

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果

*
* 聽覺的因果知覺 *
*

計劃編號：NSC 90-2413-H-002-019

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

計劃主持人：張欣戊

執行單位：國立台灣大學心理研究所

中華民國 91 年 8 月 15 日

聽覺的因果知覺

張欣戊

國立台灣大學理學院心理研究所

頁首短題：因果知覺
台大心理系.Tel. 23630231-2797

聽覺的因果知覺

因果知覺是吾人認知系統整合外界訊息的一個重要架構。哲學及心理學皆極為重視此問題，但過去心理學的研究，由 70 年前 Michotte 的研究以至晚近對嬰兒及成人的研究皆以視覺刺激為知覺的輸入訊息。這一現象一方面是因為知覺研究一向偏視覺而輕他種知覺管道，一方面因果知覺涉及的是事件之間的關連而事件似乎是以視覺為專責。但捨視覺是否即無因果的可能？盲人對因果知覺又如果建立呢？

本研究試圖以聽覺訊息為基礎，探討正常人及盲人對聽覺訊息的因果知覺，此研究是一全新的探索，國內外尚無人嘗試此類研究。

研究背景

因果知覺 (causal perception) 是指吾人認知系統對外界的事件 (event) 常以因 (cause) 與果 (effect) 的方式加以整合或理解之，但因果事件並非單純的將二件前後發生的事的前事件稱為因，後事件稱為果。換而言之，因果事件與古典制約中的 CS 與 UCS 的關連並不相同。一般 CS 與 UCS 之間是武斷或隨意 (arbitrary) 的關係，二者在重複出現下，然後 (依認知論的解釋) CS 產生預測 UCS 的能力，但因果關係的因事件與果事件之間卻在吾人認知系統中含有必然性 (necessity) 的成份。CS 與 UCS 的關連可以由相反之經驗 (即消除程序) 而使 CS 與 UCS 之關係削弱甚或消失，但因果事件的關連卻不會因相反經驗之出現而削弱。例如一個滾動的球撞到一個靜止的球而後者啟動，我們會認為後者的啟動

是因為撞擊而成 (因果關係)。若下一次撞擊，靜止球並未啟動 (與因果關係相

是因為撞擊而成 (因果關係)。若下一次撞擊，靜止球並未啟動 (與因果關係相反之經驗)，我們會認為有特殊原因使被撞的球沒有移動而非原先之因果關係不成立。即使這種反經驗重複上百次，也不會讓我們對球撞球會使靜止球移動的因果預期消失，這就是因果知覺的必然性成份。這個成份是區分古典制約式的學習之後所產生之 CS、UCS 之關連預期與因果關連之預期的差別。Hume (1748/1955) 在他討論因果的問題時，雖然力主因果關係來自二個事件的重複出現 (類似 CS、UCS 的重複出現)，但他也認識到因果關係所特有的 “necessity” 的成份而無法圓滿解釋因果關係的這種傾向。近人 Premack (1995) 對事件之間的關連有 natural contingency 與 arbitrary contingency 之分，也涉及這個問題。Schlottmann and Shanks (1992) 的實驗結果也顯示人類的因果知覺 (causal perception) 不受事件關連 (contingency) 變化的影響，事件的關連與事件的因果是兩種不同形態的知覺。

一般對因果關係的“必然性”的解釋是以吾人的因果認知是建立在吾人對事件有“產生”的認知的理論上。“產生” (power of production) 是指某些事件 (因) 有產生另一事件 (果) 的能力。例如火 (事件 A) 能產生熱或煙 (事件 B)，因此火與煙有因果的關係。這種理論統稱為 power theory (Bullock, Gelman & Baillargeon, 1982; Lesile, 1995; Shultz, 1982; White, 1989, 1998)。Power theory 明顯的含著一個意義：吾人因果知覺是知識與學習之後的產物，因為一個事件是否能產生另一事件似乎不可能是天成 (innate) 的知識。但嬰兒研究的結果 (Leslie, 1982; Oakes & Cohen, 1990) 顯示 6 個月的嬰兒已能對“球撞球”這類的視覺訊息作出類似成人因果知覺的反應，這類結果對 power theory 而言有相當殺傷力。根據嬰兒的反應，也許因果知覺可以被認為是人類天成的一種類似 Fodor

(1982) 所說的 *mental module*。另外 Michotte (1963) 於 30 年代所作的系列經典實驗中，特別採用平常經驗世界中看不到的物體作為視覺因果知覺的刺激物，以便降低學習與知識的影響，這種作法主要的意圖也是反駁 *power theory*。雖然，Michotte (1963) 認為他的結果顯示吾人的因果知覺不須要經驗，在第一次看到一個不熟悉的物件撞擊另一物件時就立即產生因果知覺，但不可否認的是若吾人由過去的具體經驗中建立起一個普遍性的物體撞擊物體的抽象架構 (*schema*) 而由此架構去知覺 (*perceive*) 新的物事件，則 Michotte 的實驗結果即可解釋為經驗影響因果知覺而非如 Michotte 所認為因果知覺無須經驗。事實上，視覺刺激無論用多麼少見的形狀或顏色，觀察者雖可能無法識別此物，但終究可以以一個物體 (*an object*) 這樣抽象的概念來歸類。如此任何物體都可以納入吾人對物體的普遍認知架構，而此架構下可能即包含了物體撞擊物體的因果認知。因此以無論任何視覺刺激皆實難以達到“全新”的境界；也因此經驗對因果知覺的影響問題實難以用視覺刺激澄清之。

聽覺刺激 (*auditory stimuli*) 過去並沒有被利用來探討因果知覺，White (1993) 曾對這種遺漏大為嘆息。他認為吾人對視覺以外的知覺管道的因果知覺所知太有限，實為研究此議題的一大缺陷。原則上，以因果知覺如此重要的能力而言，吾人應可透過其他的知覺管道察覺事件的因果關連。因此利用聽覺刺激的研究重點不在因果有無之探討而在探知其他知覺管道的因果知覺特性。如果因果知覺僅是因果認知的外在表現，那麼不同的知覺管道在知覺特性上（如刺激的時間近接性對因果的影響）應無差別，反而言之，若因果知覺有其知覺上的自主性 (*perceptual autonomy*)，那麼不同的知覺管道可能會顯現出非常不同的知覺特性。這一點是本計劃的研究重點之一。另外，由聽覺刺激的運用，也許可以驗

證學習對因果知覺上的影響。如上所述，任何視覺刺激很難擺脫“物體”的認知。我們雖然可以由聲音來辨認許多物體，但也有許多與物體無關的聲音（例如風聲、雷聲、噪音（white noise）、蒸氣聲等）這些聲音可以讓研究者充份操弄各式有關連或無關連的“聲音事件”（auditory events）之間的因果判斷，也可以用人們無法辨認的聲音來產生“全新”的聲音事件，然後利用“全新”事件的重複出現來探討事件的 contingency 與事件的 causality 之間到底關係何在？另外一個重要目的在於探討盲人的因果知覺。盲人無法由視覺管道得知因果關係，因此（除非盲人沒有因果知覺）其因果知覺必來自其他知覺管道，聽覺是最可能的盲人因果知覺管道。由此可知，探討盲人對聲音的因果判斷自有其重要性。

研究目的

本計劃的研究目的有下列三項：

1. 探討聽覺系統因果知覺的特性，尤其是二事件間時間的延宕（temporal delay）如何影響因果知覺，並以此結果比較已知的視覺資料。
2. 透過訓練（或練習）的方式探討二個原本不具因果關係的聲音，在重複出現下是否會漸漸產生因果的關係。
3. 探討盲人對聲音的因果關係的判斷，並探討二事件間時間延宕對因果知覺的影響。另外也將探討訓練（如第 2 重項）對盲人因果知覺的影響。

研究方法

實驗刺激：

市售電腦光碟片有專門為配音所設計的音效光碟片（如勁源科技股份有限公司的“七千個我形我樣”、典匠光碟的“音樂寶鑑”、思迪科技發展有限公司的“Free Sound”等等），其中每片都有千種以上的不同聲音。本研究請 10 位大學生分別傾聽從典匠光碟發行的“音樂寶鑑”中選出的 89 個聲音，並由每個人說出每個聽到的聲音是什麼，以問卷的方式記錄。由受試者的回答中，這些聲音被分成三類：

- A. 受試者回答一致性很高，也明確的能說出那個聲音是什麼聲音。
- B. 受試者回答一致性很高，但都無法識別那個聲音（例如：我聽不出來那是什麼聲音）。
- C. 受試者之間回答一致性很低，但對個別聲音的識別有明確的指認，很少有無法識別的反應。

上列三類聲音的 C 類對本研究而言是沒有用的。

A 類的聲音在本研究中將稱為“有意義的聲音”。

B 類的聲音在本研究中將稱為“沒有意義的聲音”

表 A

聲音的分類（受試 N=10 人）

	原光碟編號	反應一致的人數	受試者對聲音的判斷
A類	cardoor.wav	10	汽車發動的聲音
	flush.wav	10	沖馬桶的聲音
	lid.wav	10	東西落地的聲音
	wind.wav	10	刮風聲
	bees.wav	10	蟲在飛的聲音
B類	Lavatlo.wav	8	無法判斷
	wav111.wav	9	無法判斷
	wav127.wav	7	無法判斷
	wav197.wav	8	無法判斷
	wav206.wav	7	無法判斷

實驗的一般過程：

受試者會先聽到一個滾動 (Rolling) 的聲音，接著是一聲短促的撞擊聲 (impact)，然後另一個聲音 S。本實驗主要操弄的變項之一是 S 的性質。另外兩個操弄的變項是：1. 滾動聲結束到撞擊聲開始之間的延宕時間 (delay1)。

2. 撞擊聲結束到 S 聲音開始之間的延宕時間 (delay2)。

因此本研究的刺激架構基本上是：

Rolling sound + delay1 + Impact sound + delay2 + S

本研究所有實驗的呈現與控制皆由電腦執行

受試者反應是以七點量表（見下）作為評分的尺度。

1	2	3	4	5	6	7
肯定不是	不是	也許不是	無法確定	也許是	不是	肯定是

來回答下列問題(除了實驗 1.5)：

“滾動的聲音是否引發了後面的聲音？”

實驗系列一

本系列實驗的主要目的有二個，第一（實驗 1.1）是確定由聲音的事件是否能引發因果的判斷，並且探討不同性質的聲音對因果判斷的影響。第二個目的是探討聲音與聲音之間的延宕時間的長短對因果知覺的影響。過去申請人（張欣戊 1999）及其他研究者（Michotte, 1963; Schlottmann and Shanks, 1992）都發現視覺上的因果知覺，若以球撞球為觀察事件，第一個球撞到第二個球到第二個球開始滾動之間的延宕（類似本實驗之 delay2）若超過 150 毫秒（150ms）則因果知覺會完全消失。聽覺的因果知覺對延宕時間的敏感度為何？尤其是與視覺因果知覺的比較是本實驗的重點。

實驗 1.1

方法

受試者會先聽到一個滾動（Rolling）的聲音，接著是一聲短促的撞擊聲（impact），然後另有一個聲音 S。S 為本實驗的主要操弄變項。

受試：本實驗受試共 13 人，皆為選修普心的台大學生。其中 2 人資料有誤，最後可分析之資料有 11 人。

實驗設計：本實驗只有一個自變項，即 S 聲音，總共有 10 個聲音。其中有意義的聲音包括發動汽車的聲音、沖馬桶的聲音、東西掉落著地的聲音、風聲、昆蟲在飛的聲音五種。沒有意義的聲音也有 5 種，分別為無意義 1、無意義 2、無意義 3、無意義 4 和無意義 5。

每一種聲音有 5 個嘗試，以隨機的順序呈現。每一個人需做（ $10 \times 5 = 50$ ）50 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（見指導語），然後有 3 個練習。若受試者有疑問可提出，若無疑問隨後即進入正式測驗。

受試者所接受之指導語如下：

指導語

歡迎參加這個實驗。

在等一下的實驗中，你會聽到一系列的聲音，首先你會聽到一個滾動的聲音，然後有一個撞擊聲，最後有另外一個聲音，希望你憑自己的感覺來判斷前後的聲音之間是否有因果的關聯。也就是說滾動的聲音是否引發了後面的聲音。如果你覺得很肯定的是，就給 7 分，如果覺得很肯定的不是就給一分。（其他各種狀況，請參考評分尺）

每聽完一次，就把你的答案直接按鍵輸入。按鍵輸入之後約兩秒鐘，下個嘗試即出現。

好！下面我們先練習一次，之後若有問題，可以再澄清。

結果與討論

由圖 1.11 可看出，明顯得到正面因果知覺的判斷（即得分在 4.0 以上者）的情況僅有“東西掉落”的聲音。其他 9 個聲音的分數都 4.0 以下，也就是說，這 9 個聲音的因果知覺都傾向負面。但這 9 個聲音之間並非沒有系統性的差異，由圖上可看出 5 個無意義的聲音的因果知覺分數是介乎三個有意義的聲音（蟲在飛、車發動，及沖馬桶）與“東西掉落”聲音之間。換而言之，有意義的聲音在因果知覺的判斷上呈現兩極的趨勢，其得分或是很高（如“東西掉落”）或是很低（其他三種有意義的聲音）。而無意義的聲音的得分則在這兩極之間。這個普遍趨勢唯一的例外是“風聲”，它的得分類似無意義的聲音。

