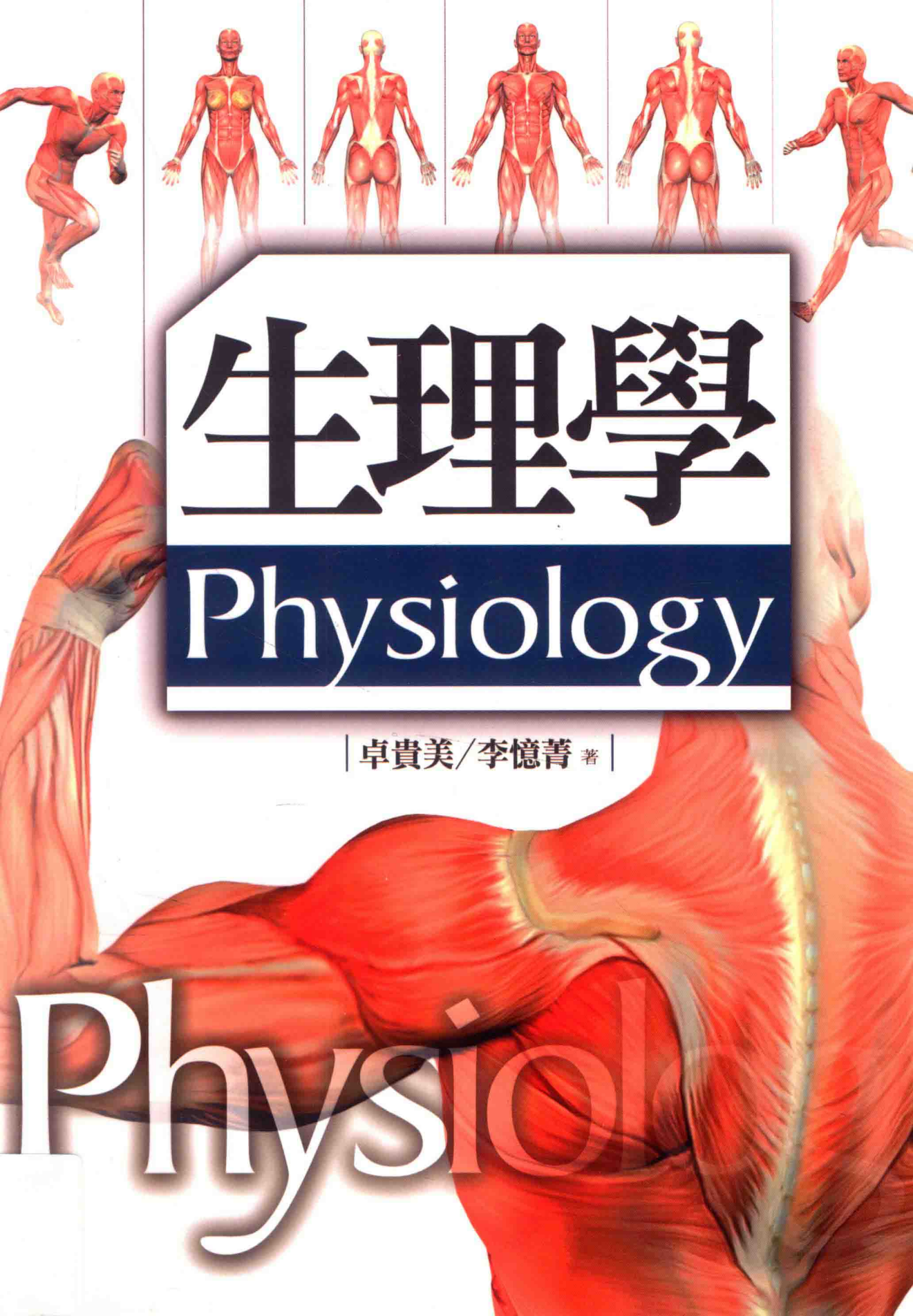




生理學

Physiology

| 卓貴美/李憶菁 著 |

Physiology

生理學

Physiology

卓貴美、李憶菁 著

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

生理學/卓貴美, 李憶菁著.--三版.--臺北

市：五南, 2012.08

面；公分

ISBN 978-957-11-6770-1(平裝)

