

渦蟲的制約反應

高小組生物科第二名

台北市民權國民小學

作者：吳梅岑、陳東杰

指導教師：林志忠、羅文聰

一、研究動機

每當我餵我家的魚時，都會先拍魚缸，久而久之，只要拍魚缸，魚就有了靠過來的反應。於是我想低等動物是不是也有相同的情形呢？於是我就用有明顯頭部，但不是很高等的「渦蟲」來做實驗，加以探討。

二、研究目的

- (一)相同的電壓刺激渦蟲不同部位，對攝食產生的影響？
- (二)不同的電壓刺激渦蟲相同部位，對攝食產生的影響？
- (三)除去眼點的渦蟲，是否也有制約作用？
- (四)處理成雙頭雙尾的渦蟲，一邊接受刺激後，再生的子代和親代有何差異？
- (五)接受不同強度刺激的渦蟲其再生速度及過程是否有差異？
- (六)制約過的渦蟲行再生生殖產生的後代與親代有何差異？

三、研究設備

- (一)解剖顯微鏡
- (二)複式顯微鏡
- (三)載玻片
- (四)培養皿
- (五)毛筆
- (六)靜置三天清水
- (七)1.5V，4.5V 電池
- (八)電線
- (九)溫度計
- (十)採集瓶
- (十一)恆溫器
- (十二)檯燈
- (十三)黑色書面紙

四、研究過程

(一)相同電壓，刺激渦蟲不同部位

(二)不同電壓，刺激渦蟲相同部位

1. 將渦蟲置入培養皿中，先將各培養皿加以編號分組為 $A_1, A_2, A_3, A_4, B_1, B_2, B_3, B_4, C_1, C_2, C_3, C_4$

