

國民教育文庫

生物學概要

下冊

王凱基編著

商務印書館發行



中華民國三十七年四月初版

(63274.12B)

國民教育文庫 生物學概要 二冊

下冊定價國幣貳元伍角

印刷地點外另加運費

編著者 王凱基

主編者 朱經農

發行人 朱經農
上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館
各地

版 翻
權 印
所 必
有 究

生物學概要

下 冊

第三篇 整 調

第十二章 刺激與反應

個體生命的維持，營養是個主要的活動。所謂營養，是多方面的活動所造成的。這多方面的活動必須有系統而協調，然後才可以得到正常的營養。又生物所處的環境，非固定不變，在環境變遷的場合中，生物體內的種種活動，必然受其影響。生物又得調節體內的活動而順應環境。使生物體內有協調的活動和發生順應的調節。這又是生物維持生命的一個特性，叫做整調機能，假如生物沒有這種機能的話，體內的種種活動，就沒有了統理，勢必不能成為完整的物體；又在環境變動中，因不能順應環境而不能正常，最後生命亦無法繼續。從前篇所述營養看來，營養活

動無非是物理和化學的作用。至於外界環境的變遷，也逃不了是物理和化學的變化。所謂整調，無疑的是物理和化學變化中的必然的因果，在某種條件之下，就發生某種結果。如腸液生質酶必須在鹼性的環境中，才能作生質精消化為氨基酸的觸媒劑；血小板在接觸空氣後才發生血栓形成素，血栓形成素必須在有鈣質作觸媒的情形之下，才能和血栓酶原作用變成血栓酶。原纖維素因血栓酶的觸媒，才能變為纖維素而使血液凝固；又為肌肉接受神經所導來的興奮而發生收縮，在肌肉收縮中，肝澱粉分解為葡萄糖，葡萄糖又分解為乳酸，乳酸氧化而成二氧化碳和水，在這連續的分解中，放出大量的能，一部分是熱能，一部分是機械能，所以在肌肉收縮時，放出熱而能舉重，凡此種種，都有牠們必然的因果關係。可以說，有某種刺激，就有某種必然的反應。所以生物的生命活動以及活動的改變，都可認為生物對於刺激所發生的反應了。

第一節 刺激與反應

刺激可以是物理的或化學的，可能是外來的和內在的，也可能是繼續的或突然的。廣義的說，刺激是生物與其環境的關係的改變。所謂反應，是生物感受刺激而發生繼續的或突然的生命活動的改變。如壓力，溫度，或某種物質濃度的改變，引起代謝中許

多化學變化的速率和性質發生變動。這是繼續而緩慢的刺激，引起繼續的反應；又如通電到肌肉上，肌肉即起急速的收縮，這是突然的刺激，引起了激發的反應。

在生物體內和體外可能有的刺激根據能的形式可分下列諸種：

機械的刺激——如接觸，壓力，聲音等，

溫度的刺激——溫度的改變，

滲透的刺激——某物質的濃度的改變 使滲透壓改變，

化學的刺激——在體內外物質的改變，

電的刺激——電流強度和方向的改變，

光的刺激——光的強度，顏色，或方向的改變。

生物體所能發生的反應的性質和程度，與受刺激的細胞的性質和情況有關，而與刺激的種類無涉，即某種細胞有其特殊的構造和性能，在受任何種刺激後，就發生某種特殊的反應。如肌肉細胞受機械的，溫度的，或化學的刺激，只發生收縮一種反應；腺細胞受刺激後，發生分泌的反應；神經細胞受刺激後，發生興奮的傳導等是。所以各種細胞在感受刺激後，就發生各不相同的反應，但是單細胞生物是例外，一個細胞上可同時發生種種的反應，這裏把生物可能發生的反應，分條列舉如下：

