

# 5

## 生物體的協調作用

5-1 植物對環境的感應

5-2 神經系統

活動 5-1 人體的感覺與感覺疲勞

活動 5-2 反應時間的測定

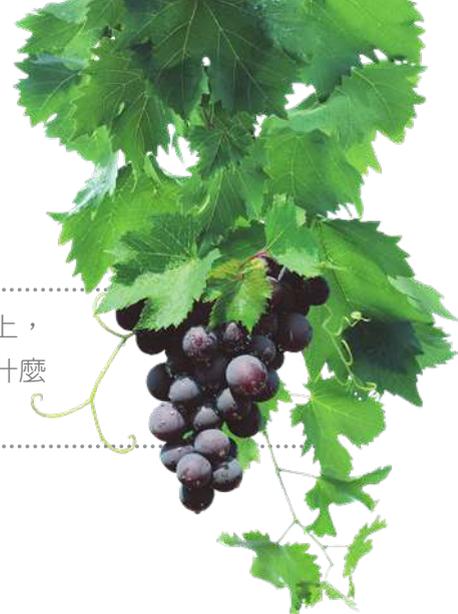
5-3 內分泌系統的運作

5-4 動物行為



年幼黑猩猩令人會心一笑的動作既可愛又令人驚訝牠的智慧！這動作需要神經系統及內分泌系統協調，先察覺螞蟻的藏身地點，並判斷該用何種工具及方法抓到螞蟻，進而找到工具、趴好位置，開始專注地掏沙土中的螞蟻，過程中隨時變換策略，同學們學習課業的精神也要向牠學習唷！





# 5-1

## 植物對環境的感應



### Warm Up

葡萄及絲瓜等農作物的捲鬚，常彎曲纏繞在棚架上，這些捲鬚是如何纏繞的呢？這樣對葡萄及絲瓜本身有什麼好處呢？

### 1 植物的向性

**向性**是植物體接受到光線、地球引力、水分或碰觸等環境刺激後，出現朝向或背離刺激方向生長的反應，通常這類的反應較為緩慢（圖 5-1）。

科學家發現，向性的產生和植物的生長素有關，當植物受到環境刺激時，根或莖兩側的生長素會分布不均勻，導致生長速率不同而發生彎曲的現象。

5



▲ 圖 5-1 向性（● 代表生長素）



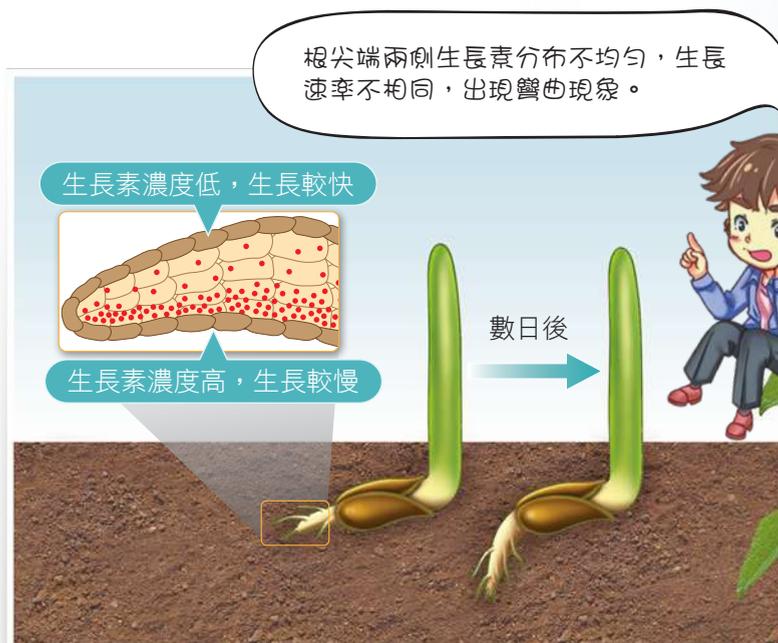
例如：莖的頂端受到側面照光的刺激後，莖向光面的生長素濃度較低，背光面濃度較高，較高濃度的生長素會促進莖的生長，使背光面的莖生長較快，因此莖就向照光的一側彎曲，稱為**向光性**（圖 5-1 A）。

- 5 有趣的是，植物的不同構造對生長素的反應並不相同，例如：高濃度的生長素可促進莖的生長，但反而會抑制根的生長。將植物平放時，因為地球引力的關係，生長素分布不均，植物莖會出現背離地面生長的**背地性**（或稱**負向地性**），而植物根則出現向地心方向彎曲生長的**向地性**（圖 5-1 B）。植物根除了向地性外，還有朝水源方向生長的**向溼性**，以及背離光源方向生長的**背光性**（或稱**負向光性**）。
- 10

- 15 某些植物莖及捲鬚的尖端碰觸到物體時，也因生長素的作用而出現纏繞物體生長的現象，此為**向觸性**（圖 5-1 C），例如：牽牛花、絲瓜的捲鬚及菜豆的莖。

◎ 莖的向觸性：菜豆的莖纏繞物體生長

### B 根的向地性

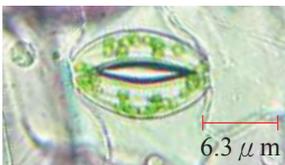




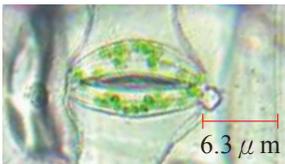
## 小視窗

### 1 保衛細胞利用膨壓的改變來調節氣孔

絕大部分的植物在白天進行光合作用時，保衛細胞受光線刺激，造成水分大量滲透進入保衛細胞內，此時保衛細胞膨壓變大，保衛細胞膨脹向外側彎曲，於是氣孔打開（如圖 A）。反之，若環境光線昏暗，保衛細胞內的水分會滲透出去，此時保衛細胞膨壓變小，保衛細胞萎縮而向氣孔靠攏，於是氣孔關閉（如圖 B）。



A 打開



B 關閉

## 2 植物較快速而明顯的感應

植物體回應刺激的方式，除了因生長速率差異而引起的向性緩慢反應外，也有在短時間內產生的明顯反應，這些現象是因為植物受到刺激後，特定部位的細胞失水縮小所致。

當植物細胞內含有較多的水分時，會對細胞壁產生向外推擠的壓力，稱為**膨壓**，此時細胞膨脹；當細胞內的水分漸漸減少時，膨壓隨之減小，則使細胞萎縮。而膨壓的改變，會使植物產生一些快速的反應，例如：保衛細胞能利用膨壓的改變，來控制氣孔的開閉<sup>1</sup>。

此外，含羞草和酢漿草等植物在傍晚時會閉合葉片，以及睡蓮的花朵在一日當中也有綻開與閉合的現



▲ 圖 5-2 睡眠運動



▲ 圖 5-3 含羞草的觸發運動

象，稱為**睡眠運動**（圖 5-2）。含羞草的小葉被碰觸後，葉柄基部細胞內的水分會流失，失去膨壓，導致細胞萎縮，而使小葉快速閉合，此稱為**觸發運動**（圖 5-3）。捕蠅草、毛氈苔等捕蟲植物，會利用變態葉進行**捕蟲運動**（圖 5-4）。以上種種現象，都是細胞膨壓的改變所致。



▲ 圖 5-4 捕蟲運動

### 3 植物對季節變化的感應

通常植物能感應環境中光及溫度等因素的改變，而產生發芽、葉片顏色改變及落葉等生理現象（圖 5-5），部分植物產生花芽進而開花，更是與周遭適當的晝夜長短交替週期有關。因此，花農刻意調整每日光照及黑夜的時間，使某些原本只能在特定季節才開花的植物，也能在其他非開花季節，出現在市面上供應民眾的需求。例如菊花應在秋冬季節開花，若在秋冬季節夜晚施以延長光照時間處理，將阻止菊花開花，到春夏季節時，再將菊花照光時間減短，則會促使菊花開花（圖 5-6）。