1 代表電擊頭部。 A 組電壓最弱為 1.5V

2 代表電擊中段 B 組電壓次之為 3.0V

3 代表電擊尾部。 C 組電壓最強為 4.5V

4 對照組，沒有任何電擊

2. 將食品置於燈光下，渦蟲接近燈光吃食物時擊牠一下。

A 組以 1.5V 電壓，加以電擊頭、中段或尾部。

B 組以 3.0V 電壓，加以電擊頭、中段或尾部。

C 組改以 4.5V 電壓，加以電擊頭、中段或尾部

連續觀察七天

(三)破壞眼點，施以相同 3V 電壓刺激頭部位置。

1. 每培養皿各置 1 隻渦蟲，編號為 D。

D_1 組為除去左邊眼點

D_2 組為除去右邊眼點。

D_3 組為除去兩邊眼點。

D_4 組為對照組，不處理。

2. 當渦蟲攝食時，即給與電擊刺激，連續觀察七天。

(四)先行切割再生處理，使其成為雙頭雙尾渦蟲，當其到燈光下攝食時，改用針

刺代替電擊，將它編號為 $E_1 \sim E_6$ 組。

E_1 組為刺激雙頭之左側

E_2 組為刺激雙頭之右側

E_3 組為刺激雙尾之左側

E_4 組為刺激雙尾之右側

E_5 組為雙頭之對照組

E_6 組為雙尾之對照組

(五)將(一)(二)部份實驗完的渦蟲，都讓它們飢餓 6 天後，做再生實驗。

1. 每隻渦蟲做橫切分成三部份，代號 a：代表含頭部那段，b：代表含中間那段，c：代表後段

2. 將編號為 $A_1 \sim A_4$ 組, $B_1 \sim B_4$ 組, $C_1 \sim C_4$ 組渦蟲作橫切成三段

A_{1a}, A_{1b}, A_{1c} B_{1a}, B_{1b}, B_{1c} C_{1a}, C_{1b}, C_{1c}

A_{2a}, A_{2b}, A_{2c} B_{2a}, B_{2b}, B_{2c} C_{2a}, C_{2b}, C_{2c}

A_{3a}, A_{3b}, A_{3c} B_{3a}, B_{3b}, B_{3c} C_{3a}, C_{3b}, C_{3c}

A_{4a}, A_{4b}, A_{4c} B_{4a}, B_{4b}, B_{4c} C_{4a}, C_{4b}, C_{4c}

(六)將第三部份接受刺激的渦蟲, 每隻渦蟲做縱切, 成左右二段

a': 代表左邊那段, b': 代表右邊那段

將 $D_1 \sim D_4$ 組, 渦蟲作縱切後, 編號為

$D_{1a'}, D_{1b'}, E_{1a'}, E_{1b'}$

$D_{2a'}, D_{2b'}, E_{2a'}, E_{2b'}$

$D_{3a'}, D_{3b'}, E_{3a'}, E_{3b'}$

$D_{4a'}, D_{4b'}, E_{4a'}, E_{4b'}$

$E_{5a'}, E_{5b'}$

$E_{6a'}, E_{6b'}$

(七)將已切割過的渦蟲, 每天觀察並紀錄其再生情形, 並每天換水一次。

(八)十天後, 再生的渦蟲, 整隻全長好後, 將食物置於燈光下餵食觀察其制約行為。

1. 將 A_{1a}, A_{1b}, A_{1c} 與 A_{4a}, A_{4b}, A_{4c} 作比較

2. 改換其他組各與對照組做比較

3. 將 $A_{1a'}, B_{1a'}, C_{1a'}$ 三組各自作比較

4. 將 $D_{1a'}, D_{1b'}$ 與 $D_{4a'}, D_{4b'}$ 做比較

5. 改換其他組各與 $D_{4a'}, D_{4b'}$ 做比較

6. 將 $E_{1a'}, E_{1b'}$ 與 $E_{5a'}, E_{5b'}$ 做比較

7. 將 $E_{2a'}, E_{2b'}$ 與 $E_{5a'}, E_{5b'}$ 做比較

8. 將 $E_{3a'}, E_{3b'}$ 與 $E_{5a'}, E_{5b'}$ 做比較

9. 將 $E_{4a'}, E_{4b'}$ 與 $E_{6a'}, E_{6b'}$ 做比較

五、結果 (限於篇幅, 列舉部份)

A 組：電壓為 1.5V

A₁：電擊頭部

A₂：電擊中段

A₃：電擊尾部

A₄：對照組

編號 出來的時間	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
11 月 21 日 第一天	剛開始吃，電後 3 分鐘吃，電後 3 分鐘又吃，電 後 1 分鐘又吃	剛開始吃，電後 2 分鐘吃，電後 3 分鐘又吃，電 後 2 分鐘又吃	剛開始吃，電後 5 分鐘吃，電後 3 分鐘又吃，電 後 2 分鐘又吃	一直吃
第二天	電後 5 分鐘吃， 電後 10 分鐘又 吃，電後 1 分鐘 又吃	電後 4 分鐘吃， 電後 9 分鐘又吃 ，電後 1 分鐘又 吃	電後 5 分鐘吃， 電後 2 分鐘又吃 ，電後 11 分鐘 又吃	一直吃
第三天	電後 6 分鐘吃， 電後 3 分鐘又吃 ，電後 12 分鐘 又吃	電後 8 分鐘吃， 電後 11 分鐘又 吃	電後 7 分鐘吃， 電後 2 分鐘又吃 ，電後 12 分鐘 又吃	一直吃
第四天	電後 7 分鐘吃， 電後 9 分鐘又吃	電後 6 分鐘吃， 電後 10 分鐘又 吃	電後 7 分鐘吃， 電後 8 分鐘又吃	一直吃
第五天	電後 8 分鐘吃， 電後 12 分鐘又 吃	電後 7 分鐘吃， 電後 13 分鐘又 吃	電後 8 分鐘吃， 電後 13 分鐘又 吃	一直吃
第六天	電後 12 分鐘吃 ，電後 13 分鐘 又吃	電後 11 分鐘吃 ，電後 15 分鐘 又吃	電後 9 分鐘吃， 電後 12 分鐘又 吃	一直吃
第七天	都不敢吃	都不敢吃	都不敢吃	一直吃