機械的反應——運動，包括整個身體的行動和身體局部的

運動。如肌肉的收縮，變形蟲狀運動，纖毛運動，原生質流動，植物的屈性運動等。

化學的反應——化學變化。

分泌——細胞內所貯藏的物质，或綜合成的產物排出於細胞或體外。如腺細胞的分泌。

發光——生物能發光，並不普遍，僅限螢，夜光蟲等動物。

顏色的改變——色素細胞的收縮或展開，引起色澤的改變。如魚，蛙，蜥蜴等動物的皮膚，常因環境而改變。

放電——極少數的動物有特殊的放電器官。如電魚。但生物體內的放電作用極普遍，不能為吾人覺察而已。

生物的接受刺激而發生反應，在單細胞生物看來是相當簡單的一會事。某細胞受刺激，該細胞就在物理和化學的因果關係中產生了反應。但在多細胞生物，身體局部接受刺激，而整個身體發生反應：或某部接受刺激。身體上的另外一部分發生反應。這種發生反應的機構，就必須具有下列三個步驟：(1)受納，在身體的某部接受刺激；(2)傳導，把刺激所引起的興奮傳達到身體的另一部分；(3)反應，身體某部接受興奮而發生反應。這一套反應的機構，可用一個例來說明。在一根火藥線的一端，繫着一支火柴，另一端連着一個爆竹。加熱或摩擦而使火柴燃着，相當身體某部接受刺激而發生興奮；由火藥線延燒到爆竹，等於興奮的

傳導；爆竹爆炸，相當某部發生反應。許多生物，特別是高等動物，有特殊的細胞，體素和器官的分化，用以完成這反應的機構。如高等動物有各種受納器，分佈在身體上的一定地位，接受某種刺激，如耳，目，鼻等感覺器官；有傳導器，由許多特殊的細胞作一定的連繫，或竟成為器官，傳導興奮，如神經細胞所構成的神經，脊髓，腦等；更有反應器，由若干細胞或器官發生某種特殊的反應，如肌肉的收縮，腺細胞的分泌等。由這接受器，傳導器和反應器的合作，完成了反應的機構。

第二節 單細胞生物的反應機構

變形蟲的行動，是細胞質向某方流動，先發生一個突起，稱為偽足，然後整個細胞向偽足方向移動。這種運動叫做變形蟲狀運動。至於細胞質何以能流動而引起偽足的發生呢？變形蟲細胞的外質較濃厚，成凍膠狀，內質比較菲薄，成溶液狀。這兩種形性不同的細胞質卻可以互變的。凍膠狀的細胞質緊緊的包在溶液之外，因為牠有收縮的力量，產生一個壓力，使內部溶液狀的細胞質向凍膠層較薄的地方突出而流去，可是最外面有菲薄的細胞膜包着，所以就形成了一個突起，叫做偽足，在溶液狀的細胞質流到偽足的頂點，就改變方向，向側方擴展，同時就在這裏轉變成凍膠，因此偽足的範圍漸擴大，同時細胞的別處，凍膠狀的

細胞質轉變為溶液狀，加入在一起，向偽足方向流去，這樣就使整個的細胞向某方移動。如圖七十二。在變形蟲行動的時候，在

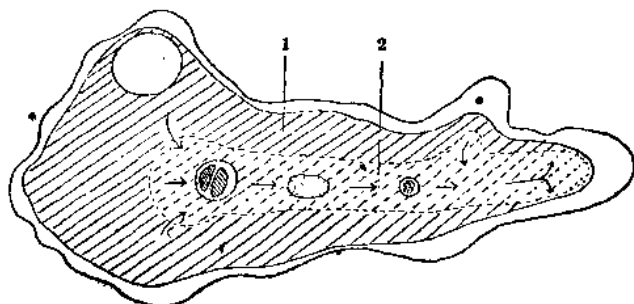


圖 72. 變形蟲運動的原理。1. 凍膠狀的細胞質；
2. 溶液狀的細胞質。(由 Plunkett)

某方的偽足上加以刺激的話，該偽足就充任暫時的受納器，繼而很快的由細胞質作傳導器，把這刺激傳佈到整個的細胞。然後在另一方向發生偽足，細胞背着刺激而移動。這後生的偽足，可視為反應器，所以變形蟲細胞的任何部分，都可以充當受納，傳導，反應諸器。並無特別的分化。換言之，一切整調的活動，全在這細胞裏發生。