1.人體生理學

397

101014733



5K13

生理學

作 者 / 卓貴美、李憶菁

發行人 / 楊榮川

總編輯 / 王翠華

主 編 / 王俐文

責任編輯 / 劉好殊、詹宜蓁

封面設計 / 裴類設計工作室

出 版 者 / 五南圖書出版股份有限公司

地 址 / 106臺北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話 / (02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址 / <http://www.wunan.com.tw>

電子郵件 / wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號 / 01068953

戶 名 / 五南圖書出版股份有限公司

臺中市駐區辦公室 / 臺中市區中山路6號

電 話 / (04)2223-0891 傳 真 / (04)2223-3549

高雄市駐區辦公室 / 高雄市新興區中山一路290號

電 話 / (07)2358-702 傳 真 / (07)2350-236

法律顧問 / 元貞聯合法律事務所 張澤平律師

出版日期 / 2002年3月初版一刷

2008年5月二版一刷

2012年8月三版一刷

定 價 / 新臺幣600元



再版序

生理學是生命科學及醫學相關科系的基礎學科，為學生學習醫學相關課程的基礎，而生理學知識日新月異，我們希望本書內容引導初學生理學學子，以深入淺出方式引起學生學習生理學的興趣。因此邀請輔仁大學醫學系李憶菁博士，以個人專長潤飾本書內容，希望內容更為正確流暢，協助學生突破障礙，得心應手學習生理學，以了解生理學的重要性。

再版內容以初版內容為藍圖，仍採用大量圖片，幫助初學生理學學子容易了解生理學各器官功能。同時，也更新生理學知識，以期本書之正確及豐富。編寫過程雖一再要求正確無誤，但文中若有疏漏或失誤之處，敬請不吝指正。

本書順利再版，要感謝五南圖書出版公司編輯部同仁之協助，特此一併致謝。

卓貴美、李憶菁

推薦序

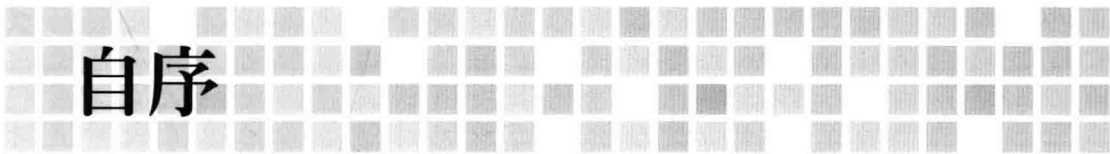
卓貴美博士畢業於臺灣大學醫學院生理學研究所，專攻人體生理學，獲得碩士及博士學位，多年從事生理學教學及研究，曾在臺大醫學院生理學科及馬偕護校授課生理學，現在輔仁大學擔任生理學教師，頗受學生歡迎。現在依多年來教學之經驗，編寫適合於醫科以外的，如護理系、公共衛生系、復健醫學系等學生的生理學教科書。

在臺灣，爲了醫科學生編寫中文的生理學教科書有好幾本，但爲了適合於醫科以外學生的生理學課本甚少。卓貴美博士有多年生理學教學的經驗，尤其現在在輔仁大學護理系及公共衛生學系任課生理學，實最爲適合編寫此類生理學教科書。

再者，生理學的進步很快，日新月異的英文生理學教科書每一、兩年即改版一次更新內容，反觀國內中文醫學課本，因市場不大，改版的少，早期出版的課本內容較舊。現卓貴美博士新出版生理學課本可提供學生較新的內容，實爲學生之福。

彭明聰

中央研究院院士
臺灣大學生理學系名譽教授



自序

生理學為醫學院中每一科系的學生都必修的課程，也是醫學教育的基礎，同時為基礎醫學與臨床醫學的橋梁。欲了解醫學領域的博大精深，必須先了解生理學的精義，以此為基礎，方能探究醫學的奧秘。

生理學知識日新月異，已經有許多好的英文教科書，但中國學生在語言上有閱讀的困難，而中文生理學書籍大部分為翻譯書，或多為解剖生理學，純屬生理學領域之書實在不多。筆者執教多年，深感醫學院學生在研習生理學時遇到的瓶頸，莫過於英文障礙及基礎科學，如生物、化學、物理學的不足。因此方有此書的誕生，希望使讀者更能突破障礙，增加學習的興趣與樂趣。