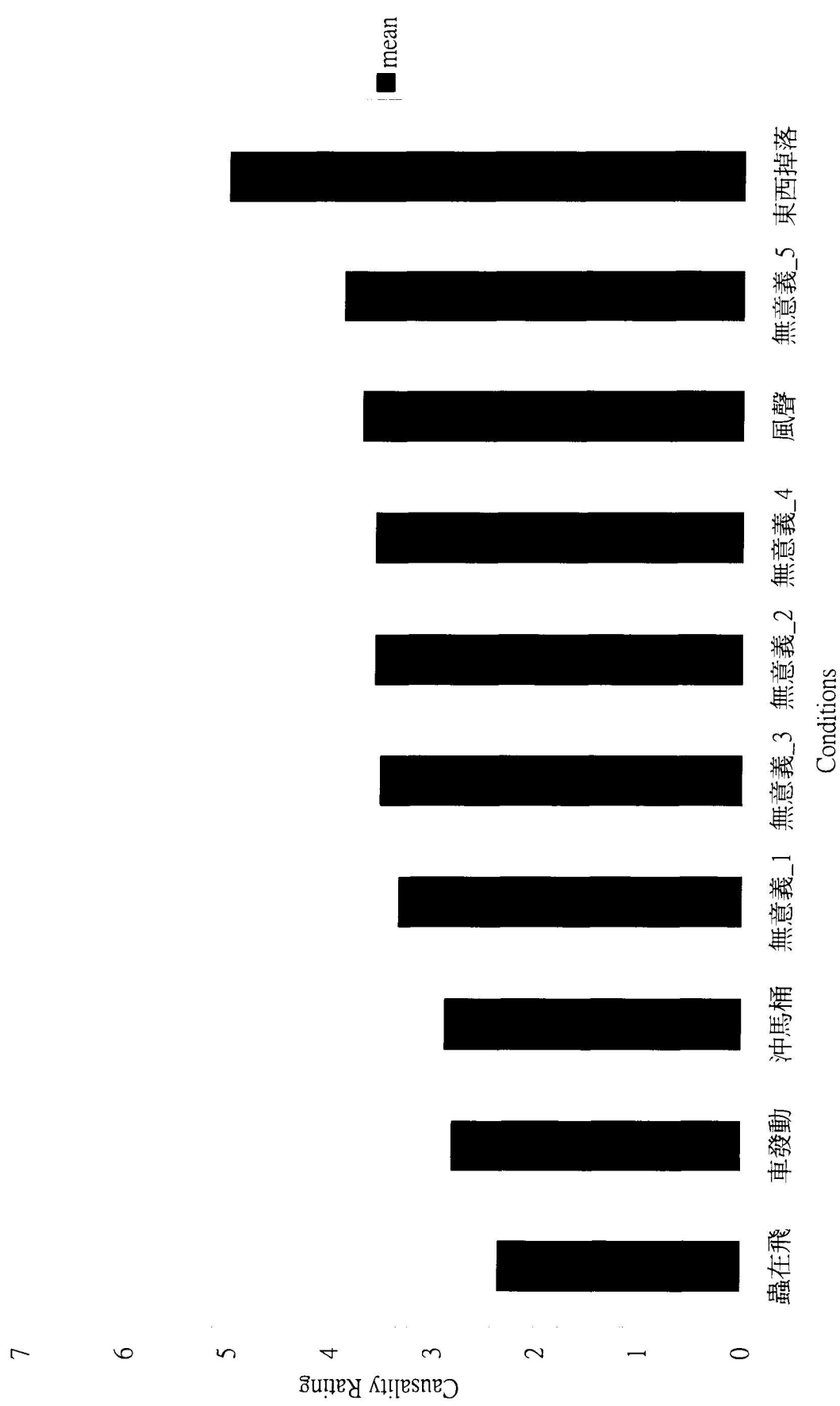
統計分析，首先以 one-way ANOVA 來分析整個實驗的結果（見表 1.11），其主要效果（也就是 10 個聲音之間的差異）達到顯著效果（ $F(9, 90) = 2.9$ ； p

< .005)。但由圖 1.11 的情勢來看，比較有意義的分析是：(a) 5 個無意義的聲音，整體而言是否與“東西掉落”的聲音有差別，(b) 5 個無意義的聲音與另外 3 個有意義的聲音整體而言是否有差別？

Table 1.11

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
Sound	51.25	9	5.70	2.91	.005
Residual	176.35	90	1.96		

圖 1.11
對十種聲音的因果判斷



實驗 1.2

方法

受試者會先聽到一個滾動（Rolling）的聲音，接著是一聲短促的撞擊聲（impact），然後有一延宕時間（delay2），最後另有一個聲音 S。delay2 為本實驗的主要操弄變項。聲音 S 只取東西掉落著地的聲音。

受試：本實驗受試共 12 人，皆為選修普心的台大學生。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：本實驗只有一個自變項 delay2，共有 6 個值，即分別為 0ms, 500ms, 1000ms, 1500ms, 2000ms, 3000ms。

每一個 delay 有 6 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $6 \times 6 = 36$ 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（和實驗 1.1 的指導語一樣），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

結果與討論

本實驗僅有一個自變項，即 delay 2 的時間長短。由圖 1.21 可看出結果，因果知覺反應在小於 1000ms 的 delay 時皆為正向。這個結果與視覺的啟動事件（launching）時所發現的結果有極大的不同。啟動事件時第一個物件於撞擊第二個物件後，在第二個物體移動前若有 120ms 以上的延宕，因果知覺即成為負數。若延宕時間達到 250ms，因果知覺的判斷會低到 2.5 左右（見圖 1.22）。但在本實驗中，延宕時間在 500ms 時，因果知覺並沒有明顯下降。由 Table 1.22 的 HSD 分析中可看出，0ms 的因果知覺與延宕 2000ms 以下的數據，在統計上皆無差異。

由本實驗之結果可以初步得到以下之結論：

聽覺的因果知覺在本質上似乎不同於視覺的因果知覺，尤其是聽覺對延宕時間的敏感度遠低於視覺。

Table 1.21

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
Delay	52.32	5	10.46	8.81	.000
Residual	65.30	55	1.19		

Table 1.22

不同延宕時間的平均值的差異

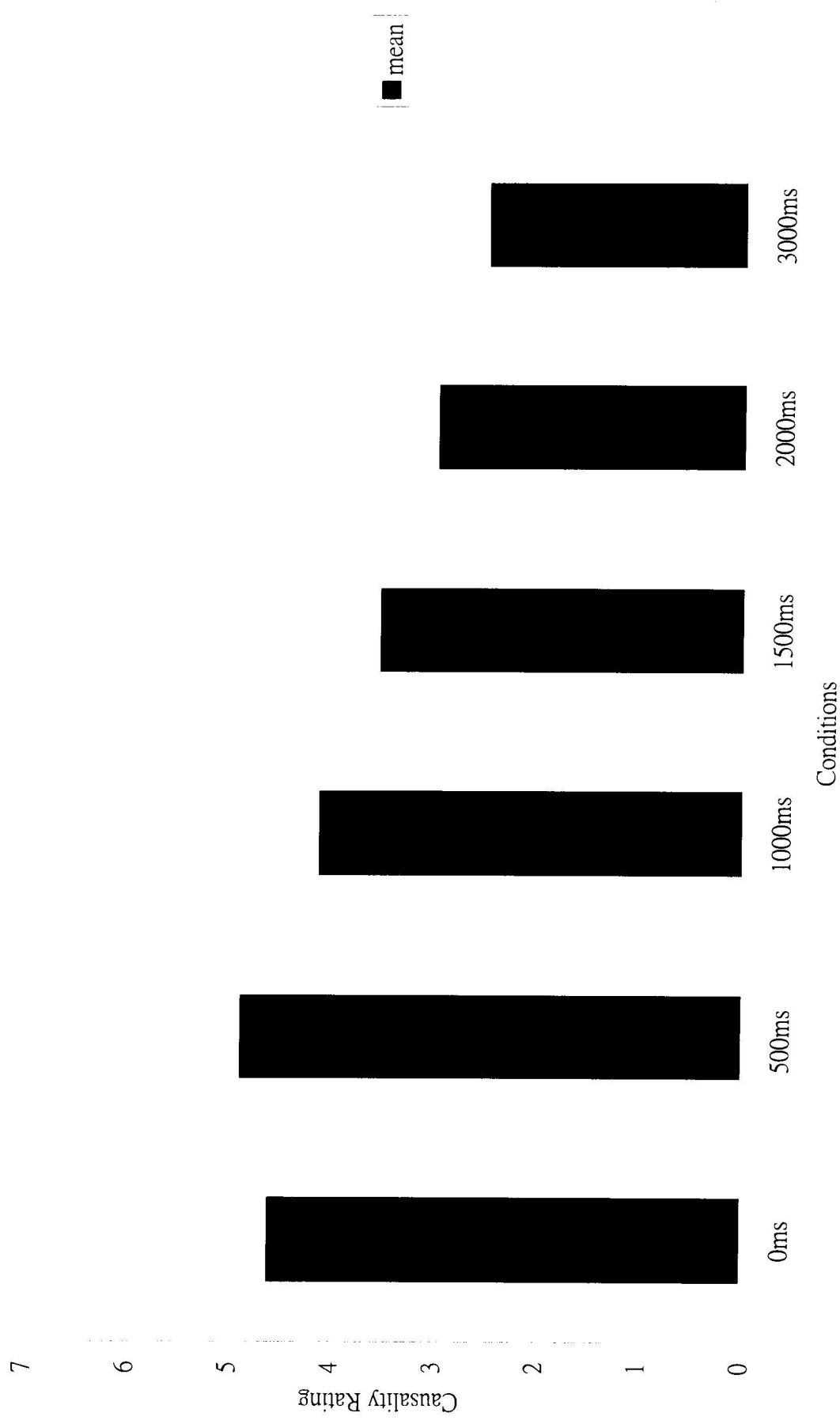
	0ms (4.60)*	500ms (4.88)	1000ms (4.11)	1500ms (3.53)	2000ms (2.97)	3000ms (2.49)
0ms	0	- 0.28	0.49	1.07	1.63 [✓]	2.11 [✓]
500ms		0	0.77	1.35 [✓]	1.91 [✓]	2.39 [✓]
1000ms			0	0.58	1.14	1.62 [✓]
1500ms				0	0.56	1.04
2000ms					0	0.48
3000ms						0

*括弧內數字為因果知覺的平均分數。

打[✓]者為顯著（即大過 1.26）

$$\begin{aligned}
 \text{HSD} &= q \sqrt{\frac{\text{Mse}}{n}} = 4.20 \sqrt{\frac{1.19}{12}} \\
 &= 4.2 \times 0.3 \\
 &= 1.26
 \end{aligned}$$

圖 1.21
不同延宕時間對因果知覺的影響



*圖 1.22
啓動（視覺）事件的因果知覺



*此圖來自（Chang, 2002, Figure.1.）

實驗 1.3

方法

受試者會先聽到一個滾動（Rolling）的聲音，然後有一延宕時間（delay1），接著是一聲短促的撞擊聲（impact），又有一延宕時間（delay2），最後另有一個聲音 S。delay1 和 delay2 為本實驗的主要操弄變項。聲音 S 只取東西掉落著地的聲音。

受試：本實驗受試共 12 人，皆為選修普心的台大學生。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：本實驗共有兩個自變項，一為 delay1，共有 4 個值，即分別為 0ms, 500ms, 1000ms, 1500ms。另一自變項 delay2 共有 3 個值，即 0ms, 500ms, 1500ms。

每一個 delay 有 5 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $3 \times 4 \times 5 = 60$ 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（和實驗 1.1 的指導語一樣），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

結果與討論

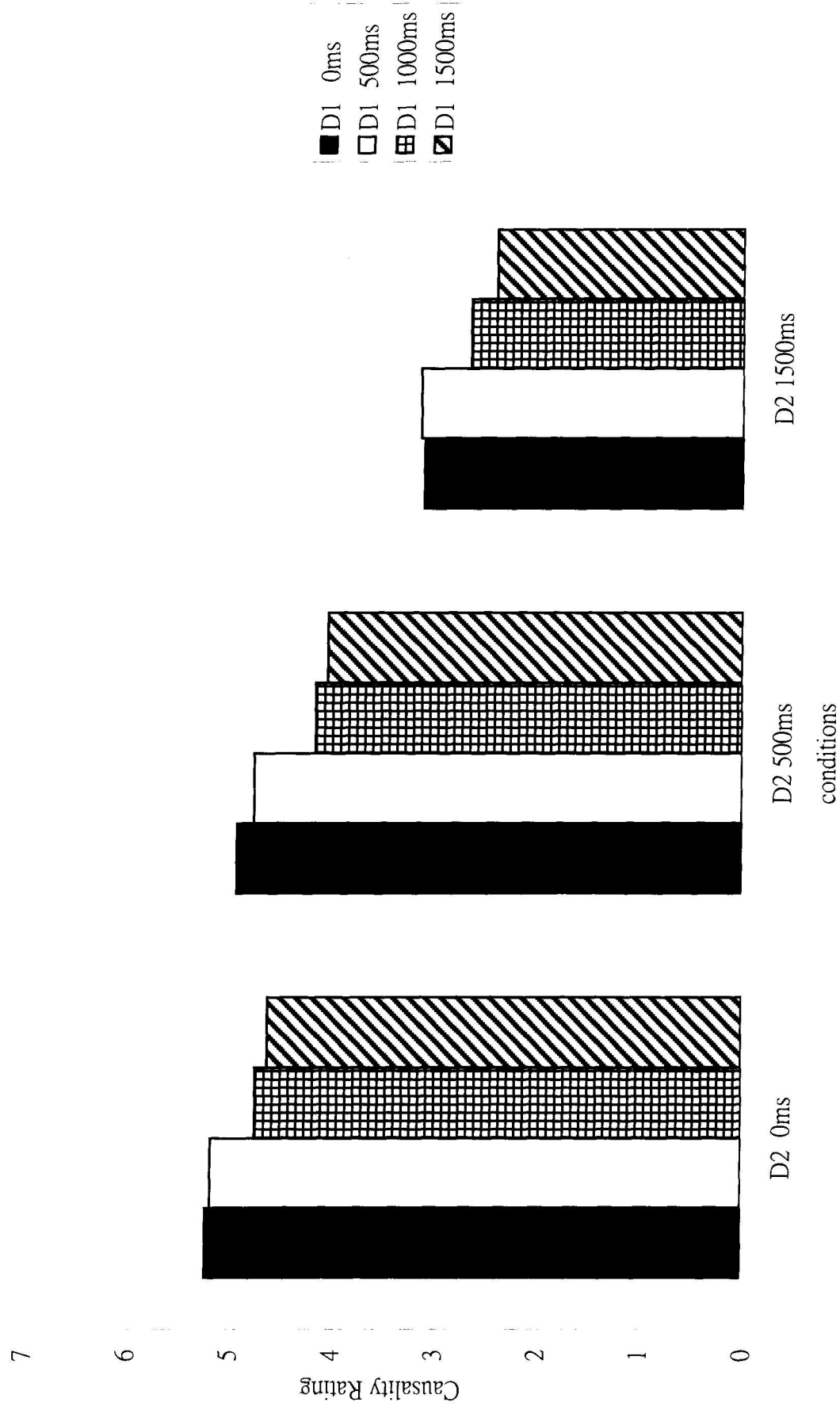
實驗結果見圖 1.31。由圖 1.31 可見，D1 對因果知覺的影響似乎沒有 D2 重要。雖然加長 D1 的延宕也會對因果知覺有所影響，但 D1 由 0ms 加長到 1500ms，其影響因果知覺的幅度皆不超過 1.0，但 D2 的延宕，由 0ms 到 1500ms 對因果知覺的影響大約在 2.0。