B 組：電壓為 3V

B₁：電擊頭部

B₂：電擊中段

B₃：電擊尾部

B₄：對照組

組別 情況 天數	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
11 月 21 日 第一天	剛開始吃，電後 5 分鐘又吃，10 分鐘又吃一次	電後 5 分鐘又吃 ，電後 7 分鐘又 吃	電後 5 分鐘吃， 再過 5 分鐘又吃	一直吃
第二天	電後 4 分鐘又吃 ，6 分鐘又吃一 次	電後 3 分鐘又吃 ，3 分鐘又吃	電後 5 分鐘又吃 ，4 分鐘又吃	一直吃
第三天	電後 5 分鐘又吃 ，3 分鐘又吃	電後 6 分鐘又吃 ，10 分鐘又吃	電後 4 分鐘又吃 ，7 分鐘又吃	一直吃
第四天	電後 5 分鐘又來 吃，7 分鐘又來 吃	電後 3 分鐘又來 吃，7 分鐘又來 吃	電後 4 分鐘又來 吃，6 分鐘又來 吃	一直吃
第五天	電後 6 分鐘後又 來吃，照燈後， 沒來吃	電後 3 分鐘又吃 ，照燈後又縮回 去	電後 3 分鐘又吃 ，6 分鐘又吃	一直吃

D 組：以電壓 3V 電擊渦蟲

D₁：除去右邊眼點

D₂：除去左邊眼點













D₃：兩邊眼點都除去







D₄：對照組

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
12 月 25 日 第一天	對燈光畏懼不敢 去吃，過 11 分 才去吃一次	也對燈光畏懼， 過 9 分鐘才去吃 一次	對燈光毫無畏懼 ，有時到燈光下 ，有時到黑暗處	一直吃

第二天	電後 6 分鐘吃一次，3 分鐘後又吃一次	剛開始吃，電後 5 分鐘吃，7 分鐘後又吃	亂游，不知道食物在哪兒	一直吃
第三天	剛開始有吃，被電後 3 分鐘去吃，7 分鐘後又去吃	電後 7 分鐘去吃一次，3 分鐘又吃一次	對燈光毫無畏懼	一直吃
第四天	5 分鐘後去吃，3 分鐘又吃一次	3 分鐘吃，4 分鐘又吃一次	有時到燈光下，有時到黑暗處	一直吃
第五天	15 分去吃一次，電後都没去吃	11 分去吃一次，後來都没去吃	游來游去	一直吃
第六天	都不敢吃	都不敢吃	不知道食物在哪兒	一直吃
第七天	都不敢吃	都不敢吃	對燈光毫無畏懼	一直吃

A₁ 以電壓 1.5V 電擊頭部，再橫切三段，a：頭 b：中 c：尾

編號 結果 日數	A _{1a}		A _{1b}		A _{1c}	
	形狀	現象	形狀	現象	形狀	現象
12 月 6 日 第一天		剛切好		剛切好		剛切好
第二天		傷口癒合， 傷口比較黑， 較靈活		傷口癒合， 傷口比較黑， 動作較緩慢		傷口癒合， 傷口比較黑， 長出部分 顏色透明
第三天		傷口癒合， 傷口處較黑， 長出部分 成透明		傷口癒合， 傷口處較黑， 長出部分 成透明		長出部分增 加，成乳白 色，較明顯
第四天		長出部分增 加，成乳白 色，較明顯		長出部分增 加，成乳白 色，較明顯		長出部分增 加，成乳白 色，較明顯

第五天		長出尾巴， 看起來外表 已完整，內 部構造未長 出		長出眼點及 耳突，外表 已完整，內 部構造未長 出		長出眼點及 耳突，外表 已完整，內 部構造未長 出
第六天		長出部分成 乳白色，內 部構造長出		耳突較明顯 ，眼點也較 大，長出部 較明顯，內 部構造長出		長出部分較 明顯，如耳 突，眼點較 大，內部構 造長出