▲ 圖 5-5 楓葉能感應到光和溫度的季節變化



▲ 圖 5-6 秋冬夜晚將菊花施以光照，以延後開花之菊花田。



## 5-2 神經系統



### Warm Up

喜歡飼養貓狗的人，通常會將寵物送去美容院洗澡理毛，但你有沒有發覺，就算貓狗身上的毛剪得再短，臉頰靠近鼻頭上的長鬚毛都是不修剪的，這是為什麼呢？

植物對周遭環境變化能產生適當的感應，同樣的，動物也能夠接受來自外界或體內的訊息，以得知體外、體內各種狀況和變化，並藉由肌肉或腺體等動器產生各種適當的反應。

### 1 動物如何察覺外界的變化

動物體具有接受環境刺激的構造，稱為**受器**。以人體來說，受器分別位在眼、耳、鼻、舌及皮膚等器官內部<sup>2</sup>。昆蟲、蝦子的複眼與觸角，以及貓和狗的嘴邊長鬚毛，也都是具備受器功能的構造（圖 5-7）。

動物的視覺受器大多位於眼睛內部，接受光線的刺激後，訊息傳送到腦部而引起視覺。魚類、牛及羊等動物，眼睛位於頭部兩側，可以具有較廣的視覺範圍，但所看到的物體比較平面。而包括人類在內的許多動物，兩眼位在面部前方，同視一物，藉此所產生的雙眼視覺，有助於判斷物體的形狀與距離，而較有立體感。

#### 頭腦體操

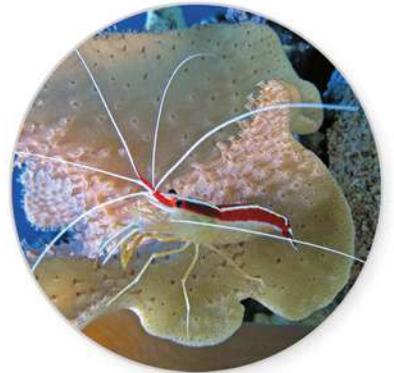
絕大多數的解剖顯微鏡有兩個目鏡，可雙眼同時觀察。  
請問：雙眼觀察較單眼觀察的好處是什麼？

#### 小視窗

### 2 人體接受各種不同環境刺激的器官

環境刺激	器官
光	眼
聲音	耳
氣味	鼻
味道	舌
溫度、觸碰壓力	皮膚

A 蝦子的觸角



B 貓的鬚毛



➤ 圖 5-7 動物的受器

**小視窗**

**3 回聲定位的應用**

現代科技的原理，常是科學家從動物特殊能力模擬而來，例如：聲納、雷達偵測系統及超聲波掃描技術。其中，水中聲納可用來探測海底、地形、冰山及魚群位置等，提高了軍事及漁業領域的應用能力。



**▲** 黑暗中的蝙蝠利用回聲定位，判斷獵物的位置及距離。

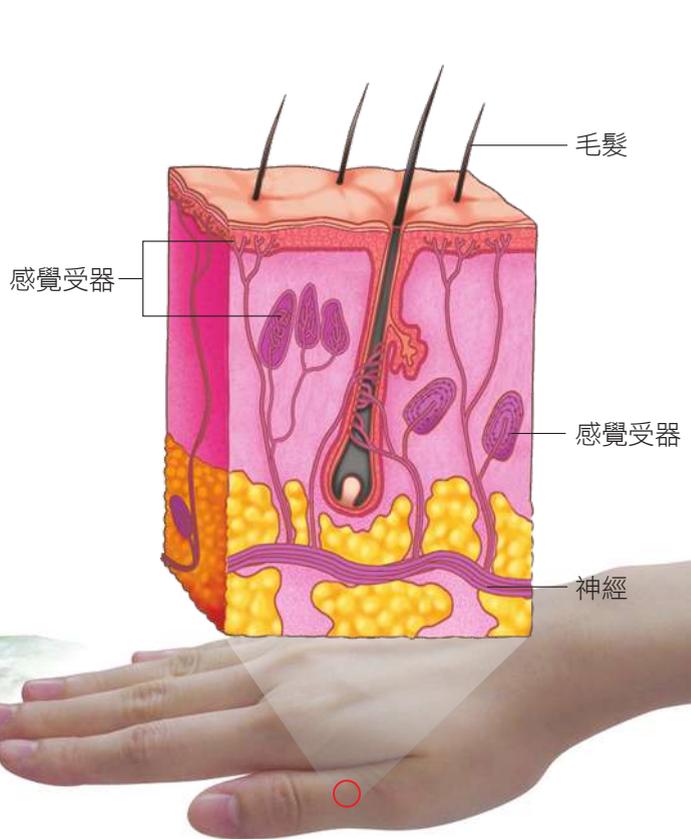
大部分動物接受聲音刺激的聽覺受器位於耳朵內部。蝙蝠、海豚和鯨能聽見自己發出超聲波的回聲<sup>3</sup>，來定位測知獵物及障礙物的所在。

哺乳動物的嗅覺受器位在鼻腔內，可接收氣味分子的刺激。而昆蟲的嗅覺受器則位於觸角上，例如雄蛾觸角上的嗅覺受器可以接受雌蛾釋放的特殊氣味，循著氣味找尋雌蛾，以完成交配（圖 5-8）。昆蟲觸角上除了有嗅覺及觸覺的受器外，有的還具有聽覺受器的構造。

人類的皮膚具有多種受器，可以分辨不同種類的刺激（圖 5-9）。有些受器如果受到連續相同的刺激，可能會產生不反應的感覺疲勞現象。想試試人體的感覺和感覺疲勞嗎？活動 5-1 可以幫助你了解喔！



**▲** 圖 5-8 昆蟲觸角具有多種受器



**▲** 圖 5-9 人類皮膚中的受器



## 活動 5-1

# 人體的感覺與感覺疲勞

- 目的**
1. 以雙手碰觸不同水溫的活動，來實際體會溫覺疲勞的生理現象。
  2. 體驗眼睛注視物體後所產生的後像。

**器材**（以組為單位）

- 水盆 3 個
- 白紙 1 張

**步驟**

### 一、對溫度的感覺

- 1 將三個水盆分別標示甲、乙、丙，各裝入不同溫度的水。甲盆：冰水（將冰塊置入水中一段時間，待盆外出現水珠後，撈去冰塊）；乙盆：室溫的水；丙盆：熱水（水面能看見白色煙霧）。

▲以溫度計測量丙盆水溫，以不超過 45 °C 為宜，避免燙傷。



將左手放在熱水（丙盆）中，右手放在冰水（甲盆）中。



15 秒之後，兩手同時放入室溫的水（乙盆）中。

- 4 依你的經驗判斷，兩手可能有什麼感覺，為什麼？實際試試看，你的感覺是什麼，為什麼？

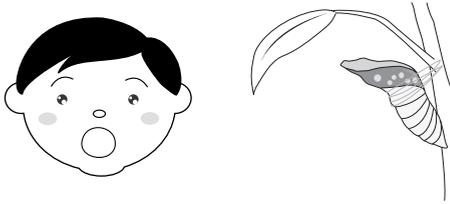
- 5 實際進行活動，每位同學輪流將左手放在熱水中，右手放在冰水中，數秒之後，兩手同時放入室溫的水中，記錄左、右手的感覺。

- 6 以你的經驗判斷與實際活動的結果是否相同？解釋實際試驗之後，水溫變化感覺的可能原因。

- 原理說明**
- 凝視一物一段時間，移開視線後，仍暫時有看到形狀相同，顏色不變的該物影像，此視覺上暫留的影像被稱為正片後像。
  - 凝視一物一段時間，移開視線後，除有視覺上暫留的該物影像外，若因凝視時間過久而出現視覺疲勞，則該物影像的顏色將與原物不同，此時所見到的影像被稱為負片後像。