有許多單細胞生物，往往有某種特殊的受納器，傳導器，或反應器的分化。但是沒有同時兼有的，若干綠色的單細胞生物，如眼蟲，細胞的某處有一個紅色的色素體，稱眼點。牠能感受光的刺激，可視作光的受納器。若干原生動物具有原生質的突起，稱纖毛或鞭毛。如草履蟲的周身有密佈的纖毛，牠作有規則的波浪

式運動。見圖七十三。由於纖毛的擺動，可使細胞行動 或激動水流，便於牠的攝食。這纖毛可認為反應器。牠又可充當受納器，

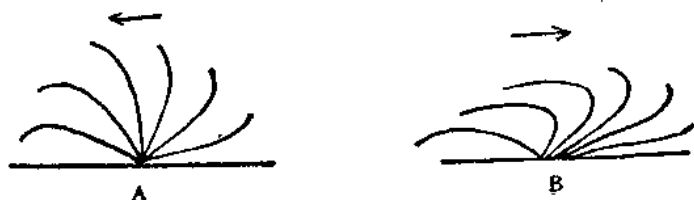


圖 73. 纖毛運動。A. 纖毛向左方擺動；B. 同向右方。(由 Plunkett)

在牠與外界物體接觸時，可以接受機械的刺激，又有若干種原生動物，如吊鐘蟲，在體內有能收縮的肌絲。肌絲收縮的時候，可使身體伸縮。這種內在的反應器，就很像高等動物的肌肉了。圖七十四。單細胞生物很少有特殊的傳導器的分化，興奮的傳導，全部依靠在原生質的本身，雖然傳導的速率很慢，在單一的細胞也已足夠了。有幾種大形的纖毛蟲，在細胞內有神經絲，構成網狀，使纖毛與體內各部互相連繫。這是一種最簡單的傳導器，與纖毛運動是協調的。

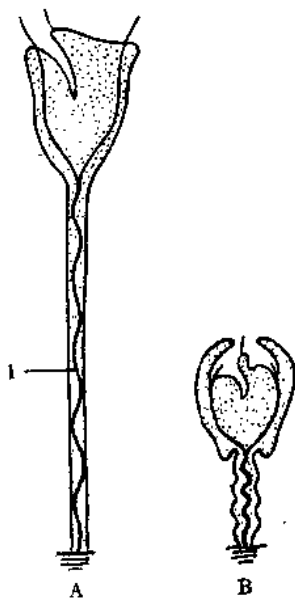


圖 74. 吊鐘蟲的收縮。
1. 收縮絲 (由 Plunkett)

第三節 多細胞植物的反應機構

一般的說，植物沒有動物那樣發達的反應機構。所以有這不同的原因，還是在營養方式的不同。植物不需要移動着身體去攝取食物，又毋須有很快的反應，但是也不能說植物沒有運動和沒有反應。如食蟲植物的葉，感受機械的刺激而發生摺合；含羞草受機械的刺激而發生懸垂等顯著的反應。又如種子植物的根，莖，因受環境的影響而改變生長的方向。反應雖然緩慢，不能說沒有感受刺激而發生反應的能力。植物所能表象出來的反應，是兩種不同的運動。一種是生長方向的改變的運動，叫做生長運動。如莖的屈向日光生長。因為在莖的某部的相對部分的細胞生長速率不同，或因細胞質的集中某方，致造成彎曲的生長。另一種是因擴張壓力的改變而引起的突然的運動，叫做擴張壓力運動。如食蟲植物和含羞草葉的摺合及大雨時葉片的懸垂等。因葉的某部細胞的擴張壓力改變而引起。

擴張壓力運動 含羞草遇有接觸的刺激，葉迅速的懸垂。這是標準的擴張壓力運動。當任何葉片遇有輕微的接觸，葉片表皮細胞上的觸毛是受納器，接受了這接觸的刺激，這刺激所引起的興奮，由篩管作傳導器，因篩管內的原生質上下連繫，把興奮很快的循維管束而傳達。待興奮傳達到葉柄基部的葉瓣，葉瓣細胞