由表 1.31 可見 D1 與 D2 的效果在統計上皆達到顯著水準。D1 為 $F(3,33) = 7.19$, $p < .001$ ；D2 則為 $F(2,22) = 41.48$, $p < .000$ 。D1 與 D2 之間並沒有明顯的交互作用 $F(6,66) = .29$, $p < .9$ 。

Table 1.31

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
Delay 1	14.22	3	4.74	7.19	.001
Residual	21.76	33	.66		
B					
Delay 2	118.07	2	59.04	41.48	.000
Residual	31.31	22	1.42		
A X B					
Delay 1 by 2	.51	6	.08	.29	.938
Residual	19.07	66	.29		

圖 1.31
不同延宕時間對因果知覺的影響



實驗 1.4

方法

本實驗設計是一個 two factor design。第一個因素是“impact”的有無，第二個因素是 5 個不同的聲音。在 impact 的變項下，有 impact 的情況，受試者會先聽到一個沒意義的聲音（Ni），接著是一聲短促的撞擊聲（impact），最後另有一個聲音 S。在沒有 impact 的情況下，受試者會先聽到一個沒意義的聲音（Ni），接著另有一個聲音 S。Ni 為本實驗的另一個操弄變項，共有 5 個沒意義的聲音。聲音 S 只取東西掉落著地的聲音。這兩個因素之操弄是以混合的方式呈現給受試者。

受試：本實驗受試共 11 人，皆為選修普心的台大學生。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：情況 1 與情況 2 中的沒意義（Ni）的聲音有 5 個，所以共有 10 種不同情境。

每一種情境有 5 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $10 \times 5 = 50$ 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（和實驗 1.1 的指導語一樣），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

結果與討論

本實驗之基本結果可見圖 1.41。由 two-way ANOVA 的分析（見 Table 1.41）可看出，除了不同聲音會引發不同的因果知覺效果（ $F(4,40) = 10.62, p < .001$ ）外，其他效果如撞擊聲（ $F(1,10) = .01, p < .9$ ）或撞擊與聲音之交互作用（ $F(4,40) = 1.72, p < .17$ ）皆未達顯著水準。事實上，由圖 1.41 可見，即使聲音的顯著效果，

也是來自其中一個聲音（#4）的效果特別高，否則聲音效果也未達顯著水準。
 由 Table 1.42 的分析（原有資料剔除#4 的聲音的重新分析）可以證明這一點。在
 剔除#4 的聲音後，聲音效果未達顯著水準（ $F(3,30) = 2.33, p < .1$ ）。

由這個實驗結果可得知，著第一個聲音是一個無意義的聲音，那麼系列聲音的出現並不會造成因果知覺的後果。

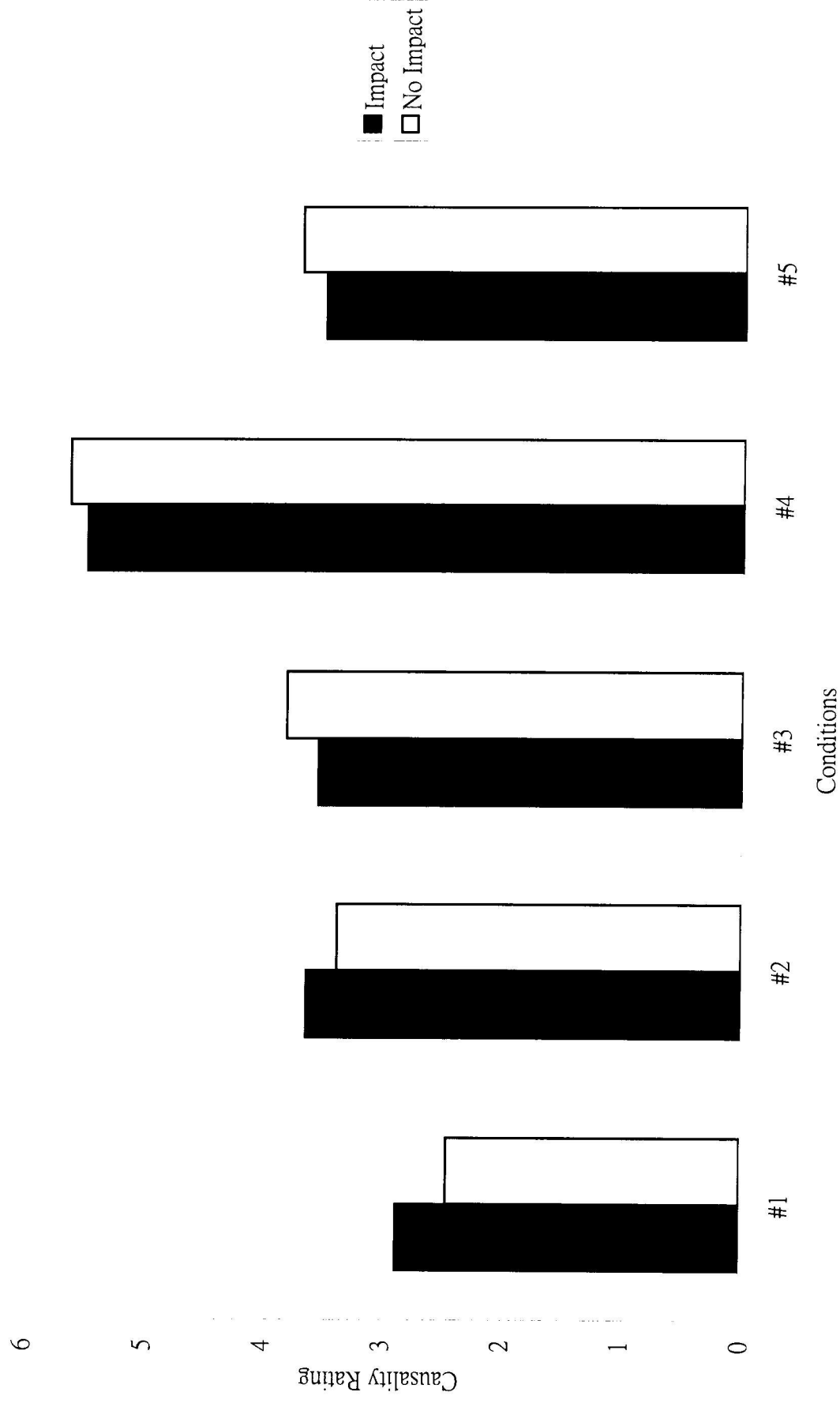
Table 1.41

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
Impact	.00	1	.00	.01	.911
Residual	2.93	10	.29		
B					
Sound	99.82	4	24.95	10.62	.000
Residual	94.01	40	2.35		
A X B					
Impact by Sound	2.05	4	.51	1.72	.166
Residual	11.93	40	.30		

Table 1.42

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
Impact	.058	1	.058	.15	.703
Residual	3.74	10	.374		
B					
Sound	14.77	3	4.92	2.33	.094
Residual	63.36	30	2.11		
A X B					
Impact by Sound	1.88	3	.63	1.96	.141
Residual	9.56	30	.32		

圖 1.41
Impact的有無對因果知覺的影響



實驗 1.5

方法

受試者會先聽到一個滾動（Rolling）的聲音，然後有一延宕時間（delay），接著另有一個聲音 S。delay 為本實驗的主要操弄變項。聲音 S 只取東西掉落著地的聲音。本實驗的目的是探測一般人對延宕時間的有無的察覺大約是在幾個 ms。以便檢驗延宕時間對因果知覺的影響（實驗 1.2 至 1.3）是否受制於對延宕時間的察覺。

受試：本實驗受試共 12 人，皆為選修普心的台大學生。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：本實驗只有一個自變項 delay，共有 6 個值，即分別為 0ms, 150ms, 250ms, 500ms, 750ms, 1000ms。

每一個 delay 有 6 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $6 \times 6 = 36$ 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（和之前的實驗指導語不同，見下），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

受試者所接受之指導語如下：

指導語

歡迎參加這個實驗。

在等一下的實驗中，實驗的每一次嘗試，你都會聽到一系列的聲音，希望你聽完後能決定當第一個聲音停止以後，是否第二個聲音馬上就出現。如果你覺得很肯定的是，就給 7 分，如果覺得很肯定的不是就給一分。（其他各種狀況，請參考評分尺）

每聽完一次，就把你的答案直接按鍵輸入。按鍵輸入之後約兩秒鐘，下個嘗試即出現。

好!下面我們先練習一次，之後若有問題，可以再澄清。

結果與討論

本實驗的唯一目的是探測吾人對聲音之間的時間隔無音的空檔的知覺能力。

由圖 1.51 可看出當空檔在 150ms 時，平均而言，吾人尚不能十分確定此空檔之存在，但當空檔在 250ms 時，吾人已能察覺其存在。當空檔在 500ms 時，吾人幾乎都能確定此空檔之存在。

由此結果而言，實驗 1.1 中，在 500ms 時因果知覺無異於 0ms 的結果，並不能被解釋為受試者無法察覺 500ms 的空檔之存在。

Table 1.51

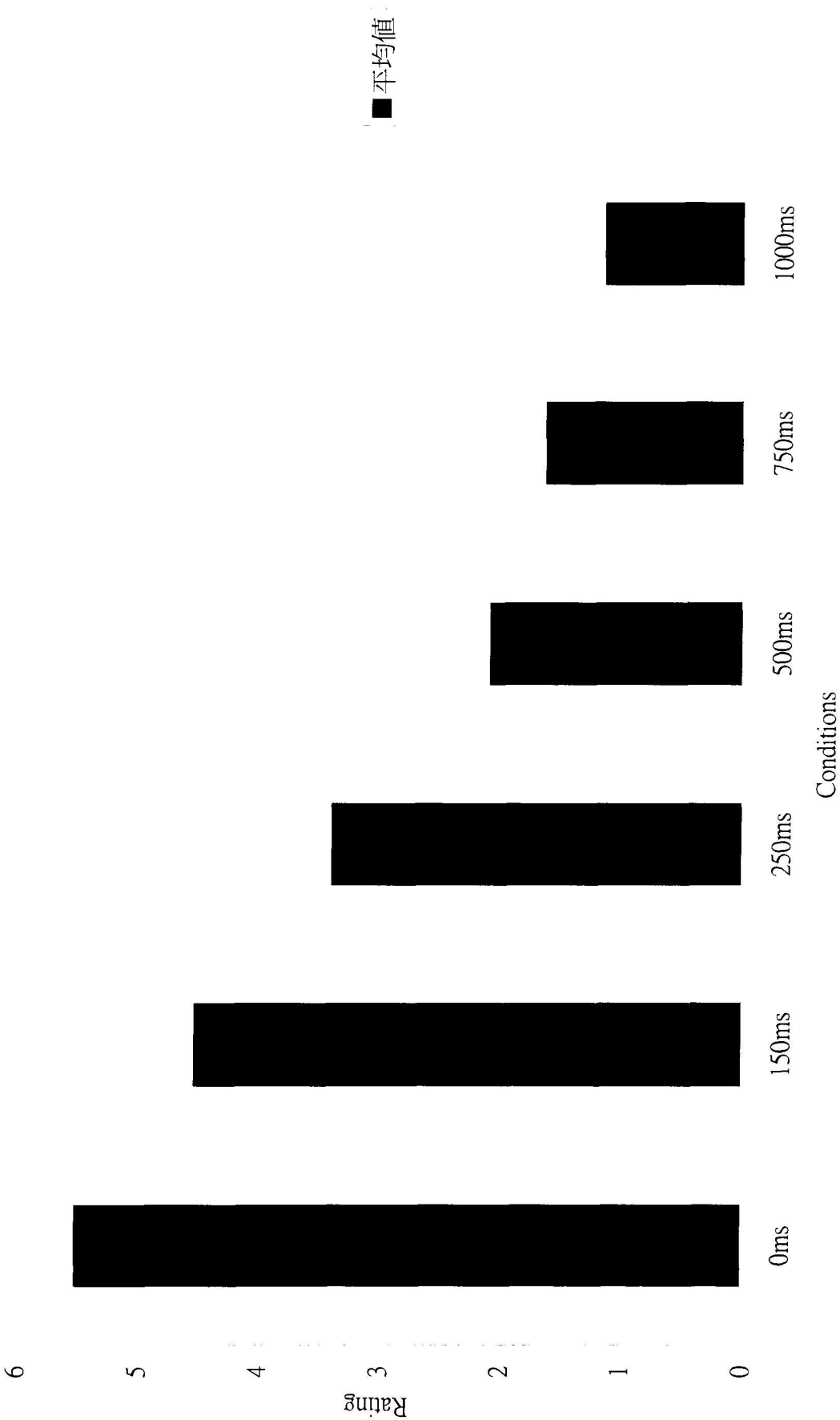
Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
Delay	179.84	5	35.97	71.76	.000
Residual	27.57	55	.50		

Table 1.52
延宕時間區辨能力的測驗

	0ms (5.5)*	150ms (4.51)	250ms (3.38)	500ms (2.07)	750ms (1.61)	1000ms (1.23)
0ms	0	0.99	2.12	3.43	3.89	4.27
150ms		0	1.13	2.44	2.9	3.28
250ms			0	1.31	1.77	2.15
500ms				0	0.46	0.84
750ms					0	0.38
1000ms						0

$$\begin{aligned}
 \text{HSD} &= q \sqrt{\frac{\text{Mse}}{n}} = 4.18 \sqrt{\frac{0.5}{12}} \\
 &= 4.12 \times 0.2 \\
 &= 0.84
 \end{aligned}$$