## 二、正片後像

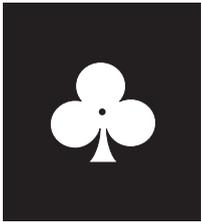
- 將活動紀錄簿右下及左下角的圖案快速連續翻閱，同時眼睛注視之。



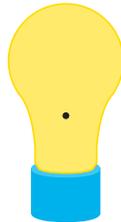
- 此時眼睛看到的影像稱為正片後像。請描述並記錄正片後像中圖案的連續動作過程。

## 三、負片後像

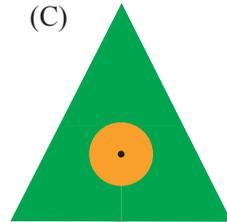
- (A)



- (B)



- (C)



另外準備一張白紙置於旁邊，中央畫一個黑點。先凝視上圖 (A) 中的小黑點，30 秒後，轉而注視白紙上的小黑點。再以同樣的步驟，分別凝視圖 (B) 和圖 (C)。

- 白紙上出現的影像稱為負片後像。注意負片後像的顏色與形狀，將所看到的後像畫在活動紀錄簿上。
- 負片後像實驗中，凝視圖 (A) 中的小黑點，30 秒後，轉而注視白紙上的小黑點，所看到的影像，與注視約 3 ~ 5 公尺遠的白色牆壁所產生的影像，有何不同？請描述在活動紀錄簿上。

## 問題與討論

- 用手摸額頭，能否量出正確的體溫？為什麼？
- 請說明形成正片後像與負片後像的原因有何差異？
- 受器受到連續相同的刺激後，有時會產生感覺疲勞。請想想自己曾產生哪些感覺疲勞的生理現象？
- 負片後像活動中步驟 ③，在白色牆壁上和白紙上所看到的影像有何異同？

## 2 動物如何進行訊息傳遞

人體或動物接受體內或外在環境變化的刺激時，可產生內部生理反應或外在行為動作來回應，例如腸胃不適的病人，有時會以手按住不舒服的部位，尋求減緩疼痛的感覺。若訊息傳遞與整合反應的作用範圍較為局部，且需要的反應非常迅速，則通常由**神經系統**來完成。神經系統很類似航太高科技設備系統，由雷達接受訊號，在極短的時間內，經電腦運算處理器判斷及運算後，發出特定命令，協助太空梭順利完成任務。神經系統可說是人體內訊息整合及傳遞的網路呢（圖 5-10）。



### 3 動物的神經構造

水螅、蚯蚓及蝗蟲等缺乏腦或腦部不發達的生物，其神經構造比較簡單。蛙、狗及人類則是具有較複雜神經系統的生物，除了有發達的腦外，還具有脊髓。通常生物體的腦容量與學習行為有關，腦容量比例愈大的生物，學習能力也愈佳（圖 5-11）。

5

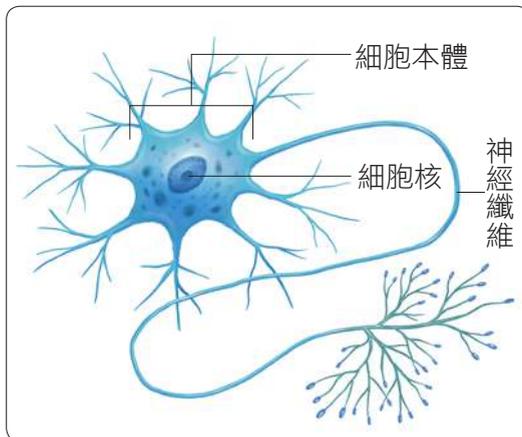


▲ 圖 5-11 不同動物的腦容量比例

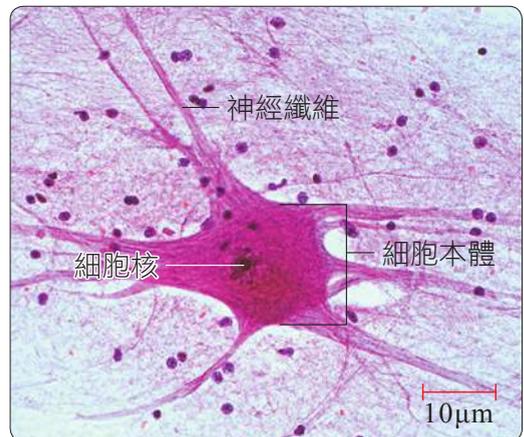
### 4 人體的神經系統

神經系統的基本單位是**神經細胞**，簡稱**神經元**。神經元的**細胞本體**表面延伸出許多突起，這些突起統稱為**神經纖維**，神經纖維可以負責訊息的接受及傳遞。細胞本體則控制整個神經元的代謝作用及訊息整合（圖 5-12）。

10



▲ A 神經細胞示意圖



▲ B 顯微鏡下的神經細胞（已染色）

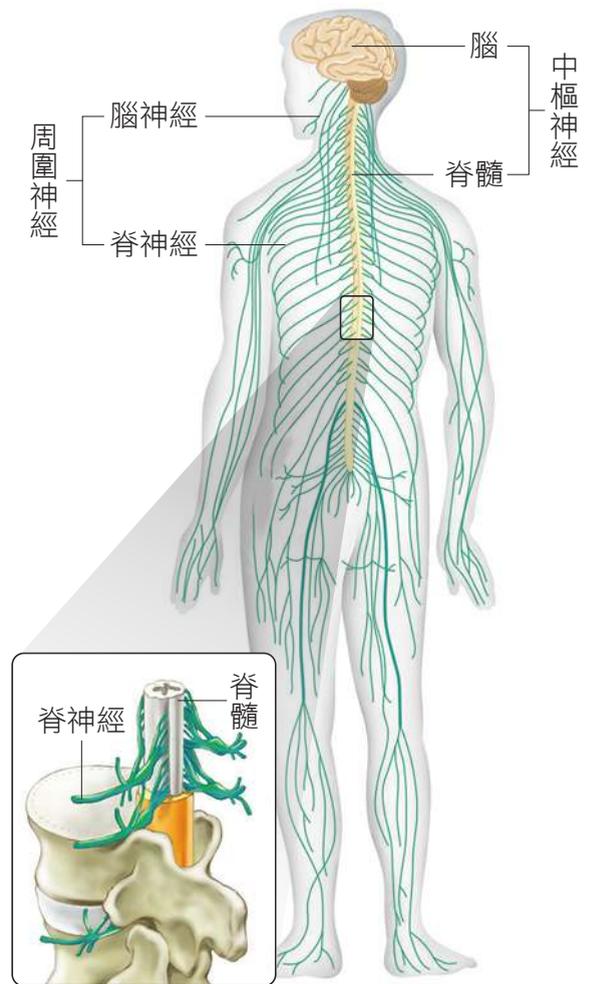
▲ 圖 5-12 神經細胞



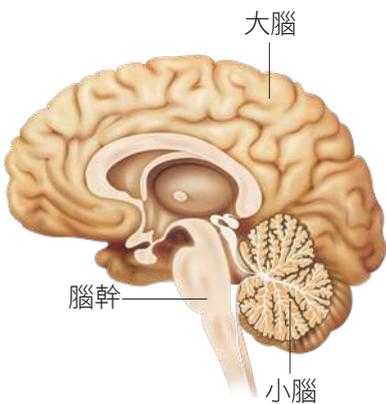
人體的神經系統包括**中樞神經**及**周圍神經**兩部分。中樞神經包括**腦**和**脊髓**；周圍神經則包含**腦神經**及**脊神經**，延伸在中樞神經以外，負責全身訊息的傳遞（圖 5-13）。