失去擴張壓力而現柔弱，致不能支持葉片與地面平行而葉懸垂，這葉瓣就是反應器，此外如大雨時葉片的懸垂，葉與花瓣因有無日光而展開或摺合，以及食蟲植物的葉片摺合等，都是因為葉或花的某部細胞的擴張壓力減低使然，這擴張壓力的運動，可以恢復原狀的。

生長運動 植物莖的屈向日光生長，是一個明顯的實例。假如一株植物栽培在一個三而不透光的室內，植物莖的生長，逐漸屈向透光的一面。好像有意思趨近日光，企圖取得日光的樣子。這種反應由刺激的方向，決定運動的方向，稱為屈性。莖的屈向日光生長叫做屈光性。又如根的屈地性，把植物從土中拔起，使根平臥於地上，給以充分的水，使根能繼續生長。二十四小時之後，根作九十度的彎曲，向地心生長。見圖七十五，此外如葉的屈

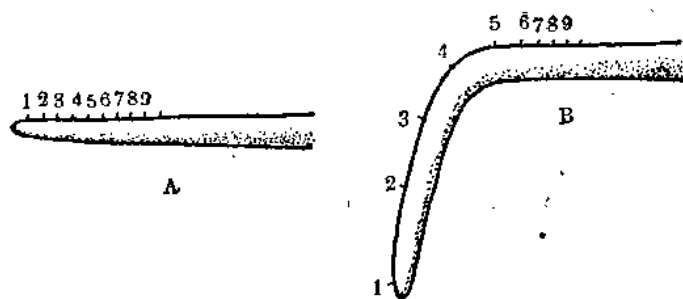


圖 75. 根的屈地性。A. 根尖平臥地上；B. 根尖屈向地心生長。

光性，根的屈水性，背光性，莖的背地性等。都是植物對於環境所

給予的刺激而起的反應運動。

第四節 多細胞動物的反應機構

水螅的反應機構，有簡單得像單細胞生物的一樣，複雜的和高等動物一樣的有受納器，傳導器和反應器的分化，不過比較簡單而已。這裏就利用牠的簡單，可以作例說明一般多細胞動物的基本形式。水螅的皮膚細胞的基部，即與中膠層相隣接的一端有橫的突起。在這突起裏有肌絲的存在。遇有刺激，肌絲收縮，皮膚細胞亦收縮。這是一個重要的反應器，皮膚細胞的另一端是游離的，牠可隨時充當受納器接受刺激。細胞質作傳導器。這一個皮膚細胞兼任受納，傳導，反應三個工作。和原生動物的反應機構一樣。如圖七十六 A。水螅的刺細胞和腺細胞也是獨立的反應器，水螅另有特殊的受納器，即感覺細胞，牠是分佈在皮膚細胞之間，特別在口部及觸手上較多。牠的游離的一端與環境接觸，隨時感受外界的刺激，這感覺細胞非但是受納器，同時也是傳導器，牠可把興奮由內端的樹枝狀突起傳到反應器。這是有受納器和反應器分化的反應機構。如圖七十六 B。水螅又有神經細胞的分化，分佈在皮膚細胞與感覺細胞之間，以及中膠層內。互相連繫構成神經網。牠是傳導興奮的傳導器，在感覺細胞接受刺激後，由神經細胞把興奮向各方面傳達到皮膚細胞的肌肉突起。這

是有受納，傳導，反應三種器官的反應機構，如圖七十六 C。這種神經網非僅能傳導興奮，且有調節的機能，就是使整個身體或身體的局部發生協調的反應。所以神經網是最簡單的神經系統。

