩個相依樣本分數是否顯著的差異。
魏氏配對組符號等級考驗	考驗兩個相依樣本平均數是否顯著的差異。
克瓦氏考驗	考驗單一因子的各組平均數是否顯著不同。
肯得爾和諧係數考驗	考驗兩個以上分數的一致性。

摘自郭生玉 (1986)。心理與教育研究法，415頁。

自變項的類型及數目

		自變項的類型及數目						
		等距或比率變項		次序變項		類別變項		
		一個	>1個	一個	>1個	一個	>1個	
依變項的類型及數目	等距或比率變項	一個	相關	複相關	可將自變項和依變項轉化成較低層次的變項，而使用表中適當的統計方法		1.變異數分析 2.t考驗	
		>1	因素分析(沒有自變項)	1.多變項複迴歸分析 2.典型相關			多變項分析~單因子	1.多變項分析~雙因子 2.區別分析
	次序變項	一個	可將自變項和依變項轉化成較低層次的變項，而使用表中適當的統計方法	斯皮爾曼等級相關	肯得爾和諧係數	1.符號考驗 2.中數考驗 3.U考驗 4.克瓦氏考驗	佛里曼二因子等級變異數分析	
		>1						
	類別變項	一個			1.符號考驗 2.中數考驗 3.U考驗 4.克瓦氏考驗	佛里曼二因子等級變異數分析	1.Ø相關 2.費雪爾正確概率考驗 3. χ^2 考驗	χ^2 考驗

摘自郭生玉 (1986)。心理與教育研究法，417頁。