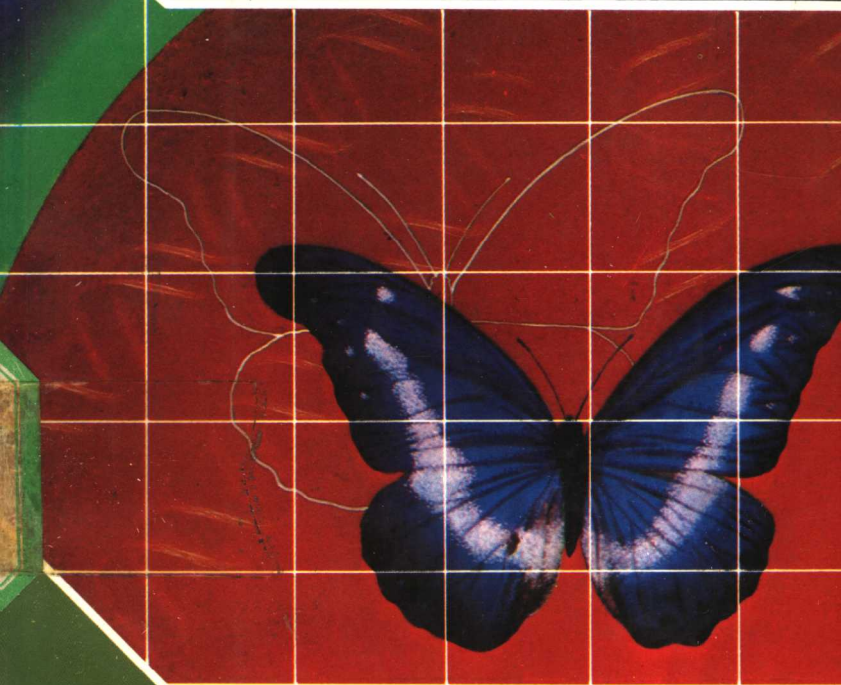


新世紀叢書

解開生命之謎

生命科學的 奧秘

譯者：曾煥華 審定者：鄭湧涇



銀禾文化事業有限公司

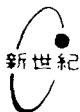


104

新世紀叢書

生命科學的 奧秘

銀禾文化事業公司 印行



104

新世紀叢書

生命科學的奧秘

主 編：新世紀編輯小組

審定者：鄭湧涇

譯 者：曾煥華

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市光復南路415巷252號1樓

電 話：7542968・7542969

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣100元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

新聞局登記證局版台業字第3292號

1989年5月初版

■版權所有・不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

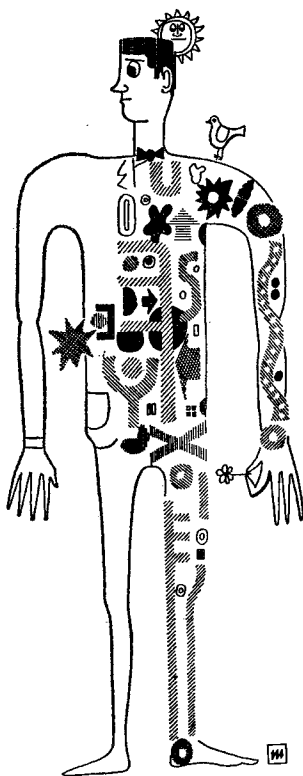
陳俊宏

於一九八五年十一月

目 錄

第一章	生物的基本構造和機能	1
第二章	生物體機能的調節	41
第三章	生物的遺傳和演化	97
第四章	個體與群集	147
第五章	生命是什麼？	183

第一章 生物的基本構造 和機能



一、體內的機制

1. 生命的現象—肌肉的構造與運動

什麼是生命現象呢？習慣上，若一個人的心臟停止跳動，一般人即認定這個人已經死亡。但是，有時一個人即使失去意識，個體無法協調，心臟仍然暫時繼續跳動。換言之，體內的各器官分別具有獨自的功能，未必一定需要整體的動作。

——一般而言，如果想了解生命的現象，則其捷徑當為了解所有生物共同的現象「運動」。

在1930年代末期，亞伯特·仙特·喬基（Szent-Györgyi, Albert），在匈牙利鄉下Szeged的大學裡就曾經這樣地沈思。仙特·喬基早在1937年即因關於維他命C的分離研究而獲得了諾貝爾獎。但是，後來他希望從事與生命現象有關的研究。他着眼於在Szeged能容易以廉價買到的兔子。因為他曾經使用匈牙利特產的青椒，成功的分離了維他命C。現在輪到研究兔子的肌肉了。