腦主要由**大腦**、**小腦**及**腦幹**三部分組成（圖 5-14）。**大腦**是身體的意識中樞，分成左、右兩半球（圖 5-15），表層分為許多功能不同的區域，例如：**運動區**、**感覺區**、**語言區**等（圖 5-16）；而情緒、記憶及思考等的表現，也是大腦掌控的功能之一。大腦左半球負責控制右半身，右半球則控制左半身，若大腦左半球的運動區受損，可能導致右半身無法正常活動。

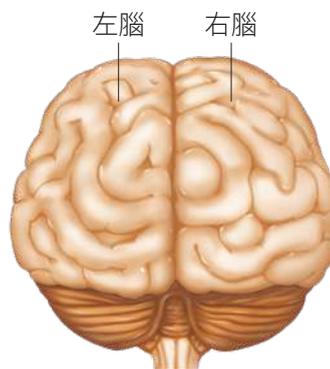
**小腦**也分左、右兩半球，位於腦幹後方，是身體的平衡中樞，有助於全身肌肉的協調。小腦十分發達的松鼠，可以輕易地在樹梢之間快速來回穿梭。



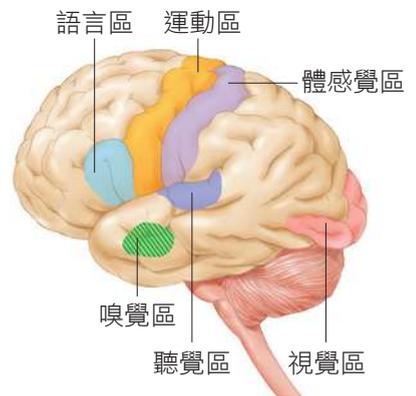
▲ 圖 5-13 人體神經系統示意圖



▲ 圖 5-14 腦的構造示意圖



▲ 圖 5-15 大腦的左、右半球 (背後觀)



▲ 圖 5-16 大腦分區



### 小視窗

#### 4 植物人與腦死的差別

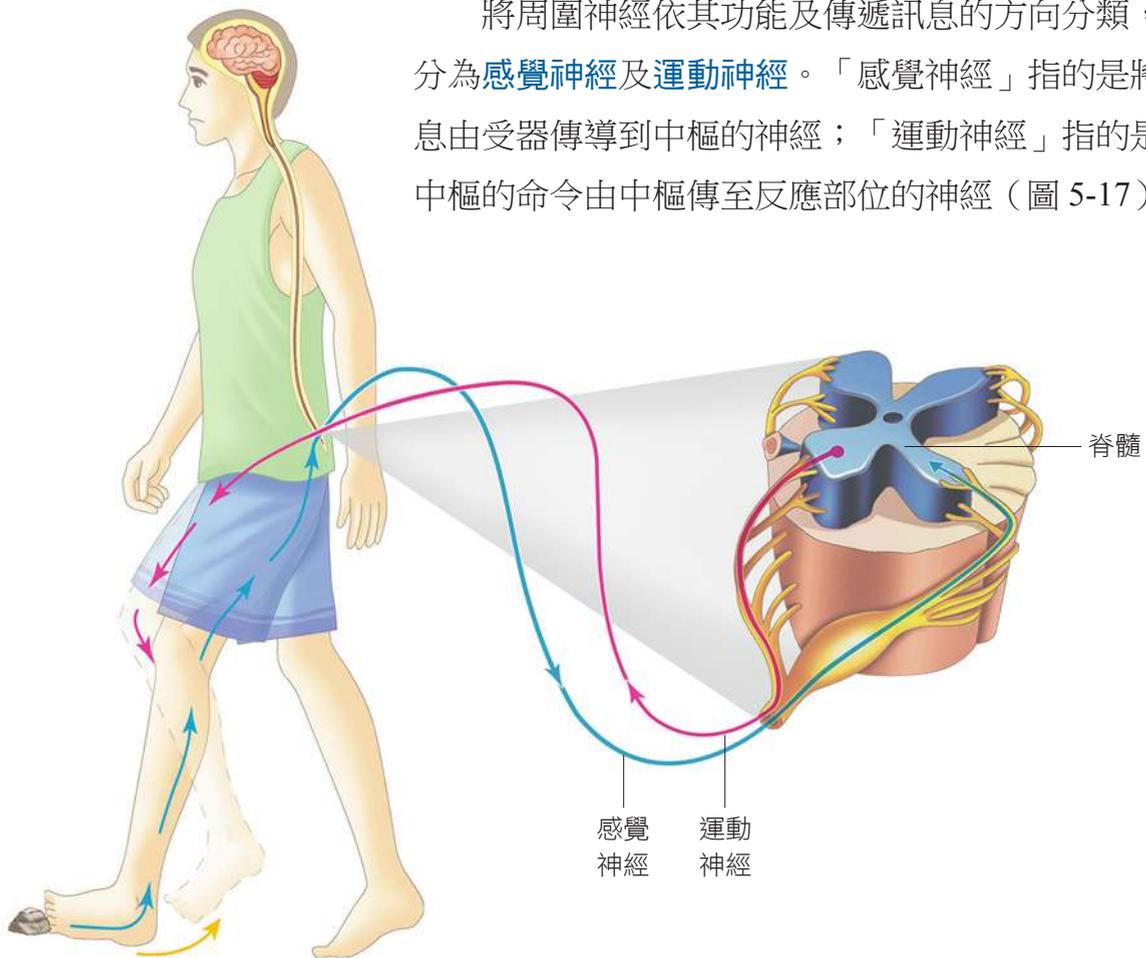
植物人是因為大腦功能嚴重受損，導致感覺及運動能力喪失，身體處於無意識狀態。腦死病人是生命中樞—腦幹的功能喪失。病人被醫生宣布腦死後，即使依賴人工呼吸系統，身體其他器官功能最多也只能維持 24 小時。

**腦幹**負責控制心搏、呼吸及血壓等功能，是人體的生命中樞，另外還負責不經意的眨眼、打噴嚏、唾腺分泌等功能<sup>4</sup>。

**脊髓**能將頸部以下所傳來的訊息傳到腦部，並做為腦部命令傳達至四肢及軀幹的中繼站。有時脊髓接受頸部以下傳來的刺激時，在訊息傳到腦部的同時，也可能直接發布指令至適當的部位產生反應。

**周圍神經**依來源部位可分為**腦神經**和**脊神經**。腦神經自腦部發出，共有 12 對，主要分布於頭部、頸部及部分內臟等部位。脊神經自脊髓發出，共有 31 對，主要分布於軀幹、四肢及內臟。

將周圍神經依其功能及傳遞訊息的方向分類，可分為**感覺神經**及**運動神經**。「感覺神經」指的是將訊息由受器傳導到中樞的神經；「運動神經」指的是將中樞的命令由中樞傳至反應部位的神經（圖 5-17）。



▲ 圖 5-17 脊髓發出的周圍神經示意圖





### 小視窗

#### 5 反射作用的神經傳導途徑

- (1) 四肢的反射：例如膝跳反射（坐姿時，一腳跨在另一腳上，手敲膝蓋下方，小腿會向前翹起）。其神經傳導路徑為：受器→感覺神經→脊髓→運動神經→動器。
- (2) 頭部的反射：例如聞到異味而打噴嚏。其神經傳導路徑為：受器→感覺神經→腦幹→運動神經→動器。

**反射**是指非經大腦意識所產生的反應，通常可以節省腦力或應付緊急狀況，避免身體受到更嚴重的傷害。反射無法藉由訓練而變得更快速。發生在四肢的反射，是由脊髓所控制，例如：手觸燙物的縮回反射與膝跳反射<sup>5</sup>。另外，不經意的眨眼、唾腺分泌、瞳孔遇強光而縮小等，發生在頭部的反射，則由腦幹所控制。