圖 1.51
延宕時間區辨能力的測驗



實驗系列二

本系列實驗的目的是探討訓練（或兩事件重複出現）對因果知覺的影響。以 Hume (1748) 的說法，事件重複出現即可造成事件之間的因果關係，但 Michotte (1963) 認為吾人有能力對“全新”的事件在第一次觀察時即產生因果知覺。但視覺刺激很難有“全新”的事件（已如前述），因此本實驗是以聲音為刺激，以“無意義”的聲音作為 S，然後探討聽者對這些聲音的反應。再以此類聲音作為訓練的刺激。

實驗 2.1

方法

受試者會先聽到一個滾動（Rolling）的聲音，接著是一聲短促的撞擊聲（impact），最後另有一個聲音 S。S 為本實驗的主要操弄變項。

受試：本實驗受試共 11 人，皆為選修普心的台大學生。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：本實驗只有一個自變項 S，共有 4 種聲音，分別是二個有意義的聲音，即昆蟲在飛的聲音、發動汽車的聲音，和二個沒意義的聲音。

每一個聲音有 10 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $4 \times 10 = 40$ 個嘗試。

實驗程序：受試者為個別施測。每位受試先接受簡單說明（和實驗 1.1 的指導語一樣），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

結果與討論

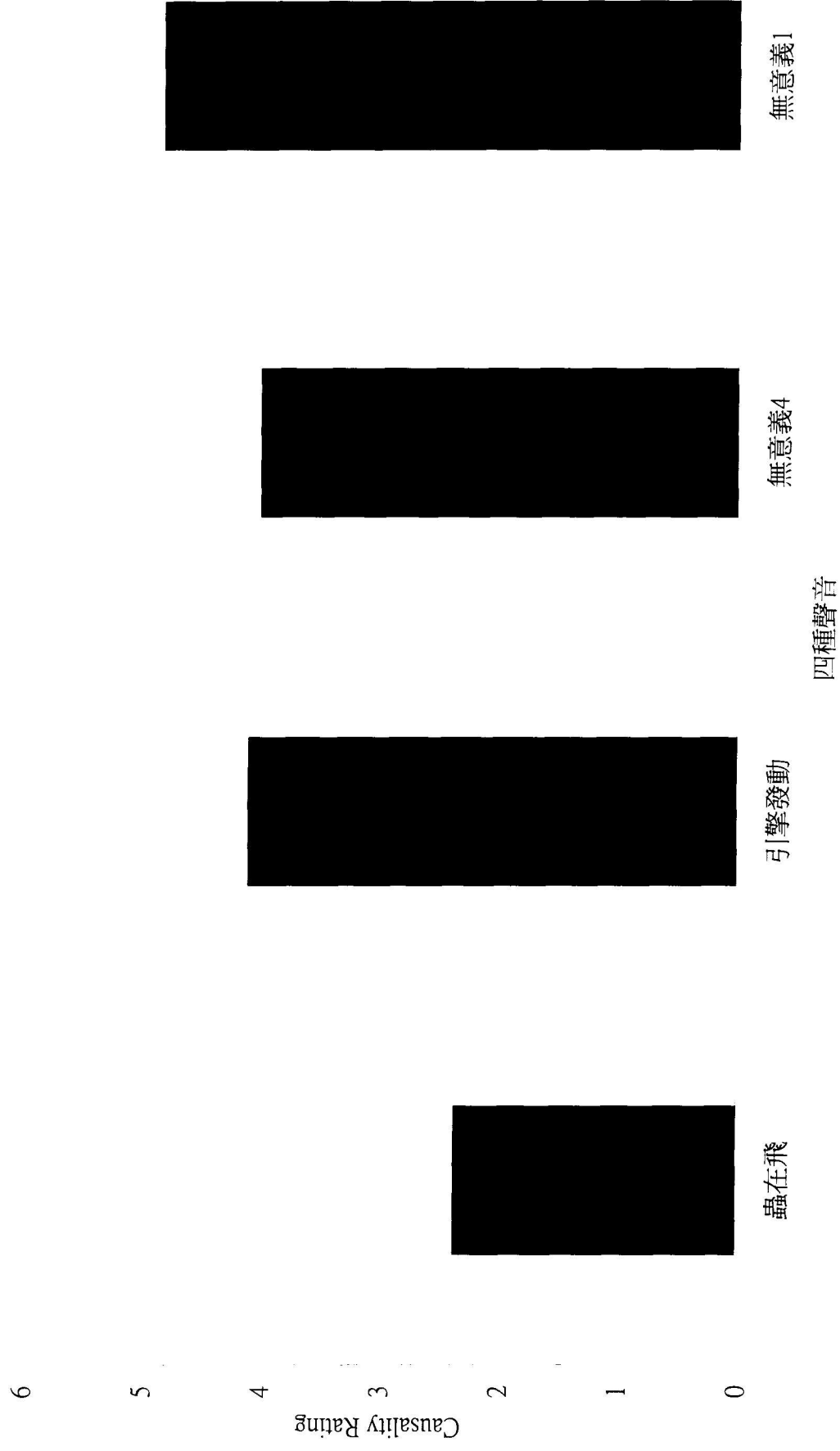
由圖 2.11 可以看到，除了“蟲在飛”的音效得到較低的因果知覺的分數外，其他三種聲音的因果知覺分數差異不大，都在 4.0（也就是無法判斷是否有因果知覺）。

表 2.11 的 ANOVA 分析聲音差別有顯著差異（ $F(3,30) = 5.33, p < .005$ ），但這個差異幾乎可以確定為“蟲在飛”與另外三種聲音的差異所造成。

Table 2.11

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
Sound	35.71	3	11.90	5.33	.005
Residual	66.97	30	2.23		

圖 2.11



實驗 2.2

方法

本實驗設計同實驗 2.1 一樣，但以同一受試者分兩階段測試。

受試：本實驗受試共 53 人，最後取 48 人，皆為選修普心的台大學生。每種情況 12 人。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：階段 1. 在 4 種 S 中取 1 種，故可分為 4 種情況。每一受試者只需做其中一種情況，且每一種情況讓受試者聽 50 次。在這 50 次裡，僅在第 1-5 次和第 46-50 次要求受試者做因果判斷，其他第 6-45 次則不要求反應。階段 2. 每一受試者都要接受 4 種情況的施測，每一個情況有 5 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $4 \times 5 = 20$ 個嘗試。

實驗程序：受試者先做階段 1 的實驗再做階段 2，且個別施測。每位受試先接受簡單說明（和實驗 1.1 的指導語一樣），然後有 3 個練習，若有疑問可提出。然後即進入正式測驗。

結果與討論

本實驗的目的是探討訓練的成效。由圖 2.21 可以看出，post training 的得分比訓練前的因果知覺得分要高。這個趨勢在四個聲音組是一致的。由 ANOVA 的分析（表 2.21）可以看出訓練的效果達到顯著水準（ $F(1,44) = 4.50, p < .05$ ），而訓練與聲音組的交互作用並不顯著（ $F(3,44) = .34, p < .80$ ）。這表示訓練的後果在各組皆相似。聲音組別的差異未達顯著（ $F(3,44) = .15, p < .93$ ）。

由上面的結果可下的結論是，無論什麼聲音，如果其原始的因果知覺是傾向負面的判斷分數，經過多次重複的聽覺刺激後，其因果判斷的分數有提昇的傾向。這個結果似乎與 Hume 的理論頗為吻合。

但本實驗之設計有些缺陷，即訓練之效果的檢驗缺乏控制組的比較。因此不知道如果沒有訓練的，前後測的比較是否也會出現上昇的趨勢。

下一個實驗，主要針對這個缺陷作改善。

Table 2.21

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
聲音	2.20	3	.73	.15	.929
Residual	215.20	44	4.89		
B					
先後測	6.83	1	6.83	4.50	.040
Residual	66.80	44	1.52		
A X B					
聲音 by 前後測	1.54	3	.51	.34	.798

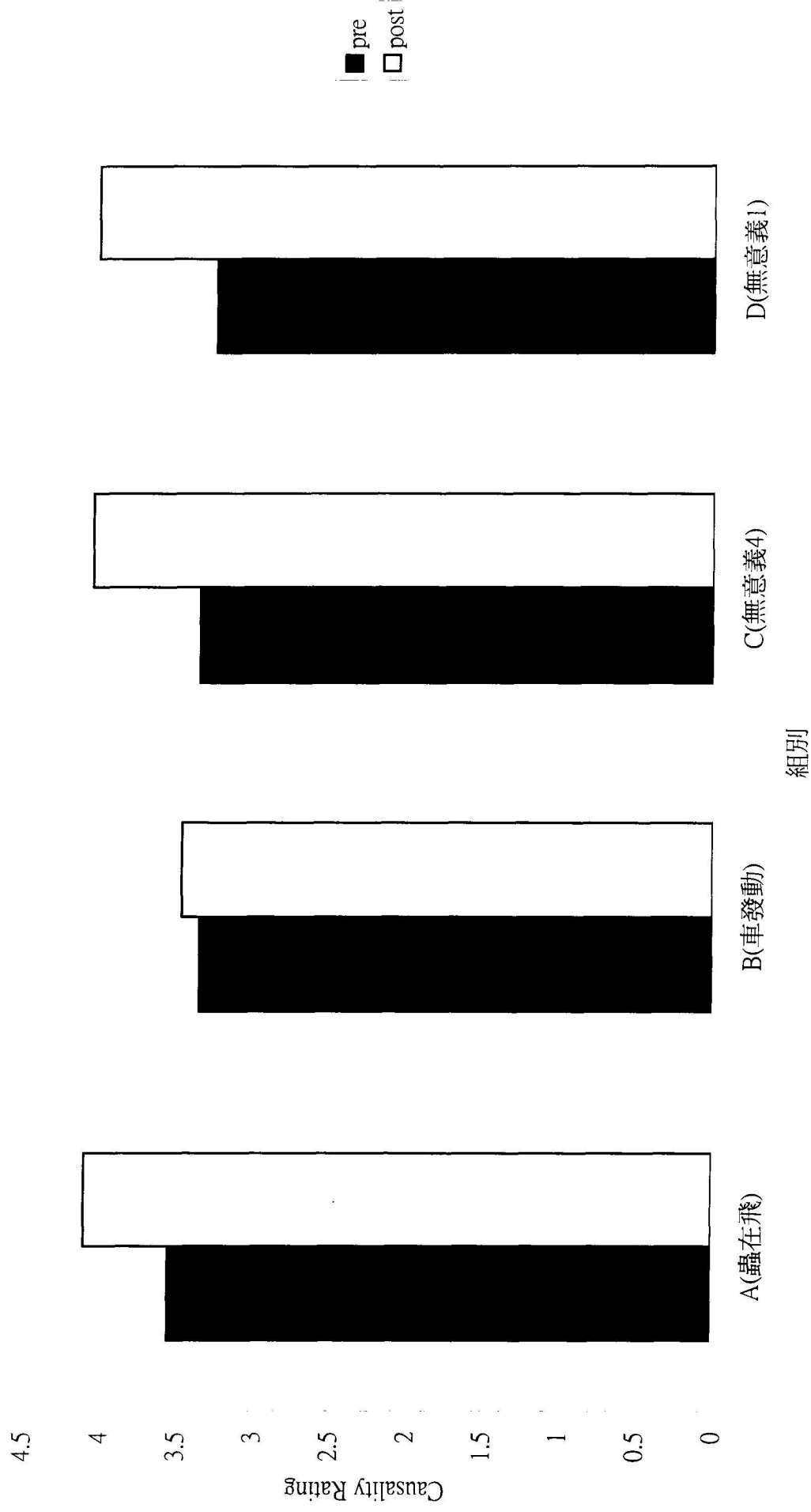


圖 2.21

實驗 2.3

方法

本實驗設計同實驗 2.2 類似，但有些許差異。

受試：本實驗受試共 44 人，最後取 40 人，皆為選修普心的台大學生。每種情況 10 人。以前沒有做過類似實驗。

實驗設計：階段 1. 受試者首先接受 4 種情況的施測，每種情況分別有 5 個嘗試，共有 $4 \times 5 = 20$ 個嘗試。然後每一受試者在 4 種 S 中取 1 種，且每一種情況讓受試者再聽 50 次。在這 50 次裡，僅在第 1-5 次和第 46-50 次要求受試者做因果判斷，其他第 6-45 次則不要求反應。階段 2. 每一受試者都要接受 4 種情況的施測，每一個情況有 5 個嘗試，以隨機的順序呈現，故每一個人需做 $4 \times 5 = 20$ 個嘗試。

實驗程序：同實驗 2.2。

結果與討論

由圖 2.31 可以看出 4 組的訓練成效皆為正面，但成效的是否真正為正面，還須要與控制組比較之後才能確定。

分析訓練之成效，可以將四個聲音分開作業。以任何一組而言，由訓練過的聲音與沒有訓練的聲音的前後測的比較，可以看出訓練的成效。因此下面的分析是以 A、B、C、D 組為單位，個別分析訓練的成效。

由圖 2.32A 可看到“蟲在飛”的訓練成效為正面，其他三組未經訓練的前後測比較顯示，後測分數並未比前測高。由表 2.31A 的 ANOVA 分析可看到訓練成效為顯著 ($F(1,9) = 5.58, p < .04$)，但聲音與交互作用皆未達顯著水準。

由圖 2.32B 及表 2.31B 可看出訓練組（車發動）並未有特別成效而其他未訓

練組的結果正、負皆有。ANOVA 的分析發現各因素皆未達顯著水準。

由圖 2.32C 及表 2.31C

Table 2.32A

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	2.31	1	2.31	5.58	.042
Residual	3.73	9	.41		
B					
聲音	10.16	3	3.39	1.00	.407
Residual	91.30	27	3.38		
A X B					
前後測 by 聲音	5.28	3	1.76	2.34	.096
Residual	20.28	27	.75		