六、討論

- (一)一般以毛筆取渦蟲，避免損傷其柔軟身體。
- (二)渦蟲做再生實驗前一星期需停止餵食，因為切割後自消化道排出的未消化食物會腐爛，使切割後的渦蟲易死亡。
- (三)渦蟲行再生生殖時，初長出的芽因細胞內無色素而呈白色，所以顏色較原來的片段淡。
- (四)渦蟲受電擊刺激會馬上縮起來，然後離開食物移到其他的地方。
- (五)不同的電壓電擊攝食中的渦蟲，發現電壓弱(1.5V)時，需經7天後，3V需經5天後，電壓較強(4.5V)時很短的時間，約3天後，渦蟲不敢在燈光下攝食，甚至都蜷縮在黑暗那邊。
- (六)沒有受到電壓刺激渦蟲對燈光毫不畏懼，從頭吃到尾。
- (七)相同的電壓刺激渦蟲不同部位，前、中、後三部位受刺激的反應差不多，並沒有多大差異。
- (八)除去一邊眼點的渦蟲，移動時會有些偏向眼點被除去的那一側，且仍會畏懼燈光。
- (九)眼點都除去的渦蟲，無法感光，不太活動，且不知食物在哪兒，沒有表現出畏懼燈光的行為。
- (十)受不同電壓刺激後的渦蟲，將它們切成三段時，不管前、中、後段，前段仍長出中間及尾部，約第四天即可長出。後段仍長出中段及頭部，約經6、7天，長成完整一隻渦蟲。
- (十一)受電壓刺激後的渦蟲，將它們縱切成兩部份，左邊可長出右邊部份，右邊長

出左邊部份，長成完整一隻渦蟲約 6、7 天。

- (ㄅ) 渦蟲再生速度並不受電擊刺激而有所影響，但切成愈小塊，再生速度愈慢。
- (ㄆ) 渦蟲受電擊刺激於頭部的那幾隻例如 A₁、B₁、C₁，橫切後再生的小渦蟲，對燈光特別畏懼，總是好幾天時間不敢到燈光下，但刺激於中間及尾部的那幾隻，例 A₂、B₂、C₂、A₃、B₃、C₃ 橫切後再生的小渦蟲，只有第一天較怕光，第二天後才敢到燈光下游走，但不敢攝食。
- (ㄇ) 受刺激後的渦蟲行再生生殖產生的個體，均會畏懼燈光，不敢到燈光下攝食，但經幾天訓練後，才敢到燈光下食物邊刺探一下，又再游走。
- (ㄏ) 不管再生時，是縱切或橫切，或是切成許多小塊，再生完成的小渦蟲，都和母體一樣，不敢靠近燈光攝食怕被電擊。

七、結論

- (一) 渦蟲是最原始已有頭化現象的低等動物，也能像高等動物一樣，可以加以制約。
- (二) 由刺激強弱，發現愈強的刺激，渦蟲在越短的時間內就不敢接近燈光攝食，可見愈強的刺激，渦蟲可能留下較深刻的印象。
- (三) 由實驗中渦蟲已將燈光當做是電擊的來源，所以不輕易往燈光方向移動，由此可知渦蟲雖是簡單生物，但也具備了「記憶」及「學習」的能力。
- (四) 受過刺激的渦蟲行再生生殖產生的子渦蟲，都與母渦蟲一樣有相同的制約反應，可見渦蟲再生作用的機制是由許多未分化的細胞繼續分裂再分化而來，可見渦蟲再生作用的機制是由許多未分化的細胞繼續分裂，再分化而成的。

八、參考資料

- (一) 中山百科大典（動物學）
- (二) 高等生物學（諸亞農、呂理福、曾文雄、溫永福）
- (三) 高中生物（第三冊）
- (四) 大英科技百科全書

評語

本作品以渦蟲為實驗材料，探討制約作渦蟲攝食行為和再生影響，在實驗設計上略有創意，能以電擊以及燈光作制約的探討，在實驗操作以及了解相當純熟。各個實驗組設計完整，觀察紀錄仔細。對雙頭實驗結果不宜作太武斷的推論，另外題目去除主題，直接以副題為主題為佳。