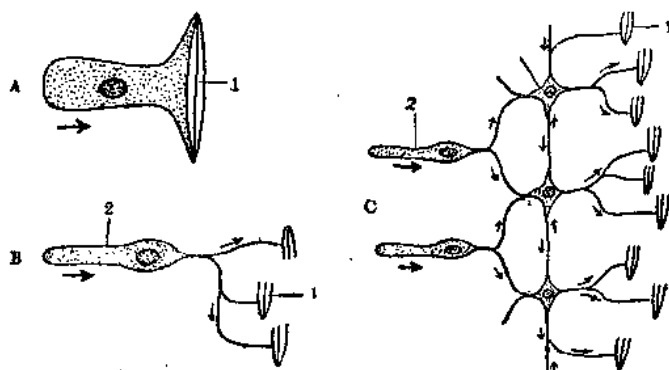


圖 76. 水螅的反應機構。A. 獨立的反應機構；B. 受納—反應的機構；C. 受納—傳導—反應的機構。1. 肌肉突起；2. 感覺細胞；3. 神經細胞。(由 Plunkett)

扁形動物以上各類動物都有神經系統的分化，基本的反應機構還是和水螅的一樣，不過複雜的程度不同。還有一點 神經系統往往集中在身體的某處，成為一個中樞，外來的刺激都得要簡接的或直接的經過中樞，然後發生反應。固然傳導上似乎增加了許多周折，但在另一方面，就有了統理的中樞，種種反應得能協調，故神經系統又是重要的整個器官了。脊椎動物的反應機構特別複雜在後面把受納，反應，傳導三方面分別的說明。

第十三章 受納器

任何有生命的細胞，多少總有感覺的機能，因為原生質有複雜而不穩定的構造，發生種種複雜的物理和化學的變化，在環境有所變動的時候，必然會引起原生質的某方面發生變動，這就是所謂原生質的感應性。原生質有這特性，所以單細胞生物或比較簡單的生物就沒有特殊的反應機構，由各細胞直接感受刺激而發生必然的反應。多細胞的高等動物一方面因身體構造的複雜，同時對環境的順應亦比較週密，決不能僅賴各個細胞緩慢的反應來順應千變萬化的環境。因此有敏銳的受納器 週密的傳導器和發達的反應器的分化。就受納器而論，生物愈高等，受納器的分工愈細；換言之，受納器的種類愈多。自然界所給予生物的刺激，種類固多，範圍亦廣。而受納器的能力有限，所能感覺的不過其中一小部分。譬如：物理學上的電波，X 光，紫外光等，我們的眼睛不能見到，又如每秒三十到三萬的擺動的聲浪，是能刺激我們的聽神經而發生聽覺，但在這範圍之外的聲浪，就無從察覺了。這樣說來，自然界有許多東西，我們無從感覺的；近代科學的發達，顯微鏡，望遠鏡，無線電等，無非都是擴大我們感覺範圍的

儀器了。

第一節 機械的受納器

脊椎動物有種種因機械刺激而引起的感覺。如觸覺，壓覺，平衡覺，聽覺，地位覺，運動覺等。各有特殊的受納器，茲就哺乳動物分別敘述於後。

觸覺器 感受外界物體接觸的刺激。分佈在整個身體表面的皮膚裏，特別在突起部分為多。如手指，足趾，鼻端等處。觸覺器的構造，見圖七十七 A。係若干細胞外圍多層的結締體素而構成蒴狀，在內部細胞間有許多神經纖維的末梢存在。

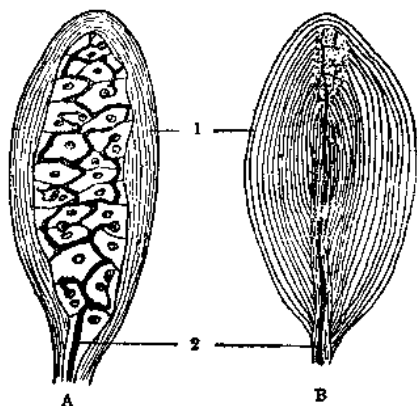


圖 77. 機械的受納器。A. 觸覺的受納器；B. 壓覺的受納器；1. 蒴；2. 神經末梢。(由 Plunkett)

壓覺器 感受壓力刺激。受納器，分佈在許多中空器官，如胃，腸，膀胱等，或在運動的部分，如四肢。壓覺器全部由多層的結締體素組成一蒴狀體。有神經末梢分佈在這蒴狀體的中央部。如圖七十七 B。