Table 2.32B

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	.24	1	.24	.17	.686
Residual	12.51	9	1.39		
B					
聲音	52.99	3	17.66	7.23	.966
Residual	65.98	27	2.44		
A X B					
前後測 by 聲音	3.14	3	1.05	.48	.134
Residual	59.19	27	2.19		

Table 2.32C

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	3.12	1	3.12	11.88	.007
Residual	2.36	9	.26		
B					
聲音	59.96	3	19.99	4.46	.011
Residual	121.14	27	4.49		
A X B					
前後測 by 聲音	1.14	3	.38	.92	.444
Residual	11.15	27	.41		

Table 2.32D

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	.39	1	.39	.44	.523
Residual	8.00	9	.89		
B					
聲音	71.94	3	23.98	16.54	.000
Residual	39.15	27	1.45		
A X B					
前後測 by 聲音	2.21	3	.74	.96	.428
Residual	20.80	27	.77		

圖 2.31
A、B、C、D在pre與post-training的差別

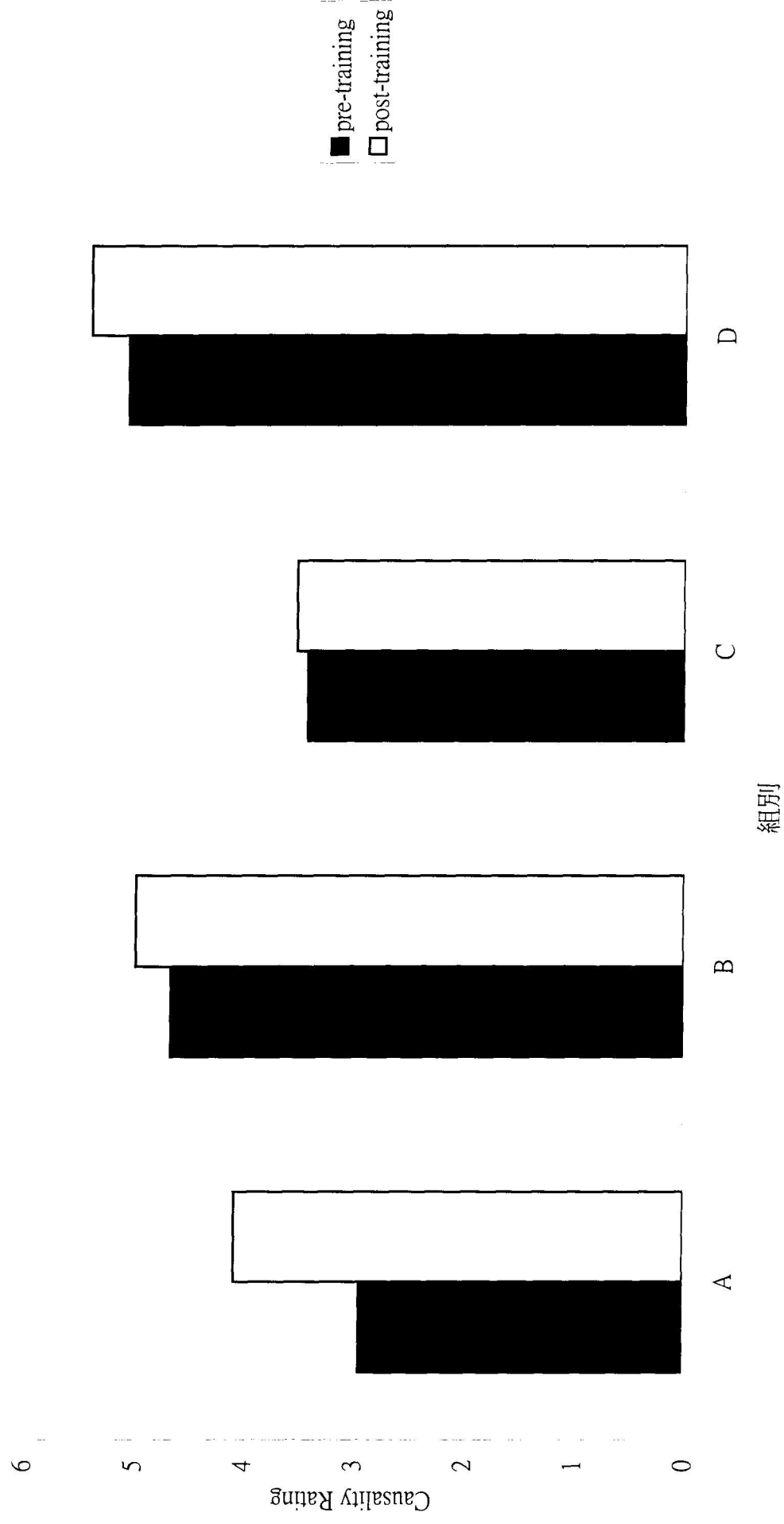


圖 2.32A
 一個經過訓練的聲音（蟲在飛）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

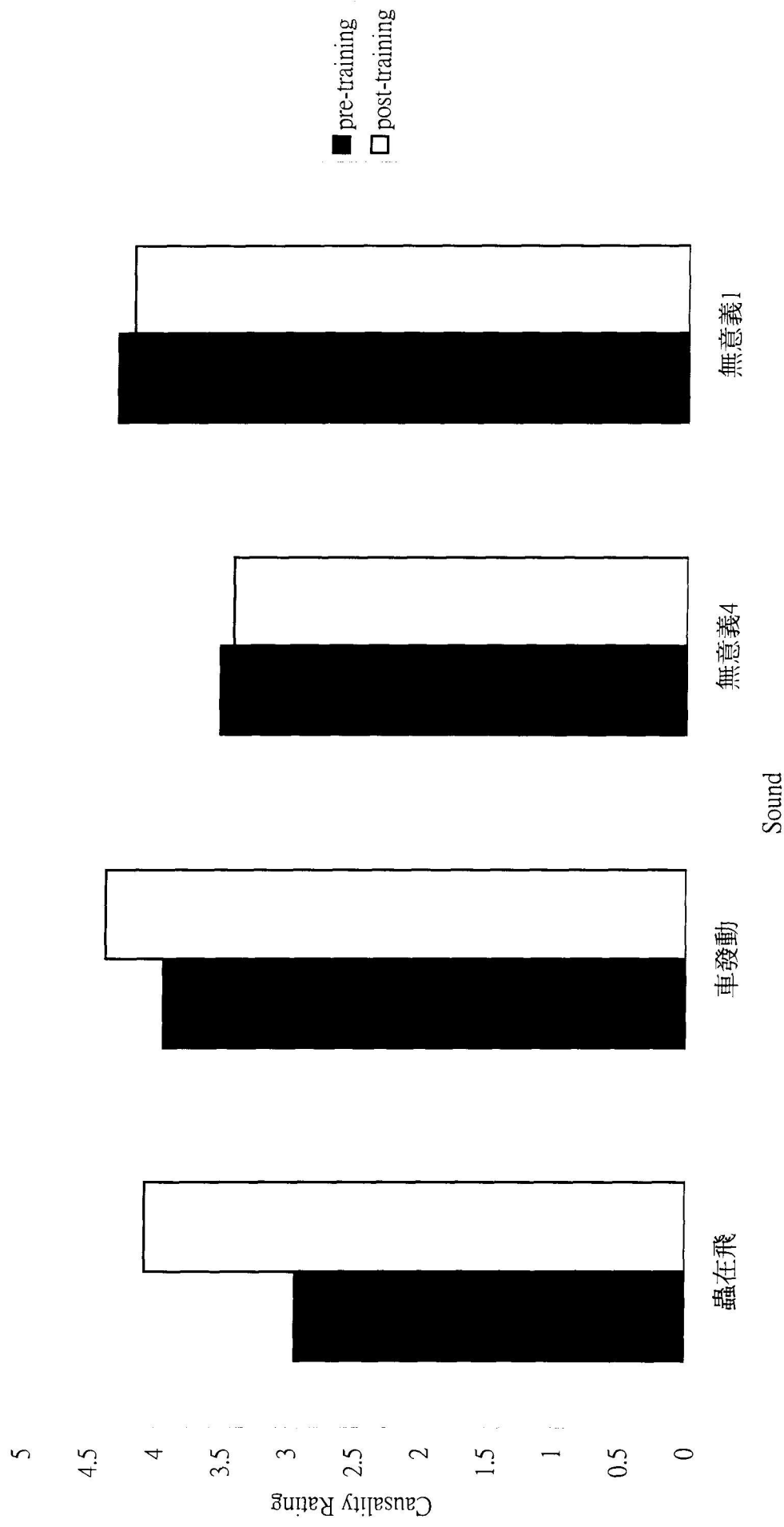


圖 2.32B
一個經過訓練的聲音（車發動）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

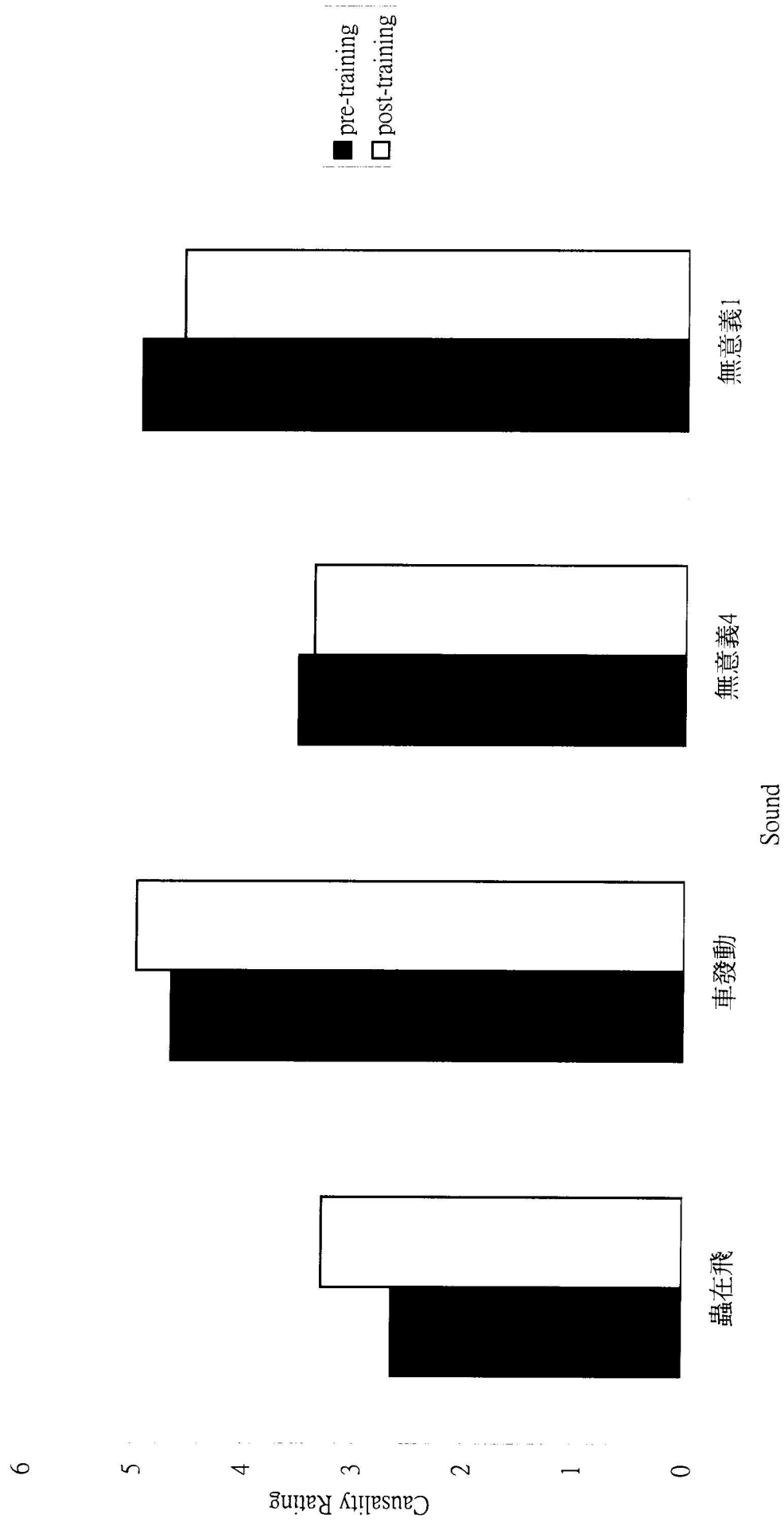


圖 2.32C
一個經過訓練的聲音（無意義4）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

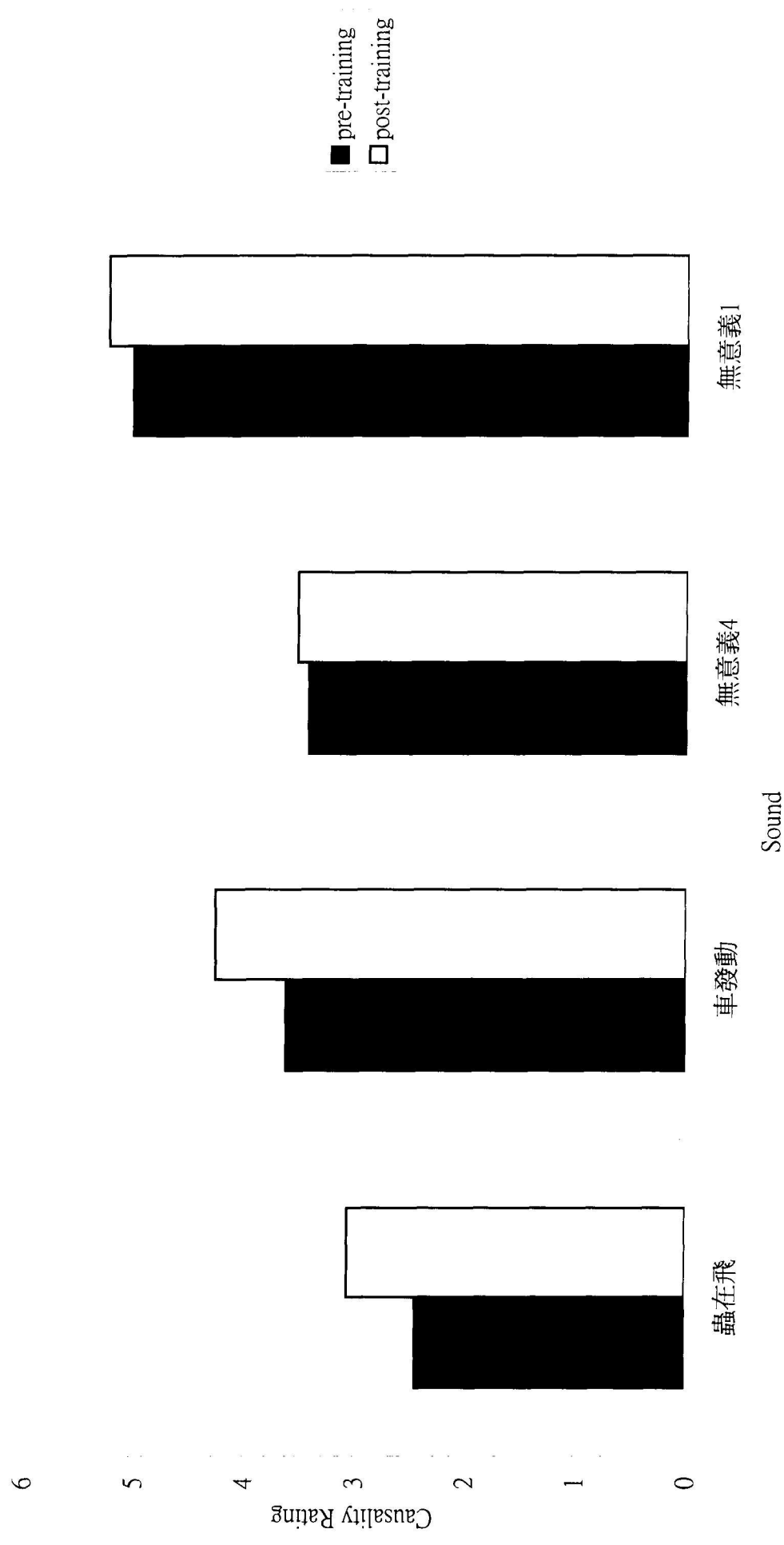
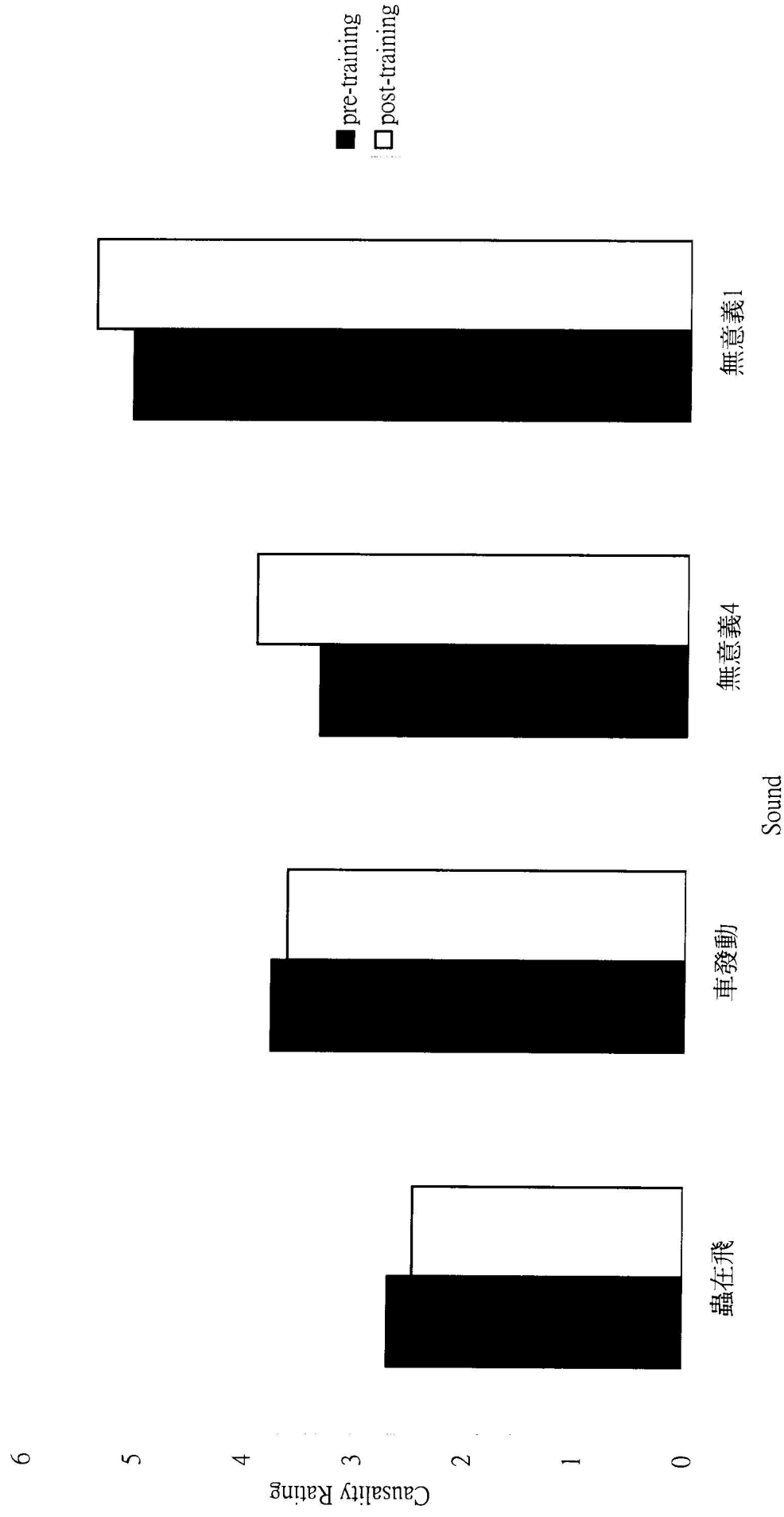


圖 2.32D
一個經過訓練的聲音（無意義1）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較



實驗系列三

本系列實驗將以啓明學校的高中生爲受試對象，主要目的是探討無法由視覺管道得到因果關係訊息的人，由其他管道（聽覺）得到的因果關係是否與正常人（實驗系列一、二）的結果一致。

實驗設計：基本上與正常人的實驗系列一、二類似，但可視正常人之結果而有所調整實驗的參數。但啓明學校受試者人數比大學一年級選修普心的人數要少得多，因此在受試的運用方面無法像前面的實驗一般，每一個不同實驗皆由全新的受試參與。