生理學是一門在盡量不損傷身體內器官的前提下，

研究其功能的學問。在生理學上對於肌肉伸縮的研究，通常需要很細心的取出青蛙的腓腸肌，泡在生理鹽水，給予電刺激後檢查。奇怪的很——顯然未知其原因——，恒溫動物的肌肉一旦取出，則即使泡在生理鹽水中也不會對電刺激產生反應。換言之，細胞膜失去功能，在生理學上等於死了。但是 仙特·喬基固執於研究這「死兔子的肌肉」，俾能建立「生命現象」的模式。

他切開兔子的肌肉，用碎肉器將之絞碎，然後泡在 0.6 克分子濃的氯化鉀溶液中 10 分鐘，從肌肉溶出一種蛋白質，其量達到肌肉內全部蛋白質量的約一半。若用水稀釋，即變成略帶白色的沈澱。仙特·喬基把這蛋白質稱為肌凝蛋白（*myosin*）。另一方面，他把分離肌凝蛋白後的殘漬交給其最得意的門生修特拉夫，再成功的分離出另外的蛋白質——肌動蛋白（*actin*）。

若混合肌凝蛋白與肌動蛋白，即得泥狀的物質。此時若加入發現不久的新物質 ATP，則這泥狀物質便會收縮。

——我們在試管內製造了肌肉收縮的現象了！

仙特·喬基至為興奮。1942 年，肌動肌凝蛋白（*actomyosin*）與 ATP 能產生反應的劃時代發現，在第二次世界大戰的艱難環境下，終於在歐洲的一個角落完成。

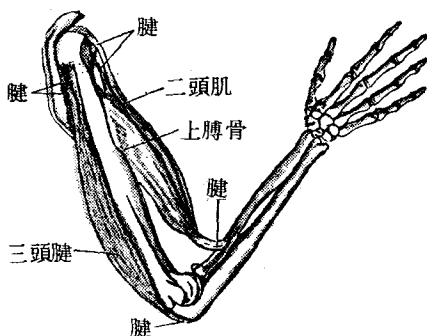


圖 1 參與胳膊的運動的肌肉

肌肉是以結締組織的鍵連接於骨頭上。所有的運動，都是藉肌肉收縮後骨骼的活動進行的。

肌肉的細胞很細長，雖然寬度只有 10 分之 1 毫米左右，但長度則相當可觀，有時可從骨的一端至另一端。在顯微鏡下看來，有明暗的條紋。若進一步用電子顯微鏡放大來看，明暗的條紋是由依縱向塞滿於肌肉細胞的細纖維——肌原纖維形成的。肌原纖維由約 3 微米單位組成，在中央有暗的部分，在兩端夾着間壁（叫做 Z 膜）有明亮的部分。

英國的技術軍官出身的休·哈克斯里，戰後利用電子顯微鏡觀察肌肉，提出了著名的「滑動說」。他主張，明亮的部分由直徑 8 nm 的細纖維絲（主要由肌動蛋白

組成)，暗的部分由肌動蛋白絲及粗的肌凝蛋白絲（直徑 12 nm）組成。收縮就是肌動蛋白從兩測滑入肌凝蛋白的現象，而鬆弛就是肌動蛋白滑出的現象（圖 2）。

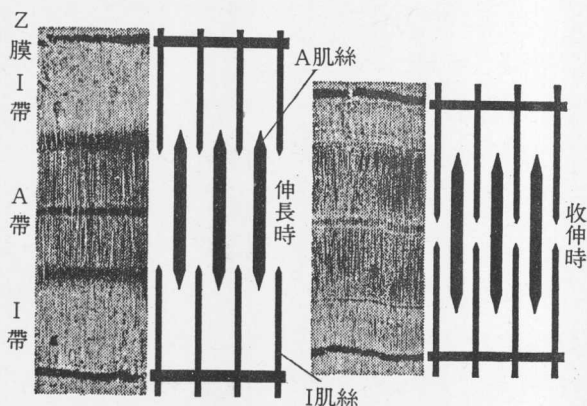


圖 2 肌肉收縮的機制——滑動說

由於電子顯微鏡的照相頗具說服力，「滑動說」現在已為大家所接受。但是，關於肌動蛋白絲為什麼會認識滑入的方向，又 ATP 的化學能以什麼方法變成機械能這些關鍵性的問題，現在仍然停留於猜測的階段。

肌肉的功能的另一個重要面為，控制收縮及鬆弛的結構。如果由神經傳達刺激，則肌肉會在 100 分之 1 秒這種短時間內發生收縮及鬆弛。日本的學者江橋節郎（東京大學），指出「這重要的控制因子是簡單的鈣離子