有時人體接受刺激，會先立即產生反射，且幾乎同時產生大腦意識反應，例如：手觸熱鍋時，手部皮膚上的受器接受刺激後，訊息便經由感覺神經傳導至

5

10

▲ 感覺神經傳導訊息至脊髓



脊髓。脊髓收到訊息後先發出命令，由運動神經傳達命令給手部的肌肉動器，使其收縮，而將手快速收回，此為反射。

5 幾乎在縮手反射的時候，脊髓也將訊息上傳給大腦，使大腦引發燙或痛的感覺，並命令手移至嘴邊吹氣。這時產生燙或痛的感覺，及將手移至嘴邊吹氣的動作反應，皆屬於大腦意識控制（圖 5-19）。

**✓圖 5-19** 手觸熱鍋時，先產生脊髓控制的肢體反射，再產生大腦控制的意識動作。

**B1** 運動神經傳導脊髓反射的命令至肌肉

**B2** 脊髓反射命令傳導的同時，脊髓傳導訊息至大腦產生痛覺

**◎** 大腦命令產生意識動作



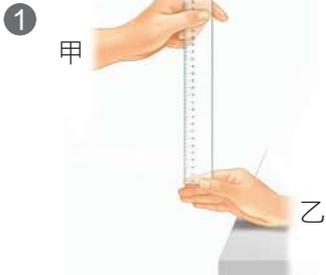
## 活動 5-2 反應時間的測定

**目的** ▶ 藉由多次接尺的反應距離及推算出的反應時間，來了解接尺的動作是大腦意識還是反射動作。

**器材** (以組為單位)

□ 塑膠直尺 (30 公分或 45 公分) 1 支

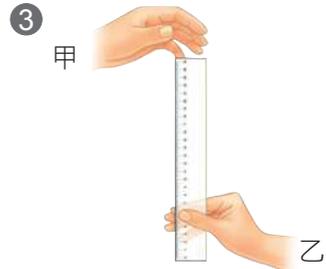
### 步驟



甲、乙兩人一組，甲為主試者，以拇指、食指夾持一垂懸塑膠直尺，乙為受試者，手固定在桌面上。

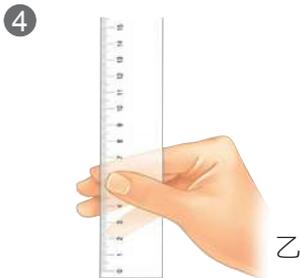


乙的手須位於尺上刻度 0 公分的兩側，兩指間距約 2~4 公分。



乙的眼睛注視尺，當看到尺滑落，立即用手指接尺。

註 受試者不要看主試者的手。



記錄手指處的刻度。

5 重複測試五次，計算平均值，並根據平均值，參考活動紀錄簿上的附表，推算反應時間。

註 反應時間指由受器接受刺激開始，到動器產生反應所經過的一段時間。

6 換成乙為主試者，甲為受試者，重複步驟 1~5。

### 問題與討論

1. 請寫出本活動的神經傳導途徑。
2. 接尺距離愈短，代表反應靈敏還是遲鈍？
3. 試試看，多次接尺後，接尺的反應能否變得更靈敏快速？
4. 開車時看到前方出車禍，用腳踩煞車板的反應時間，通常較活動中接尺的反應時間長，為什麼呢？



## 5-3

## 內分泌系統的運作

## Warm Up

科學家認為蝌蚪變青蛙及毛毛蟲變蝴蝶的整個過程，主要是由內分泌系統控制。想想看，內分泌與神經系統的特色有何不同？



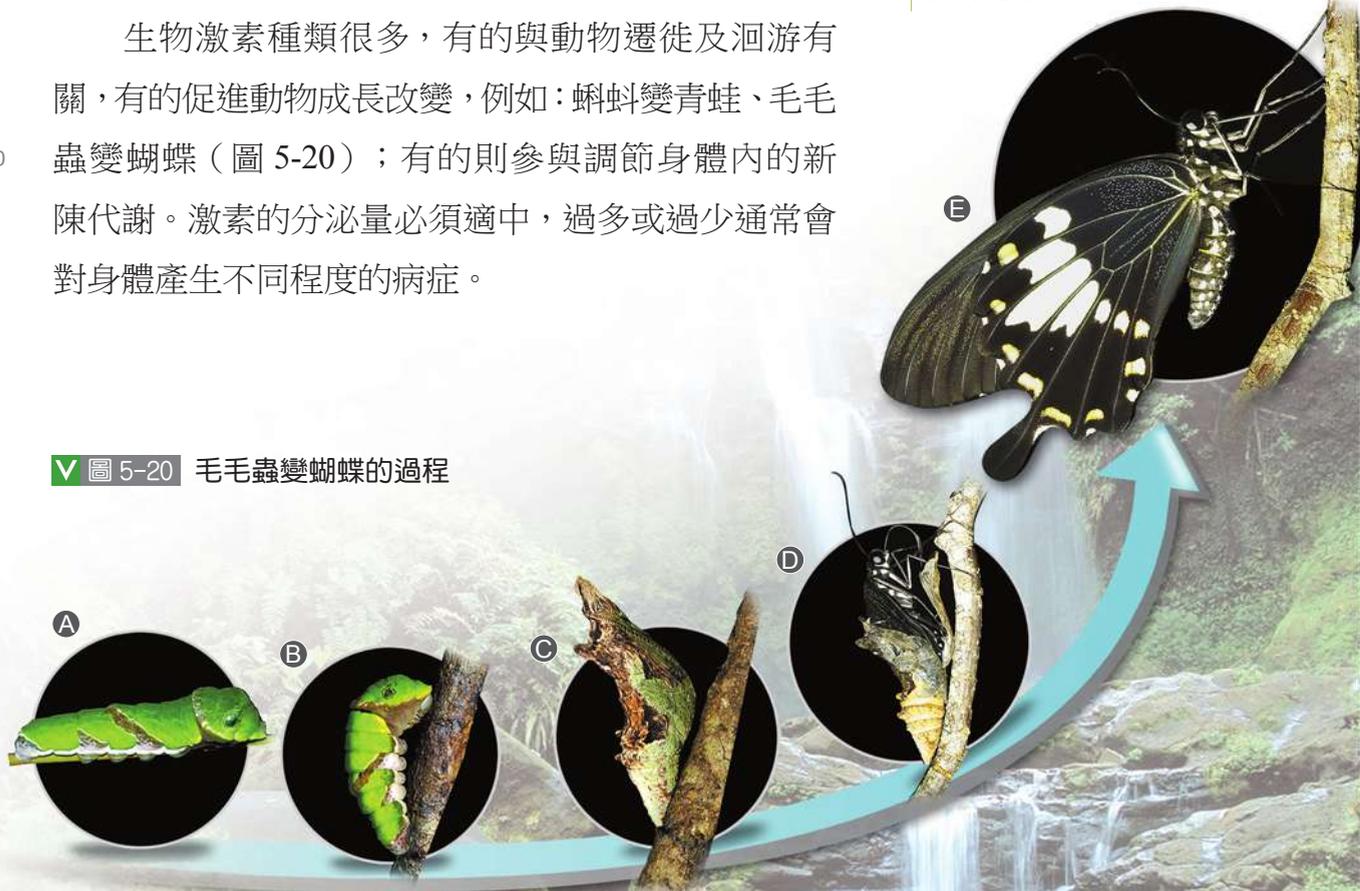
除了神經系統以外，動物體的生理反應尚可由內分泌系統產生的化學物質來調節，這些傳遞訊息的化學物質，稱為**激素**（又稱為**荷爾蒙**），激素經由血液運送到目的地（器官或組織），控制和調節細胞的活動，進而協助體內環境的穩定<sup>6</sup>。內分泌系統的訊息整合反應較為緩慢，但激素影響器官或組織的時間較持久，通常作用的範圍十分廣泛。