本系列實驗裏所有實驗的受試皆爲同一組（共 36 人）受試。實驗的程序爲先向受試詢問他們對 10 個聲音的意義的判斷，以確定普通人與啓明學生對聲音意義的判斷是否有差異。

接著受試者先聽 4 個聲音（與系列 2 所用聲音相同），然後給與因果知覺的分數。受試者再被分成 4 組（每組 9 人），每一組接受一個聲音的訓練（與實驗 2.2 或 2.3 相同），然後再測他們對 4 個聲音的因果知覺的判斷。這一系列的實驗在下面將分成三個部份分開報告（實驗 3.1、3.2 及 3.3）。

實驗 3.1

本實驗主要是驗證啓明學校高中生對有意義與無意義的聲音在因果知覺上的反應。

方法

基本上與實驗 1.1 相同。

受試：共 40 人，其中 4 人被剔除，因此有效資料為 36 人。

實驗設計：同實驗 1.1。

實驗程序：同實驗 1.1。

結果與討論

由表 3.1 可見在有意義的 5 個聲音上，視障組的判斷相當一致而且與非視障組的判斷相同。但在無意義的 5 個聲音，視障組的判斷與正常人有相當大的差異。

表 3.1

Sound		其他答案
蟲在飛	36	2 (不確定)、1 (電鋸)、1 (飛機)
車發動	31	8 (機車發動)、1 (卡車)
沖馬桶	40	
東西掉落	38	1 (開蓋子)、1 (汽車)
風聲	38	1 (不知道是什麼聲音)、1 (海浪)
無意義 1	21	5 (火山或山洪爆發)、5 (水聲)、2 (打仗)、1 (水管)、1 (飛機)、1 (打架)、1 (火箭)、1 (玩具槍)、1 (爆炸聲)、1 (電視聲)
無意義 2	27	2 (噴射機)、2 (敲東西)、2 (槍車)、1 (打雷)、1 (用身體撞鐵門)、1 (連結車)、1 (工廠)、1 (調收音機)、1 (特效聲)、1 (砂石車)
無意義 3	11	13 (打籃球)、4 (有人在空曠處)、3 (吵雜聲)、1 (找東西)、1 (拿紙)、1 (機器在動)、1 (翻書)、1 (鞭炮)、1 (槍聲)、1 (下雨)、1 (音樂)
無意義 4	17	6 (搖東西)、5 (機器聲)、2 (樂器或音樂)、2 (玩具)、2 (打字)、1 (船開動)、1 (工人鑽地)、1 (機關槍)、1 (收銀機)、1 (拍手)、1 (收底片)
無意義 5	16	6 (車子)、5 (飛機)、2 (車過隧道)、2 (配樂)、2 (列車)、1 (空調聲)、1 (抽風機)、1 (空間)、1 (滾動聲)、1 (煮飯)、1 (貨車)、1 (風聲)

實驗 3.2

方法

受試者聽 10 個聲音（與實驗 1.1 的 10 個聲音相同），每個聲音 5 次。每次聽完後受試反應一次因果知覺的判斷。

受試：啓明學校高中部 36 位同學。

結果與討論

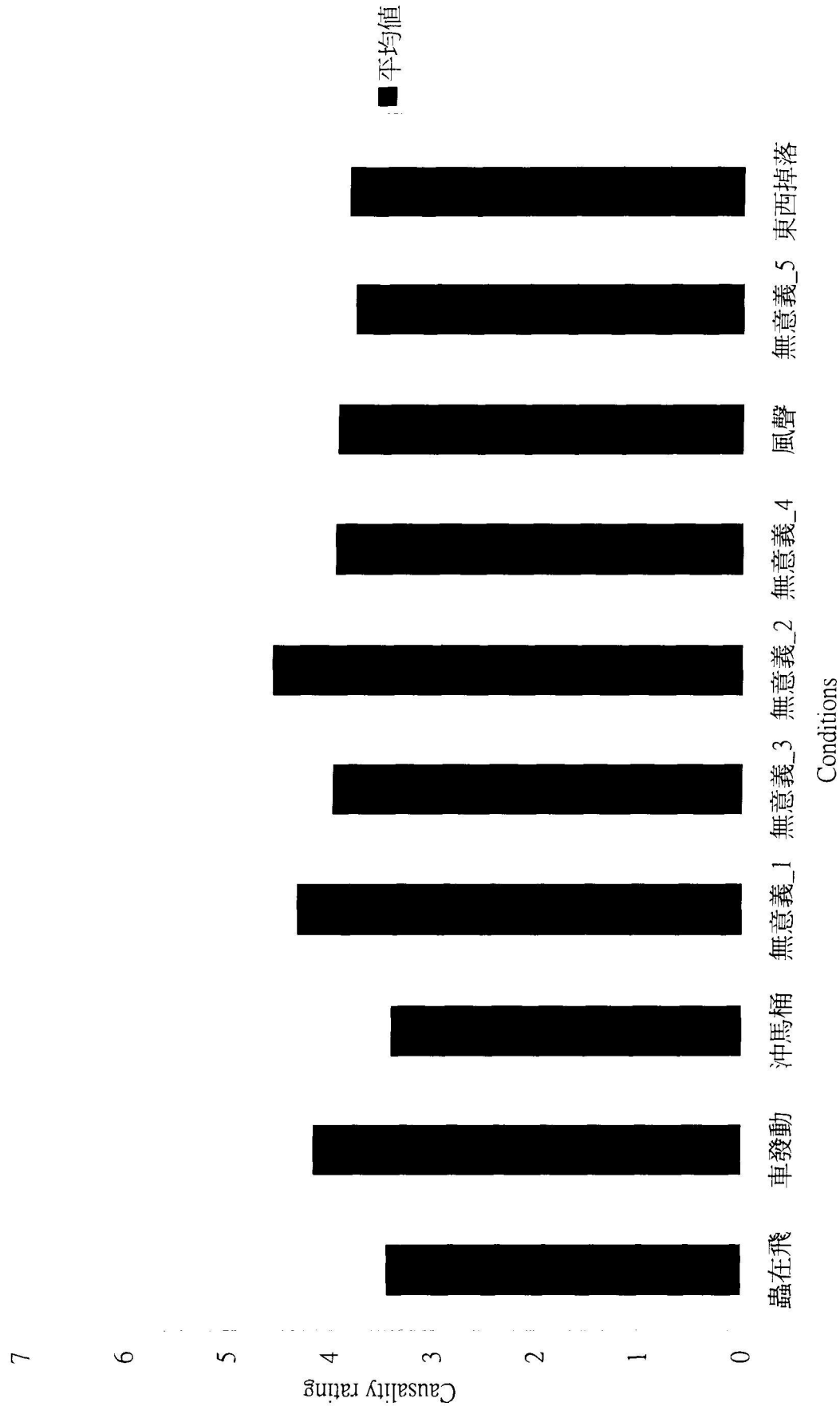
由圖 3.21 可以看出，5 個有意義的聲音與 5 個無意義聲音之間並沒有系統性的差異。尤其是“東西掉落”的聲音並沒有明顯的高於其他 9 種聲音，這一點是視障受試者與正常受試相當大的不同之處。

整體而言，視障者似乎對所有 10 個聲音的因果知覺反應皆相當保守。他們即不會給很強的正面反應，也不會給很強的負面反應，對所有的聲音似乎都以“不確定”為主要的反應傾向。

Table 3.21

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
Sound	42.20	9	4.69	2.04	.035
Residual	725.39	315	2.30		