本書名為「圖解生理學」，內容力求精要，並配合大量的圖片，以期幫助初學者更容易領悟生理學的意義。作者才疏學淺，疏漏及錯誤在所難免，尚祈各方先進不吝指正。

僅將此書獻給我的父母，並與家人分享。

卓貴美

目錄

第一章		細胞生理學（卓貴美）	1
		生物的架構層次	4
		體液及內在環境的恆定	6
		細胞的構造	10
		物質通過細胞膜的方式	17
		調控細胞訊息傳遞的機制	33
		專有名詞中英文對照	48
第二章		可興奮的細胞——神經元（卓貴美、李憶菁）	51
		神經元的組織結構	53
		靜止膜電位	56
		動作電位	61
		突觸及神經傳導物質	67
		專有名詞中英文對照	72
第三章		可興奮的細胞——肌肉細胞（卓貴美、李憶菁）	75
		前言	77
		肌肉組織的分類	77
		骨骼肌	78
		平滑肌	106
		專有名詞中英文對照	109

第四章 | 血液 (卓貴美) 111

血液的性質與組成	113
白血球	114
紅血球	120
血小板	129
血漿	139
專有名詞中英文對照	142

第五章 | 心臟 (卓貴美、李憶菁) 145

心臟的構造	148
心臟的電氣性質	153
心動週期	161
心輸出量	167
專有名詞中英文對照	175

第六章 | 循環——血流、血壓及其調節機制 (卓貴美、李憶菁) 179

血管系統	181
血流的血管阻力	181
血壓	188
專有名詞中英文對照	203

第七章 | 特殊循環系統 (卓貴美、李憶菁) 207

血管性質	209
微血管循環	211
冠狀循環	215
內臟循環	216
胎盤及胎兒循環	217
專有名詞中英文對照	220

第八章 | 呼吸系統 (卓貴美) 223

呼吸系統的結構	225
呼吸的機械原理	228
肺容積及肺容量	228
肺的氣體交換	231
氣體的運輸	236
呼吸的調控	238
專有名詞中英文對照	242

第九章 | 腎臟的功能及尿液的形成 (卓貴美) 245

腎臟的構造	247
腎小球過濾率及清除率	253
腎臟循環	260
腎小管的功能	262
逆流機制——尿液濃縮機轉	274
專有名詞中英文對照	277

第十章 | 體液及酸鹼值的調節 (卓貴美) 281

水的調節	283
電解質的調節	286
酸鹼平衡	291
專有名詞中英文對照	298

第十一章 | 消化系統 (卓貴美) 301

消化系統的功能	303
消化系統的構造	303
胃腸道功能的調控	306
消化器官的功能	309

專有名詞中英文對照	323
-----------	-----

第十二章 | 內分泌系統 (卓貴美) 327

激素的分類	330
腦垂體	333
甲狀腺	342
胰臟	347
腎上腺	357
調節鈣離子恆定的激素	367
生殖系統	372
專有名詞中英文對照	388

第十三章 | 中樞神經系統 (卓貴美、李憶菁) 393

大腦	396
間腦	404
中腦	405
後腦	406
脊髓	407
腦神經及脊髓神經	411
專有名詞中英文對照	415

第十四章 | 自主神經系統 (卓貴美、李憶菁) 419

自主神經系統	421
自主神經的神經傳導物質及其接受器	426
自主神經系統的生理作用	430
專有名詞中英文對照	433

參考資料 435

第一章 細胞生理學

章節大綱

生物的架構層次

體液及內在環境的恆定

細胞的構造

物質通過細胞膜的方式

調控細胞訊息傳遞的機制

學習目標

研習本章後，你應該能做到下列幾點：

1. 了解生理學的定義及生理學所探討的內容及生理學的重要性
2. 了解內在環境的恆定
3. 了解體液的分布及組成
4. 了解細胞的構造
5. 了解物質通過細胞膜的機制
6. 可說明擴散作用
7. 可說明滲透作用及液體滲透性
8. 描述協助型擴散作用
9. 比較初級主動運輸及次級主動運輸
10. 定義接受器，並了解接受器的性質及分類
11. 說明訊息傳送系統的機制
12. 描述須第二傳訊者之訊息傳送機制
13. 描述類固醇激素之作用機轉
14. 描述離子管道的重要性