生物激素種類很多，有的與動物遷徙及洄游有關，有的促進動物成長改變，例如：蝌蚪變青蛙、毛毛蟲變蝴蝶（圖 5-20）；有的則參與調節身體內的新陳代謝。激素的分泌量必須適中，過多或過少通常會對身體產生不同程度的病症。

## 小視窗

## 6 生物體內腺體的種類

生物體內的腺體分為內分泌腺與外分泌腺。內分泌腺所分泌的物質由血液運輸。而外分泌腺分泌的物質，可藉由專屬運輸管道輸送，例如：乳腺、汗腺、淚腺及消化腺等。



✓ 圖 5-20 毛毛蟲變蝴蝶的過程

人體主要的內分泌腺體包括腦垂腺、甲狀腺、副甲狀腺、腎上腺、胰島及性腺（睪丸和卵巢）等構造，總稱為內分泌系統（圖 5-21）。

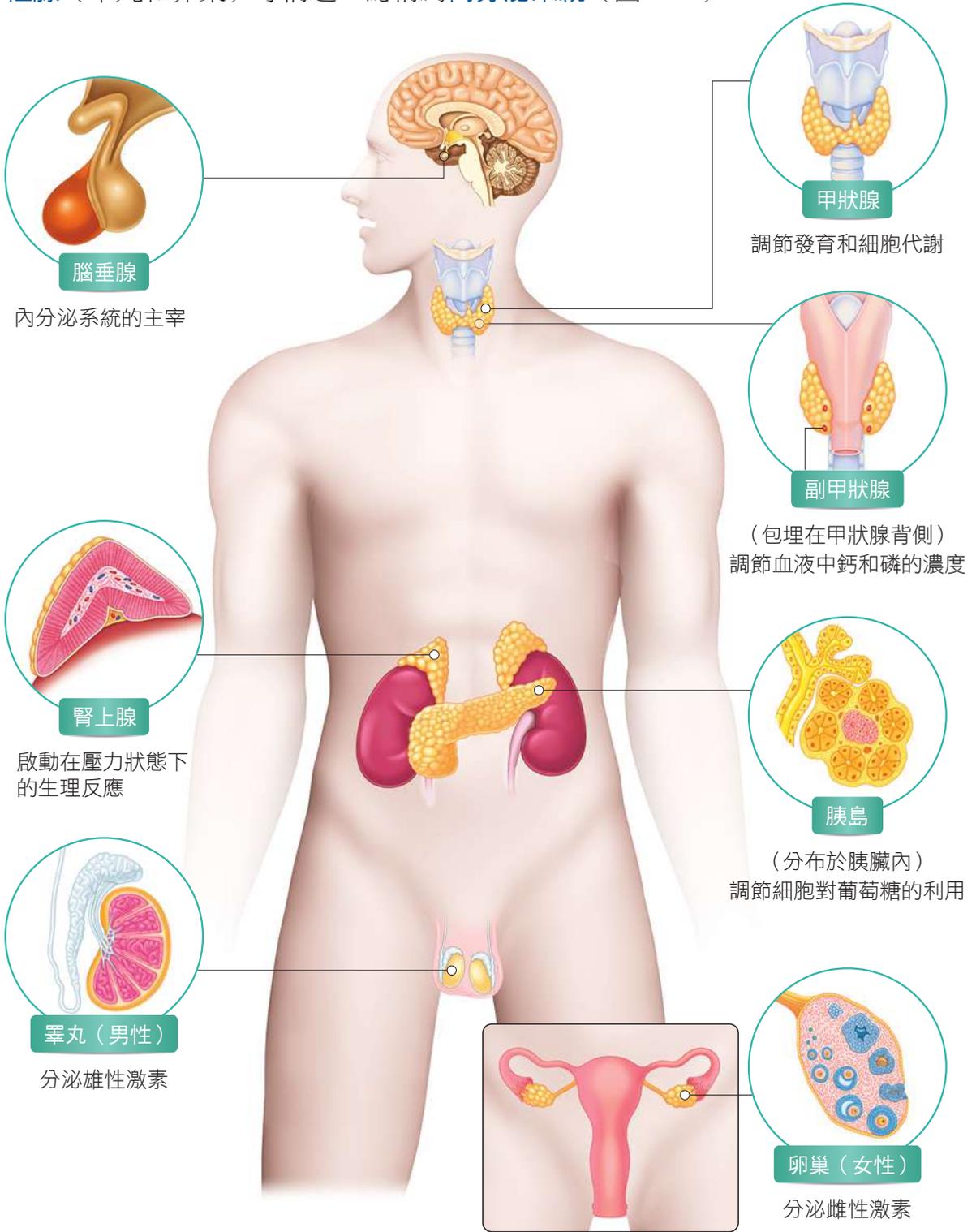


圖 5-21 人體主要內分泌腺的分布位置示意圖



## 1 腦垂腺——內分泌系統的主宰

腦垂腺位於大腦的下方，能分泌多種激素，其中的**生長激素**可刺激身體成長，若幼年期分泌過多，會造成**巨人症**；過少，則造成**侏儒症**（圖 5-22）。由於腦垂腺分泌的某些激素，可影響其他腺體的分泌，因此，腦垂腺被稱為內分泌系統中的主宰。

## 2 甲狀腺——調節發育和細胞代謝

**甲狀腺素**由分布於喉部氣管的甲狀腺所分泌。甲狀腺素會促進細胞代謝或體內養分的分解，分泌過多時，會因細胞活動過於旺盛而體重減輕，也會出現緊張、煩躁等症狀；分泌過少時，養分消耗少而體重增加，行動變遲緩。如果幼兒時期甲狀腺素分泌過少，則生長發育會遲滯，同時也會有智能不足的現象，造成**呆小症**。

## 3 副甲狀腺——調節血液中鈣和磷的濃度

**副甲狀腺素**由包埋在甲狀腺背側內的副甲狀腺所分泌。副甲狀腺素會調節身體血液中鈣和磷的濃度，進而影響肌肉的收縮與骨骼的成長，若分泌過多，會造成血鈣過多及骨質疏鬆；分泌過少，則造成血鈣不足及肌肉抽筋、痙攣等生理反應現象。

## 4 腎上腺——啟動在壓力狀態下的生理反應

腎上腺位於腎臟的上方，可分泌多種激素，其中的**腎上腺素**能在身體遭受壓力時大量分泌，例如：人緊張、憤怒及恐懼時，會大量分泌腎上腺素，導致呼吸及心跳加快、血壓升高、肌肉內的血液量增加，以及血液中葡萄糖的濃度升高等，使肌肉能做強而有力的收縮，來因應緊急狀況。



▲圖 5-22 生長激素分泌失調的影響【巨人症（圖右）、侏儒症（圖左）和正常成人（圖中）】



### 小視窗

#### 7 糖尿病

當體內的胰島素分泌不足、完全缺乏或胰島素無法對目標細胞引起適當的反應時，將導致醣類等物質代謝作用出問題，最後造成血糖濃度過高，尿液中出現葡萄糖，此病症即為糖尿病。有關血糖濃度的調節，請見第 6 章「血糖的恆定」單元。

## 5 胰島——調節細胞對葡萄糖的利用

胰臟不但能分泌消化液，也可由散布在胰臟中的胰島組織分泌**胰島素**和**升糖素**。胰島素促使血液中的葡萄糖進入細胞被利用或合成肝糖儲存，以降低血液中葡萄糖的濃度<sup>5</sup>。若血液中葡萄糖濃度過低時，升糖素會促使肝臟內的肝糖分解成葡萄糖，釋放到血液中，使血液中葡萄糖的濃度不致過低。