」。包圍肌原纖維的膜狀物質（小胞體）吸附鈣，藉來自神經的刺激放出鈣。結果引起肌凝蛋白與肌動蛋白的相互作用而發生收縮，小胞體再吸附鈣後，肌凝蛋白與肌動蛋白分開而伸長。至目前為止，一般實驗的結果均認定鈣學說的正確性，但也仍有許多地方有待探討。例如，來自神經的刺激會傳到肌肉細胞的膜，但不知道它如何傳到細胞內的膜狀組織。一般認為是透過小細管傳遞的。又，關於小胞體吸附或放出鈣的結構，其詳情也不清楚。現在已經明白，鈣不直接作用於肌凝蛋白或肌動蛋白，事實上是透過第三者發生作用。即是，江橋在1965年發現的蛋白質「迴轉素」，只有在與鈣結合時使肌凝蛋白與肌動蛋白反應，如果缺鈣即會制止兩者的反應。迴轉素（troponin）由3種蛋白質組成，在世界各地的肌肉研究室目前正在探討其各自複雜的作用。日本科學家的發現，是這項研究的先驅。

我們可以說，由於仙特·喬基、哈克斯里和江橋等人的努力，已經明白肌肉運動收縮的秘密可能在於肌凝蛋白、肌動蛋白、ATP和鈣等的相互作用。

上述的事實顯示在了解生物體內各種生命現象的機制時，可以從形態上（形態學）、機能上（生理學）以及化學分析（生化學）、物理分析（生物物理學）着手的各種實例。

2. 食物的消化

從細菌至人，所有的生物都需要從外界攝取食物當做營養，再把廢物排出體外。因為食物不可能無中生有，故一切都屬於物質的變換。不過，物質的變換既複雜且巧妙。

細胞攝食的方法，可以粗略分成二種。第一種是細胞直接攝取食物——「細胞內消化」，有吞食作用與胞飲作用之別。這也就是攝取固體物質時與喝下液體時的差別。總之，細胞膜的形狀發生變化，而包進似的攝取食物。像變形蟲的原生動物，或當人體內的白血球對付異物時亦有此種現象。第二種是通常發生於高等動物的

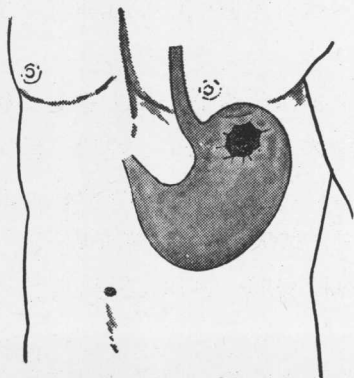


圖3 仙特·馬丁的胃

「細胞外消化」，是把消化液分泌於細胞外，在細胞外消化食物後再吸收。

大約 200 年以前，義大利的解剖學家史巴蘭查尼（Spallanzani, Lazzaro，他曾經以顯微鏡詳細檢查精蟲的形狀）看到所飼養的老鷹貪婪地吃生肉，乃將其放進鐵絲籠內餵以牛肉，不久之後讓牠吐出來。結果，生肉幾乎都消化了。他認為，在胃內必有把肉消化的物質。這就是發現會分解蛋白質的胃蛋白酶（pepsin）的前兆（事實上，德國的舒彎在 1835 年發現了胃蛋白酶）。

人體如何消化食物？長久以來一直是個謎。有關這方面的研究以「關於仙特·馬丁的胃的研究」最著名，外科軍醫威廉·勃蒙特的觀察，首次了解了胃的實際功能。

1822 年，被砲彈炸傷而側腹開了大洞的阿列希斯·仙特·馬丁被送到勃蒙特軍醫那邊。經過軍醫開刀後，在阿列希斯的左腋形成了胃孔，黏合於皮膚上。因此，只好塞紗布防止食物溢出。但是，對於勃蒙特來說，這正是觀察胃內食物消化過程的最佳機會。他說服不情願的仙特·馬丁，研究了 11 年之久。

消化的詳細情形如圖 4 所示。我們不知道，為什麼食物必須分解為葡萄糖或胺基酸或脂肪酸後才被小腸吸收。反正還得在體內重新合成。不過，就蛋白質來說，

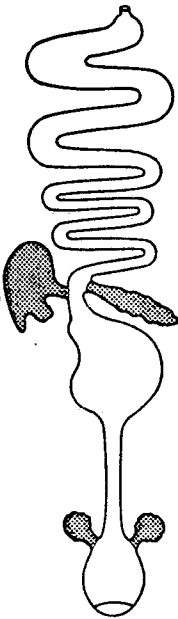
							
消化機能	器官	口、唾液腺	食道	胃	小腸	大腸	肛門
		攝取食物 澱粉的消化	把食物送到胃	消化蛋白質	消化及吸收	鹽與水的大部 分的再吸收、 聚集不消化物	排泄
消化酶		澱粉酶		胃蛋白酶	胰蛋白酶 脂肪酶		
酶分泌的部位		唾液腺		胃腺	胰臟、小腸		
受質		澱粉		蛋白質	蛋白質、脂肪、糖		
產物		糖		蛋白質的分解物	脂肪酸、甘油、胺基酸、葡萄糖等		