圖 3.21



實驗 3.3

訓練是否能改變一個視障者對某個聲音的因果知覺？這是本實驗的基本問題。實驗的方法與程序大約與實驗 2.3 相同。

方法

受試分爲 4 組，每一組有一個受訓的聲音。4 組所用的 4 個不同聲音與實驗 2.3 所用的 4 個聲音相同。

受試：36 人（與實驗 3.1、3.2 的受試是相同的人）

程序：每位受試先聽 10 個聲音並反應其因果知覺（結果見 3.2）。然後分成四組（每組 9 人），每一組對一個聲音重複聽 50 次。A 組聽“蟲在飛”，B 組聽“車發動”，C 與 D 分別聽無意義 4 與無意義 1。

最後所有的受試（36 人）皆聽 4 個聲音，並作因果知覺的判斷。

結果與討論

由圖 3.31 可以看到 4 組不同的受試對 4 個聲音在未受訓前的因果知覺反應。由圖上可見，C、D 兩組的平均反應，高過 A、B 兩組。而 A 組尤其對“蟲在飛”的反應似乎偏低。

訓練的成效，初步可由 4 組對訓練的聲音的訓練前與訓練後之差別看出。由圖 3.32 可以看出，整體而言，訓練的效果似乎是使因果知覺降低。不過這個初步印像若要得到證實，必須以受訓練的聲音的前後測（受訓效果）與未受訓的聲音的前後測（測驗效果）作比較才能比較確定。因此資料的分析將以組爲單位，由每一組的受訓聲音與未受訓聲的比較來確定訓練之成效。

A 組的受訓聲是蟲在飛。由圖 3.3A 可見訓練對“蟲在飛”似乎沒有效果。

其他三種聲音之前後測差異較大，但差異的方向並不一致，因此差異的來源很可能是隨機的造成的。ANOVA 的分析見表 3.31A。

B 組的受訓效果見圖 3.3B，B 組受訓的聲音為車發動，而受訓前後測在這個聲音的差別十分有限。事實上，整個 B 組的分析（表 3.31B）所得到的結果皆未達到統計上的顯著效果。

C 組的成果與 D 組的成果可見圖 3.3C 與 3.3D。雖然在圖上似乎可見到訓練的效果是壓低因果知覺，但統計分析（見表 3.31C 與表 3.31D）皆未達到顯著效果。因此訓練對視障者而言也無明顯效果。

Table 3.31A

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	.05	1	.05	.04	.852
Residual	9.68	8	1.21		
B					
聲音	24.74	3	8.25	5.09	.007
Residual	38.91	24	1.62		
A X B					
前後測 by 聲音	8.12	3	2.71	1.99	.143
Residual	32.69	24	1.36		

Table 3.31B

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	.03	1	.03	.07	.796
Residual	3.04	8	.38		
B					
聲音	6.23	3	2.08	.49	.695
Residual	102.51	24	4.27		
A X B					
前後測 by 聲音	2.88	3	.96	1.40	.266
Residual	16.43	24	.69		

Table 3.31C

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	7.09	1	7.09	1.83	.213
Residual	31.03	8	3.88		
B					
聲音	26.47	3	8.82	1.82	.171
Residual	116.53	24	4.86		
A X B					
前後測 by 聲音	2.10	3	.70	.51	.682
Residual	33.16	24	1.38		

Table 3.31D

Source	SS	DF	MS	F	Sig of F
A					
前後測	5.89	1	5.89	.72	.422
Residual	65.84	8	8.23		
B					
聲音	17.78	3	5.93	.99	.414
Residual	143.56	24	5.98		
A X B					
前後測 by 聲音	2.57	3	.86	.64	.594
Residual	31.88	24	1.33		