5

## 6 性腺——分泌性激素

**睪丸**與**卵巢**是生殖器官，也是內分泌系統中的性腺。睪丸分泌的**雄性激素**，能促使男性出現聲音低沉、長鬍子、長喉結、男性生殖器官及精子成熟等生理特徵；卵巢分泌的**雌性激素**，則能促使女性出現聲音高尖、乳房發育、皮下脂肪豐厚、女性生殖器官及卵成熟等生理特徵。男女性別具有各種不同的差異，對於彼此的差異要學習互相尊重！

10

15

### 頭腦體操

某些減肥藥中添加了甲狀腺素，促使細胞內養分快速分解，達到顯著的瘦身效果，但卻會出現許多嚴重的副作用。想想看，甲狀腺素會影響細胞內哪個構造？並能進行何種作用來快速分解養分？

### 課後活動

#### 生長素分泌失調的影響

目前罹患巨人症的病患中，身高最高的紀錄是美國的羅伯特 潘新瓦得羅 (Robert Pershing Wadlow, 1918 ~ 1940)，他高達 2 公尺 72 公分，他快速長高的原因是腦垂腺長了腫瘤，得了巨人症。侏儒症中最矮的紀錄可能是中國的朱海珍，她身高僅有 79 公分。還有一種病症與生長激素分泌失調有關，叫做末端肥大症，請同學利用網路或書籍搜尋，作一份相關的報告和同學分享。



## 5-4

## 動物行為



## Warm Up

一群北美麝香牛遇到狼群襲擊時，會形成一個防禦圈，外圈是體型較大的麝香牛，以牛角禦敵，幼牛則被保護在內部，通常狼群找不到適當的攻擊位置後，會自動離去。日常生活中，你曾經觀察過哪些動物行為呢？這些動物出現的行為可能代表什麼重要的意義？



動物能夠感受到身體內、外環境出現變化，產生許多可以被觀察到的行為（圖 5-23）。動物行為受到遺傳與環境的影響，其中與生俱來、不須學習的行為，稱為**本能行為**。



▲ 圖 5-23 跳求偶舞的丹頂鶴



▲ 圖 5-24 遷徙中的候鳥

本能行為的種類繁多，例如：生活於溫帶的蛙及蛇等，會在天氣嚴寒的冬季進行冬眠；黑面琵鷺及其他候鳥會隨著季節改變而集體遷移（圖 5-24）。有些動物則在不同發育階段展現不同的行為，例如：鱒魚及鮭魚的洄游（圖 5-25）。

動物在接收外界環境刺激後，有的會出現趨向刺激或遠離刺激的行為，稱為**趨性**，例如：大多數昆蟲在夜間會有趨向光源反應的**正趨光性**（圖 5-26），蟑螂、渦蟲及蚯蚓遇光則出現背離光源躲避的**負趨光性**。

5

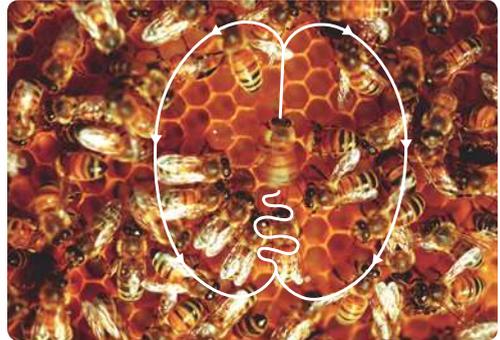
蜜蜂以跳舞的姿勢告訴同伴食物在何處（圖 5-27），螞蟻則以輕拍同伴觸角或釋放化學物質完成訊息的溝通。除此之外，像蜘蛛結網（圖 5-28）、生物求偶及反射，這些皆是日常生活中熟知的本能行為例子。

10

▼ 圖 5-25  
鮭魚洄游



▲ 圖 5-26 昆蟲的正趨光性



▲ 圖 5-27 蜜蜂的舞姿溝通行為



▲ 圖 5-28 蜘蛛結網



然而，有些行為必須經過後天學習<sup>P132</sup>，才能完整而熟練的展現，例如黑猩猩與烏鴉使用工具（圖 5-29）來獲得食物及水分，小花豹在遊戲中練習打鬥與狩獵等（圖 5-30），皆是以大腦思考、判斷及記憶等功能整合的極致表現，這些生物體的學習能力通常與大腦的發達程度有關。此外，我們在嬰幼兒時期，牙牙學語、爬行及走路也都是經由後天學習而成的！

#### 課後活動

人類利用蚊子的正趨光性而設計了捕蚊燈。請查查百科全書或網頁，蚊子還會對何種能量、物質及氣味有趨向靠近的感應行為？說不定你可以設計出更好的捕蚊燈喔！



◀ 圖 5-29 烏鴉使用工具喝水的技巧

▶ 圖 5-30 小花豹藉由遊戲打鬥以學習狩獵



### ❖ 會使用工具的聰明章魚 課本 P131

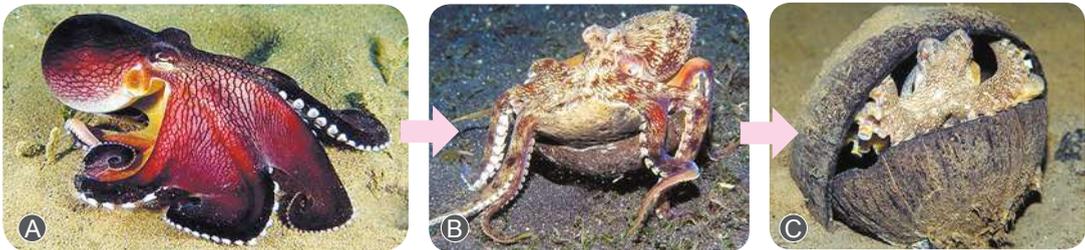
章魚屬於軟體動物，因有 8 條帶有吸盤的觸腕，所以有時又被稱為八爪魚。章魚有明顯並發達的一對眼睛，很強的記憶力，在極短的時間內就能學會許多生存本領；例如捕食、偽裝及逃生等重要技巧與行為。

科學家證實，聰明的章魚約有 2 歲兒童的智力，能利用觸腕及其上的吸盤，打開裝有螃蟹的玻璃瓶瓶蓋以獲取食物。

根據《當代生物學》（Current Biology）上的一篇論文提及，在水下安設的攝影機拍攝到，章魚觸腕吸盤緊緊吸住對半分開的椰子殼後急忙溜走，將椰子殼當作藏身之所（如下圖）。研究中展示的章魚生存能力令科學家十分吃驚，這是科學界第一次發現章魚使用工具。參與這項研究的生物學家芬恩（Julian Finn）和諾曼（Mark Norman）花了將近 10 年時間，觀察了 20 多種章魚的生態習性。

兩位生物學家認為，使用工具是人類特有的行為，沒想到無脊椎動物章魚也具有這種能力。因章魚移動速度不快，容易受到其他肉食動物的攻擊，帶著椰子殼以備不時之需，可以當作保護屏障。或許其他動物也可能出現類似的行為。

科學界對章魚智力的高低時有爭議，但從能否使用工具上來鑑定應是較好的方法，因為許多被鑑定出高智力的哺乳類動物（如靈長類動物）及鳥類也具備使用工具行為，例如烏鴉丟石取水。更難能可貴的是章魚帶椰子殼走，以備不時之需，這和需要時隨便撿個東西放頭上的動物有所不同。演化生態學家特雷金扎（Tom Tregenza）教授補充說：「章魚確實足智多謀到可以從事一些你以為只有脊椎動物才能做到的活動。」