圖 4 消化器官及其機能

由於需要生物各有獨特的胺基酸排列法，故不能把其他蛋白質照原樣利用。又，若自己以外的蛋白質照原樣進入體內，即產生對應它的抗體，出現免疫上的各種問題。

在小腸的黏膜，突出了無數多的絨毛，內佈血管及淋巴管以吸收被消化的小分子。關於吸收的過程，也有很多地方不清楚。

3. 廢物的處理

在人體內最大的內臟為肝臟。肝臟為蛋白質、維他命、肝醣的儲存庫。肝臟所分泌的膽汁，在消化上具有重要功能——尤其在脂肪的消化上不可缺少它。

小腸吸收的消化產物吸收進入血管後，經過叫做門脈的血管運到心臟以前，都經過肝臟。大部分的葡萄糖，在這裡以肝醣的形式儲存。有害的物質也依賴肝臟解毒。酒精（乙醇）經由乙醛被分解為二氧化碳及水。當然，在未被肝臟處理以前，酒精會循環於體內而使人酒醉。大家知道，若肝功能衰退，則乙醛留在血液內，即成宿醉。

把老鼠的肝臟完全摘出——當然要防止出血至最低限度——，結果幾小時後就死了。這是血液中的葡萄糖含量降低所引起的，亦即未能向腦以及各組織充分供給能源使然的。因此在摘出肝臟後以注射補充葡萄糖，結

果老鼠延續了生命 2~3 天。判明了其死因為血液中的氨（阿摩尼亞）增加。氨對於生物體非常有害，會藉其鹼性停止細胞的作用。況且，在人體內隨時會產生氨，因為胺基酸氧化即會放出氨。

這個實驗指出肝臟的二種最大功能：(1)血中葡萄糖的調節，(2)胺基酸代謝後產生的氨的處理——形成無害的尿素。

1930 年代初，因有意擅自找工作而被德國的生化學權威奧特·瓦布魯克的研究室驅逐的漢斯·克列布史，在夫來堡大學的小研究室有了劃時代的發現。他把肝臟的薄切片（厚度約 0.3 毫米）與氨一起浮在生理鹽水中研究尿素的生成時發現，若把烏胺酸（*ornithine*）加入，則可以提高尿素的合成速度 10 倍。烏胺酸只要極少量即可，它只是發生催化劑的功能。在此次發現之後，克列布史接着在 1932 年發現在肝臟合成尿素的途徑很複雜。這途徑現在叫做克列布史的烏胺酸循環（*ornithine cycle*）。讀者或許會認為，這只是氨 2 個分子與二氧化碳 1 個分子化合後生成水 1 個分子的尿素的合成。附帶的說，尿素是德國化學家維拉在 1828 年以人工合成的最初的有機化合物，在那以前一般認為無法在生物體以外製造它。

魚把氨照原樣排出於水中，但青蛙則會從氨合成尿

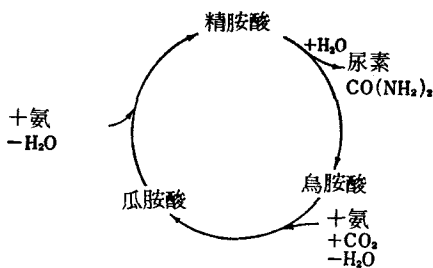


圖 5 烏胺酸循環

素。蜥蜴或雞生活於缺乏水分的環境，故生成尿酸——因為尿素需要大量的水，尤其在蛋內不適合。

在體內生成的尿素等廢物，是從腎臟排出，而其排出的機制也相當複雜。未消化的食物，在大腸被吸收相當多的水分後從肛門排出，但尿則必須經過只把廢物變濃的過程。

人的腎臟，有多達 100 萬個的單位——腎元（nephron），扮演血液過濾器的角色，也可以叫做「製尿機」。它是彎彎曲曲的細管，在尖端有稍微膨脹的鮑氏囊（Bowman's capsule），有 50 條腎臟的動脈血管像絲球一樣纏繞於其中。不含蛋白質的血液成分，從這絲狀體濾出於鮑氏囊中（圖 6）。

其中，水分被以連接於鮑氏囊的細尿管包圍的腎臟