圖 3.31
四組受試對四種聲音的因果知覺平均值

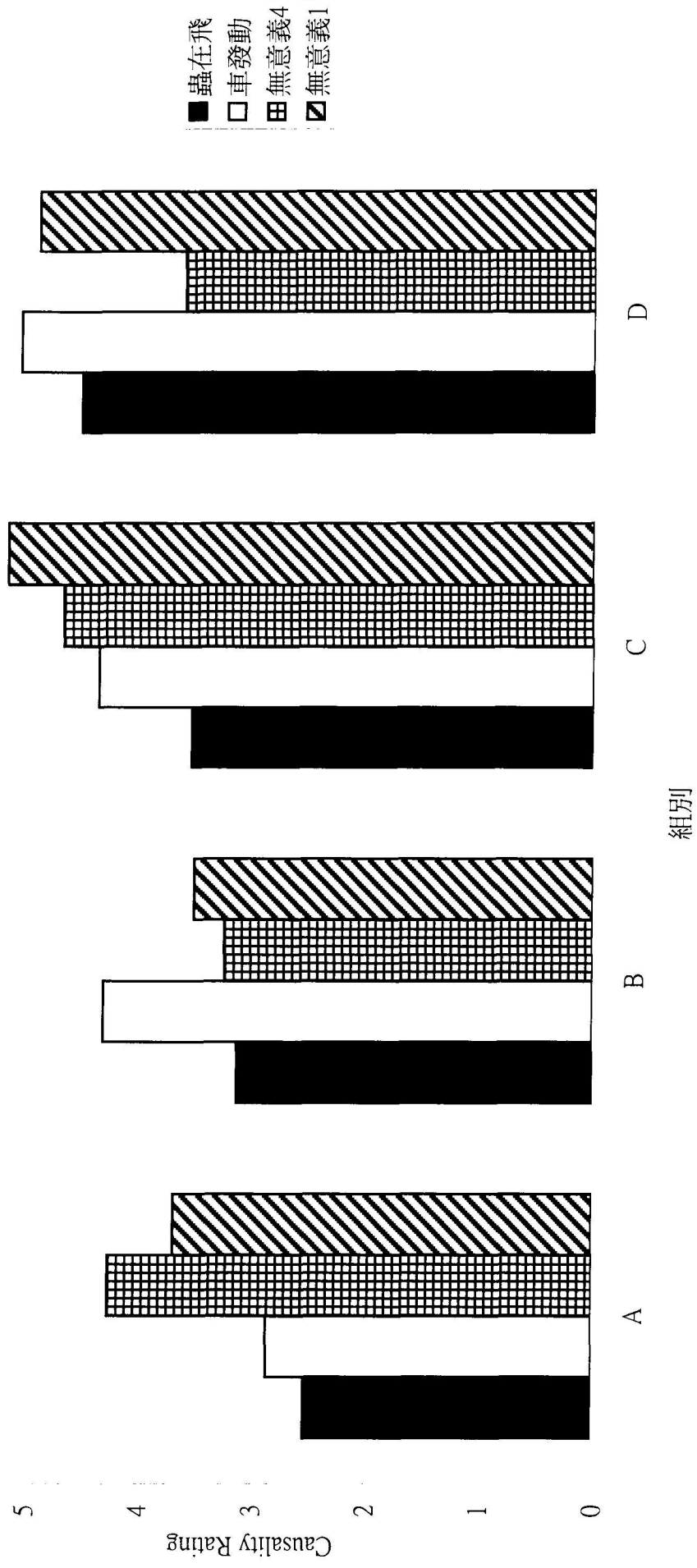


圖 3.32
A、B、C、D在pre與post-training的差別

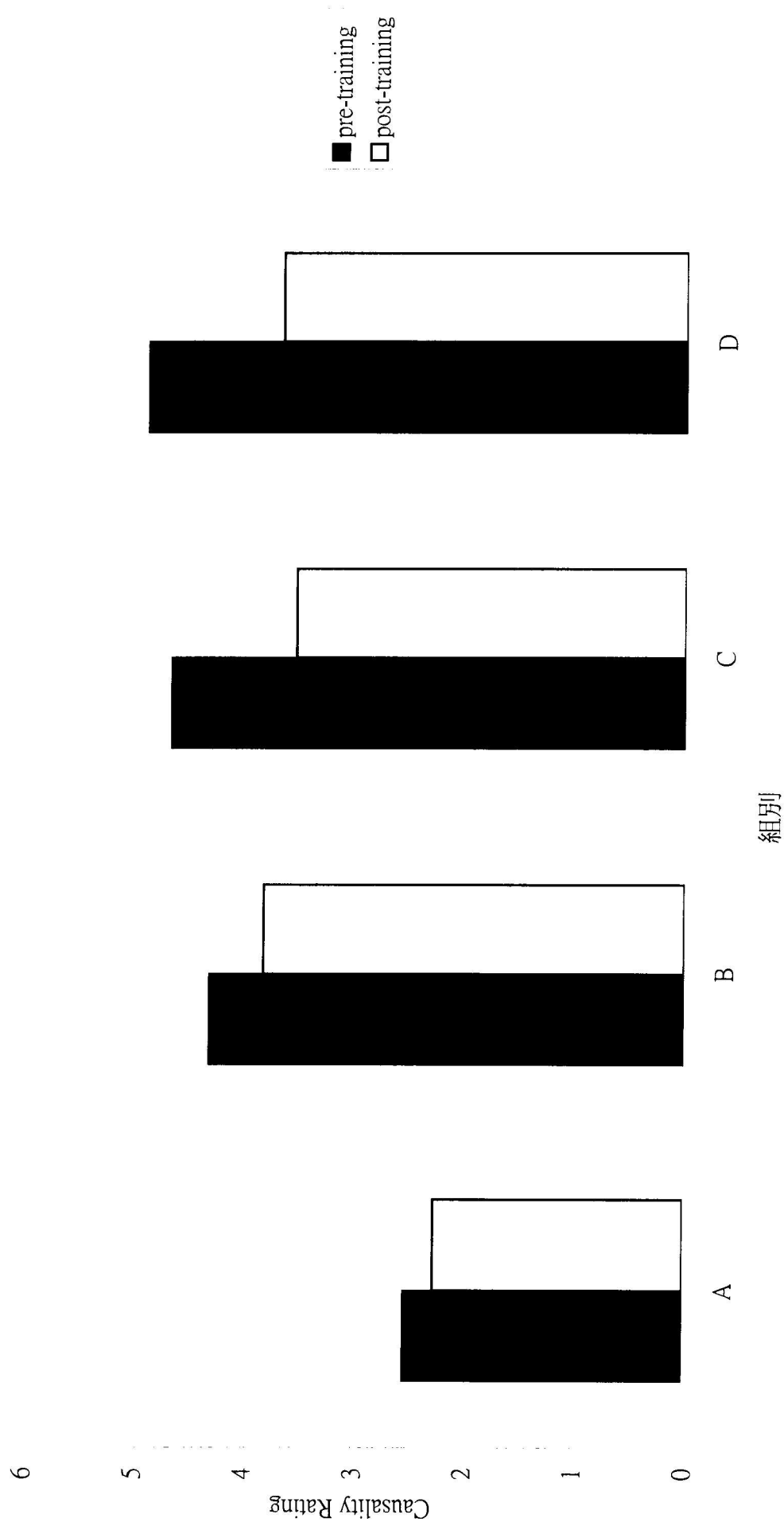


圖 3.3A
一個經過訓練的聲音（蟲在飛）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

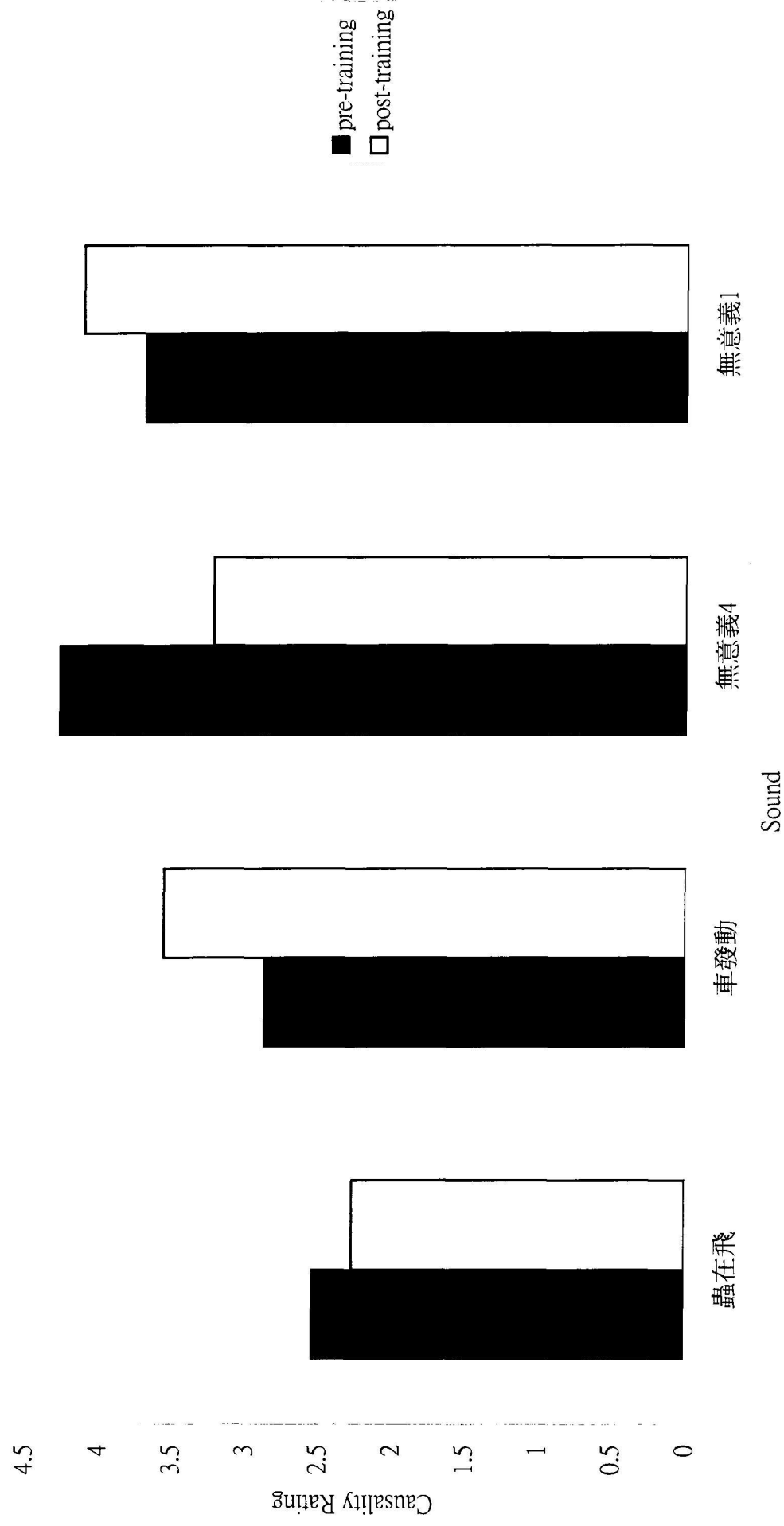


圖 3.3B
一個經過訓練的聲音（車發動）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

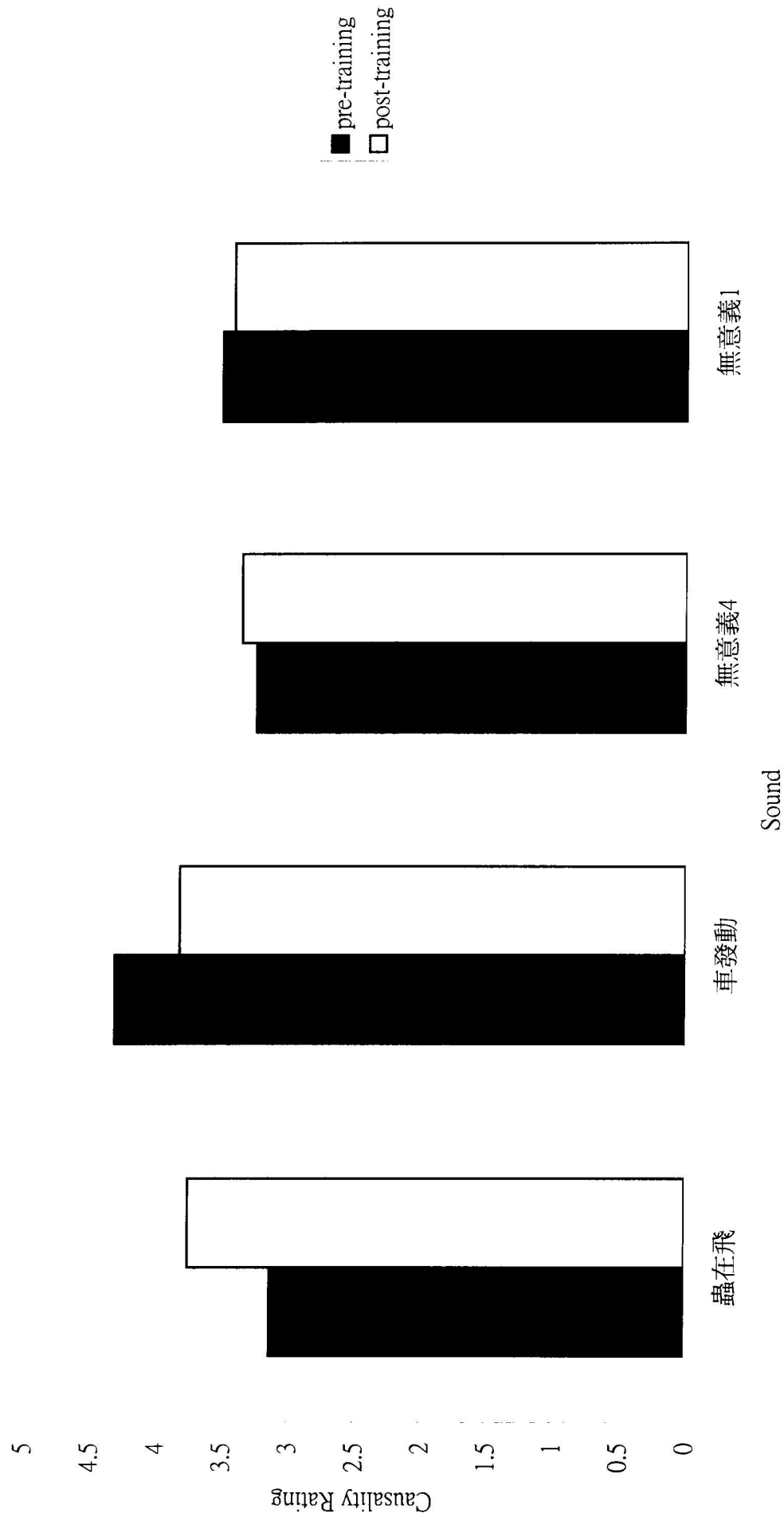


圖 3.3C
一個經過訓練的聲音（無意義4）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較

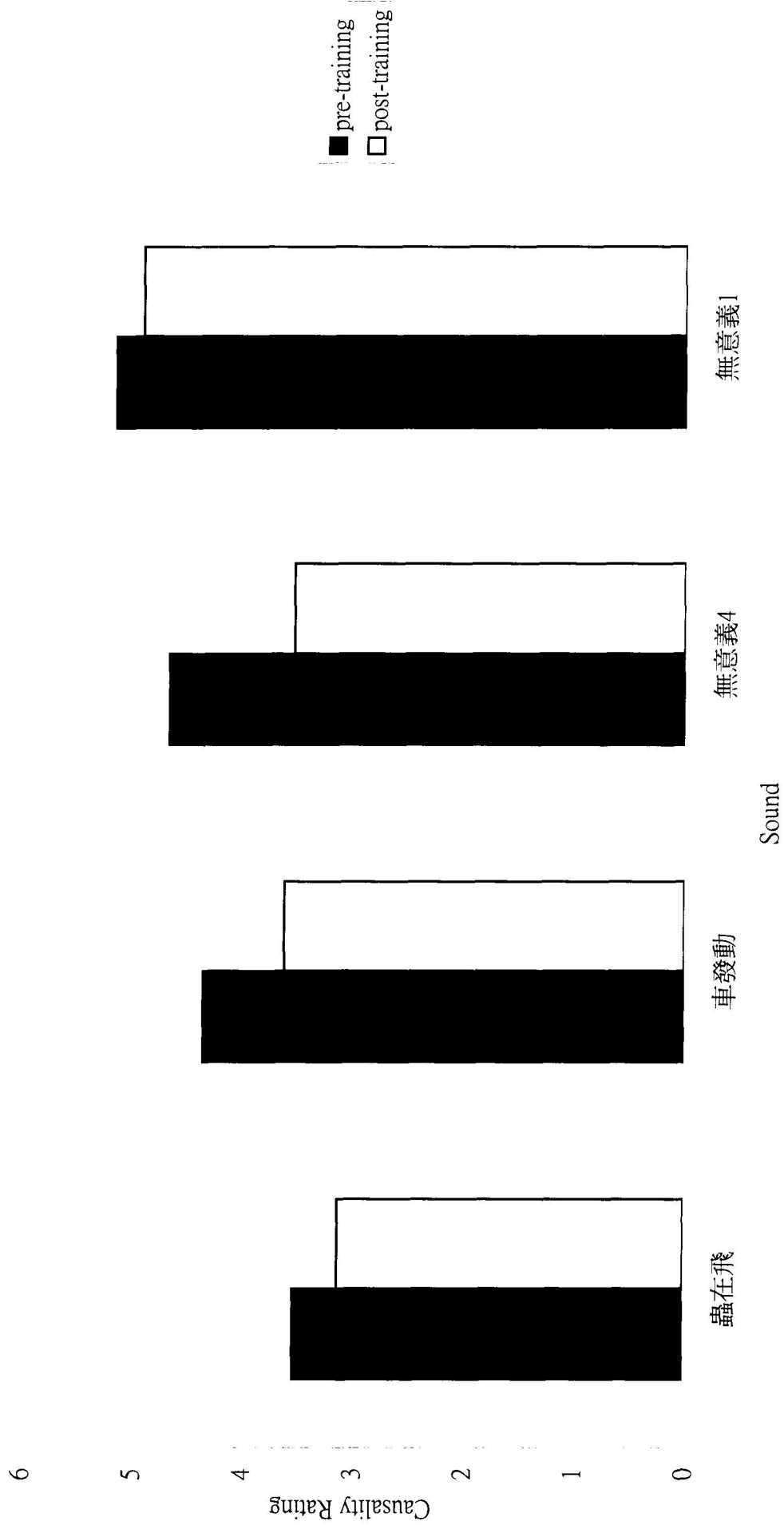
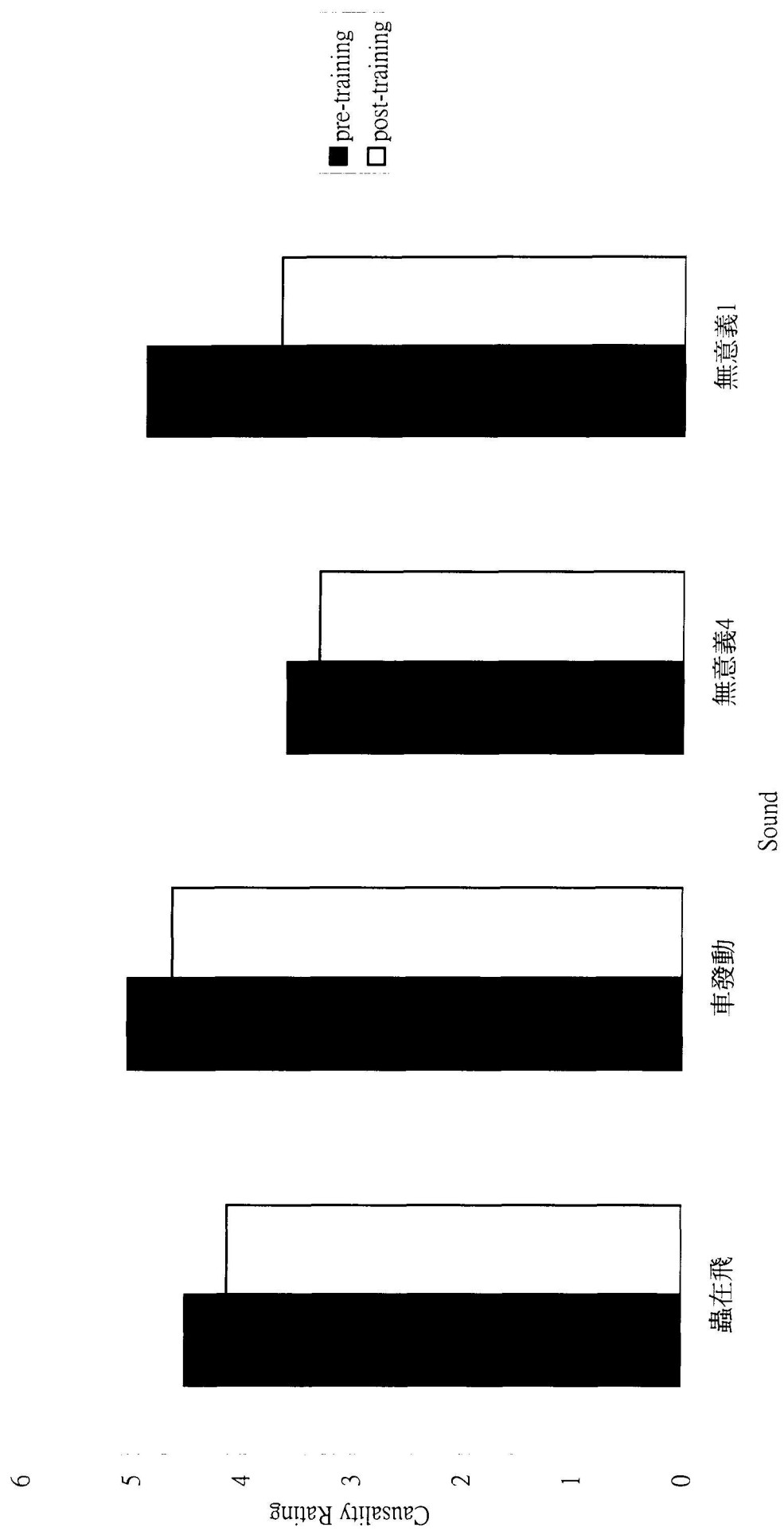


圖 3.3D
 一個經過訓練的聲音（無意義1）與三個未受訓練的聲音的pre與post之比較



References

- Bullock, M., Gelman, R., & Baillargeon, R. (1982). The development of causal reasoning. In W.J. Friedman (Ed.), *The developmental psychology of time* (pp.209-254). New York: Academic Press.
- Chang, Hsing-Wu (2002). The Effect of Auditory Information on Causal Perception of Mechanical Collision. *中華心理學刊*, 44, 1, 13-23.
- Fodor, J. (1983). *The Modularity of mind*. MIT press, Cambridge, Mass.
- Hume, D (1748/1955) *A Treatise of Human Nature*. Oxford: Clarendon press.
- Lesie, A.M.(1982) The perception of causality in infants. *Perception II*, 173-86.
- Lesile, A., (1995) A theory of agency. In. D. Sperber., D. Premack (Eds.) *Causal Cognition*. Oxford. Oxford university press.
- Michotte, A (1963) *The perception of Causality*. London: Methuen.
- Oakes, L.M and Cohen, L. B.(1990) Infant perception of a causal event. *Cognitive Development* 5, 193-207
- Premack, D. and Premack, A. J. (1995) Afterword. In D. Sperber., D. Premack and A. J. Premack (Eds.) *Causal Cognition*. Oxford: Oxford university press.
- Schlottmann. A., and Shanks, D.R.,(1992) Evidence for a distinction between Judged and perceived causality. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44, 321-342.
- Shultz, T.R. (1982). Rules of causal attribution. Monographs of the Society for Research in Child Development, 47 (Serial No.1).
- White, P.A.(1989).A theory of causal Processing. *British Journal of*

Psychology, 80, 431-454.

White, P. A., (1998) Causal Judgment: use of different types of contingency information as confirmatory and disconfirmatory. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 131-170.

White, P. A., (1993) *Psychological Metaphysics*. London: Routledge.

張欣戊 (1999) 移動連續性線索與因果知覺. *中華心理學刊*, 42, 11, 101-112.