▲ 以椰子殼藏身的章魚



## 5-1 植物對環境的感應

- 植物受到環境刺激後，會出現朝向或背離刺激方向生長反應，稱為**向性**。例如：莖的**向光性**、**背地性**（或**負向地性**）和**向觸性**，以及根的**向地性**、**向溼性**和**背光性**（或**負向光性**）。
- 向性的產生和生長素分布不均所造成的生長速率差異有關。
- 植物細胞內含水分較多時，會對細胞壁產生推擠的壓力，稱為**膨壓**，此時細胞膨脹；當細胞內的水分漸漸減少時，膨壓隨之減小，則使細胞萎縮。
- 保衛細胞能利用膨壓的改變，來控制氣孔的開閉。
- 含羞草的**睡眠運動**和**觸發運動**，以及捕蟲植物的**捕蟲運動**，皆與細胞膨壓大小變化有關。
- 有些植物要有適當的晝夜交替才會開花，甚至能感應環境中光、溫度等因素的改變，而產生發芽、葉片顏色改變及落葉等現象。

## 5-2 神經系統

- 動物體具有接受環境刺激的構造，稱為**受器**。例如：人的眼、耳、鼻、舌、皮膚，以及昆蟲的觸角、複眼等內部都含有受器。
- 動物協調生理反應的兩大系統：

	傳遞方式	傳遞速率	影響時間	影響範圍
神經系統	神經元	快	短	小
內分泌系統	血液	慢	長	大

- 人體的神經系統包含**中樞神經**（**腦**、**脊髓**）與**周圍神經**（**腦神經**、**脊神經**）。

### (1) 中樞神經：

名稱	組成	主要功能
腦	大腦	① 分成左、右兩半球，左半球控制右半身的活動，右半球控制左半身的活動 ② 負責運動、感覺、語言、記憶和思考等
	小腦	① 分成左、右兩半球 ② 協調全身肌肉的活動，以維持身體的平衡
	腦幹	① 人體的生命中樞 ② 控制心搏、呼吸及血壓
脊髓		① 連結腦與四肢軀幹間的訊息傳遞 ② 四肢反射的控制中樞

### (2) 周圍神經：

	名稱	發出部位	對數	主要分布位置
依來源分成	腦神經	腦	12 對	頭、頸、部分內臟
	脊神經	脊髓	31 對	軀幹、四肢、內臟
依功能分成	感覺神經	將訊息由受器傳導到中樞（腦或脊髓）		
	運動神經	將中樞的命令由中樞傳至動器（肌肉或腺體）		

### 4. 動作與神經傳導途徑：

	中樞神經	例子/神經傳導途徑
大腦意識動作	大腦	(1) 手摸熱鍋感到燙：受器→感覺神經→脊髓→大腦 (2) 踩到圖釘感到痛，用手去撫摸：受器→感覺神經→脊髓→大腦→脊髓→運動神經→動器
反射動作	四肢反射	膝跳反射：受器→感覺神經→脊髓→運動神經→動器
	頭部反射	瞳孔遇強光而縮小：受器→感覺神經→腦幹→運動神經→動器
反射動作與大腦意識動作	脊髓及大腦	腳底踩到圖釘立刻縮腳後，並用手去撫摸腳底 反射：受器→感覺神經→脊髓→運動神經→動器 意識：受器→感覺神經→脊髓→大腦→脊髓→運動神經→動器



# 重點整理

## 5-3 分泌系統的運作

腺體種類	腺體位置	激素種類	生理調節功能	備註
腦垂腺	位於大腦下方，大小似豌豆	生長激素	促進生長發育	生長激素 1. 分泌過多：巨人症 2. 分泌過少：侏儒症
		其他激素	可影響其他腺體的分泌	
甲狀腺	位於喉部下方氣管兩側，分成相連的左、右兩葉	甲狀腺素	促進細胞內養分的分解，增進代謝速率，影響生長發育	1. 分泌過多：緊張、煩躁及體重減輕等症狀 2. 分泌過少：機能衰退，行動變遲緩，體重增加 3. 兒童時期分泌不足：呆小症
副甲狀腺	埋於甲狀腺背面組織內，共有四顆，大小似豌豆	副甲狀腺素	調節血液中鈣及磷的濃度	1. 分泌過多：血鈣過多，骨質疏鬆 2. 分泌過少：血鈣不足及肌肉痙攣
腎上腺	位於腎臟的上方	腎上腺素	呼吸及心跳加快、血壓升高、肌肉內的血液量增加、血糖濃度提高	
胰島	埋於胰臟內部	胰島素	降低血糖濃度	胰島素分泌過少：血糖濃度過高，罹患糖尿病
		升糖素	提高血糖濃度	
性腺♂	睪丸	雄性激素	男性的聲音低沉、長鬍子	
性腺♀	卵巢	雌性激素	女性的聲音高尖、乳房發達	

## 5-4 動物行為

- 動物能夠感受到身體內、外環境出現變化，產生許多可以被觀察到的**動物行為**。
- 動物行為受到遺傳與環境的影響，其中與生俱來、不須學習的行為，稱為**本能行為**。
- 有些動物行為必須經過後天**學習**，才能完整而熟練的展現。生物的學習能力通常與大腦的發達程度有關。



# 小試身手

## 大家來找碴（找出錯在哪裡）

1. 植物莖側面照光時，莖向光面的生長素濃度較背光面高，莖向光面的生長速率較背光面快，所以莖朝向光源彎曲成長。(P.109)
2. 保衛細胞能調節氣孔大小，這與水分進出細胞產生的向性反應有關。(P.110)
3. 中樞神經系統包括腦及 12 對腦神經，周圍神經系統包括脊髓及 31 對脊神經。(P.119)
4. 膝跳反射及唾腺分泌是由腦幹所控制的反射反應。(P.122)
5. 腳踏尖石立即縮腳的神經傳導途徑為：受器→感覺神經→脊髓→大腦→脊髓→運動神經→動器。(P.122)
6. 腦垂腺可分泌生長激素。若幼年期分泌過多，會造成巨人症；過少，則會造成呆小症。(P.127)

## 腦內大革命（寫出正確答案）

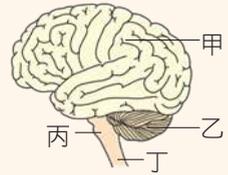
### ● 植物對環境的感應

1. 下表中有哪幾項代號的內容與細胞內水分多寡有關？(P.110~111)  
(A)甲戊 (B)甲乙丙 (C)乙丙丁 (D)乙丙戊

甲	綠豆苗的莖背地生長
乙	含羞草的睡眠運動
丙	毛氈苔的捕蟲運動
丁	保衛細胞調節氣孔大小
戊	植物根部朝向水源區生長

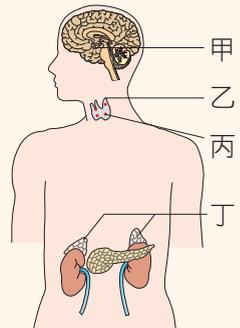
### ● 人體的神經系統

2. 人類推理邏輯能力比其他生物佳。請問：這是右圖中的神經中樞何處較為發達所導致？(P.119)  
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁
3. 請完整填寫出考生看完考題後，用手寫答案的神經傳導過程：(P.121)  
眼睛（受器）→\_\_\_\_\_→大腦  
→\_\_\_\_\_→運動神經→手部肌肉（動器）



### ● 內分泌系統的運作

4. 人體內分泌腺激素與生理反應的配對，下列何者錯誤？(P.127~128)  
(A)腦垂腺—生長激素—骨骼肌肉成長  
(B)副甲狀腺—甲狀腺素—體內鈣與磷的調節  
(C)胰島—胰島素—血糖濃度下降  
(D)卵巢—雌性激素—乳房發育
5. 金鶯隊投手陳偉殷，以快速球三振打者後，內心極為興奮，此時右圖中哪一腺體分泌的激素量應會大增？(P.127)  
(A)甲 (B)乙  
(C)丙 (D)丁



6. 下列有關神經系統及內分泌系統的相關敘述，何者錯誤？(P.125)  
(A)神經系統反應較內分泌系統快  
(B)內分泌系統作用範圍較神經系統廣  
(C)人體神經系統中共有 43 對周圍神經  
(D)內分泌腺分泌激素後由專屬導管運輸