地位和運動的受納器 脊椎動物有覺察身體的地位怎樣，運動的情狀怎樣等機能。這兩種感覺的受納器是許多神經末梢。屈曲的分佈在肌肉，腱，及關節等處。如圖七十八。有了這種感覺，複雜的肌肉運動得能協調，作合乎意志的動作。

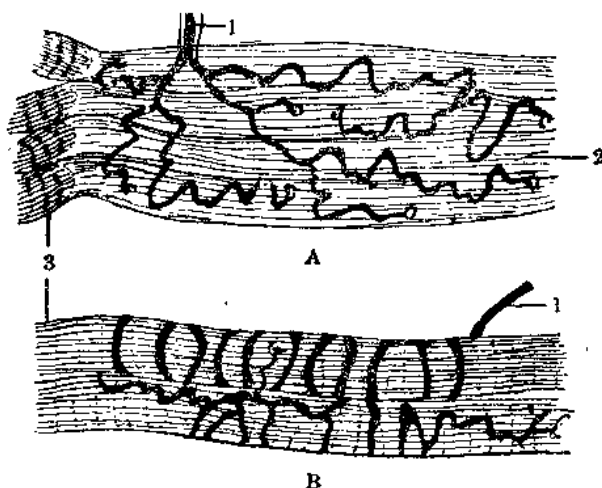


圖 78. 地位和運動的受納器。A. 神經末梢分佈在腱上；B. 神經末梢分佈在肌肉上。1. 神經；2. 腱；3. 肌肉。(由 Plunkett)

聽覺器和平衡覺的受納器 聲浪的刺激所引起的感覺叫聽覺。聽覺的受納器是耳，事實上，耳裏邊不僅有聽覺的受納器，並且還有平衡覺的受納器。這裏先把整個耳的構造說明一下，然後分別敘述聽覺和平衡覺的受納器。

耳分外耳，中耳和內耳三部分。見圖七十九。

1. 外耳——外耳包括耳殼，外聽道，聾膜。耳殼突出在頭的

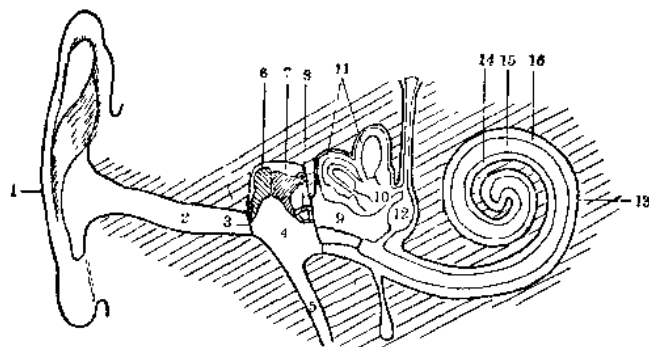


圖 79. 耳的構造。1. 耳殼；2. 外聽道；3. 鑼膜；4. 中耳；5. 耳咽管；6. 錘骨；7. 砧骨；8. 鐮骨；9. 內耳；10. 橢圓囊；11. 半規管；12. 豆狀囊；13. 蝸牛殼；14. 前庭道；15. 蝸牛殼管；16. 聲室道。(山 Plunkett)

兩側 有收集聲浪和辨別聲音方向的功用。外聽道開孔於耳殼，內通鑼膜，略呈彎曲，是聲浪向內傳佈的孔道。鑼膜在外聽道的末端，為膜狀物體，係三層體素所組成。外為皮膜層，中為纖維層，內為黏膜層。在空氣的波動衝擊鑼膜時，鑼膜就起振動，鑼膜的內方是與中耳的聽骨相連，故鑼膜的振動，可以引起聽骨的振動。

2 中耳——中耳是內外封閉的室，只有一個耳咽管在下方可通咽喉，牠是用來調節中耳內的氣壓。在這中耳內，有三塊聽骨，錘骨是最大而在最外面的一塊，牠的柄部固有韌帶而附於鑼膜上。另還一端大而圓，連結着砧骨，砧骨小而重，較厚的一端有兩個突起，與鐮骨的圓頭的一端相嵌而銜接。砧骨的另一端細長