人體生理學 (human physiology) 係指研究身體內各器官的功能及其生理作用機轉的科學而言。生理學探討生物的功能，乃由最低階層到最高階層，分別由細胞 (cell) 到組織 (tissue)，由組織到器官 (organ)，由器官到系統 (system)，以了解生理功能如何執行，同時特別注重生理機轉。人體生理功能的主要系統包括有神經系統 (nervous system)、肌肉骨骼系統 (musculoskeletal system)、心臟血管系統 (cardiovascular system)、呼吸系統 (respiratory system)、胃腸系統 (gastrointestinal system)、泌尿系統 (urinary system)、內分泌系統 (endocrine system)、生殖系統 (reproductive system)、免疫系統 (immune system) 及皮膚系統 (integumental system)。此十大系統所包括的器官及其功能詳細列於表 1-1。

本書將就前八大系統分為十四章節詳細討論。

表 1-1 體內十大系統的分類及其所包括的器官和生理功能

系統 (System)	器官 (Organ)	生理功能
神經系統 (Nervous system)	腦 (brain)、脊髓 (spinal cord)、 周邊神經 (peripheral nervous)、神經節 (ganglia)、感覺器官 (sense organ)	調節及協調生理功能，偵測外在及內在環境的變化，維持體內恆定
肌肉骨骼系統 (Musculoskeletal system)	軟骨 (cartilage)、骨 (bone)、韌帶 (ligaments)、腱 (tendons)、關節 (joints)、骨骼肌 (skeletal muscle)	支持、保護、姿勢的維持，白血球的增生
心臟血管系統 (Cardiovascular system)	心臟 (heart)、血管 (blood vessel)、淋巴 (lymphatic)	運送血液至全身各組織
呼吸系統 (Respiratory system)	鼻 (nose)、咽 (pharynx)、氣管 (trachea)、支氣管 (bronchi)、肺 (lungs)	氣體交換，酸鹼平衡
泌尿系統 (Urinary system)	腎臟 (kidney)、輸尿管 (ureters)、膀胱 (bladder)、尿道 (uretra)	調節血漿成分 (水分及鹽類)、酸鹼平衡
胃腸系統 (Gastrointestinal system)	口 (mouth)、咽 (pharynx)、食道 (esophagus)、胃 (stomach)、腸 (intestine)、唾液腺 (salivary gland)、胰臟 (pancreas)、肝 (liver)	消化、吸收營養、鹽類及水分

(續)

內分泌系統 (Endocrine system)	下視丘 (hypothalamus)、腦下腺 (pituitary gland)、甲狀腺 (thyroid gland)、胰臟 (pancreas)、副甲狀腺 (parathyroid gland)、腎上腺 (adrenal gland)、性腺 (gonads)、心臟 (heart)、腎臟 (kidney)	維持體內的恆定
生殖系統 (Reproductive system)	• 睪丸 (testis) • 卵巢 (ovary)	• 性別分化 • 精子形成、卵子形成及胚胎發育
免疫系統 (Immune system)	白血球 (white blood cell)、淋巴結 (lymph nodes)、脾 (spleen)	保護、抵抗外來的侵犯
皮膚系統 (Integumental system)	皮膚 (skin)	保護、調節體溫

生物的架構層次 (Levels of Biology)

所有生命體均由細胞所組成，而細胞為生物體在構造上及功能上的基本單位。每一個人均由受精卵 (fertilized ovum) 發育而來，受精卵進行細胞分裂及生長 (cell division and growth) 增加細胞數目，再進行細胞分化 (cell differentiation) 成為特化的細胞。這些特化的細胞包括有上皮細胞 (epithelial cell)、結締細胞 (connective cell)、神經細胞 (nerve cell) 及肌肉細胞 (muscle cell)，如圖 1-1 所示。上述構造及功能相似的細胞及細胞間質 (interstitial material) 一起工作，以執行某一特殊的生理功能，特稱為組織。依其構造及功能的不同可分為四大基本組織：

1. 上皮組織 (epithelial tissue)：覆蓋在體表或組織、襯於體腔或形成腺體 (gland)。
2. 結締組織 (connective tissue)：保護並支持身體及其器官，並將器官連結在一起。
3. 神經組織 (nervous tissue)：引發並傳導協調身體的活動。
4. 肌肉組織 (muscle tissue)：收縮而使人體可運動、維持姿勢並產生熱能。

這四種不同的組織即可組成各種不同的器官，亦即身體內的器官均由上述四種基本組織所構成，如圖 1-1 中腎臟 (kidney) 的功能性單位——腎元 (nephron) 即由此四種基本組織所組成。而功能相類似的器官組合在一起成為系統，如圖 1-1 中的泌尿系統即包括有腎臟、輸尿管 (ureter) 及膀胱 (bladder) 等器官。

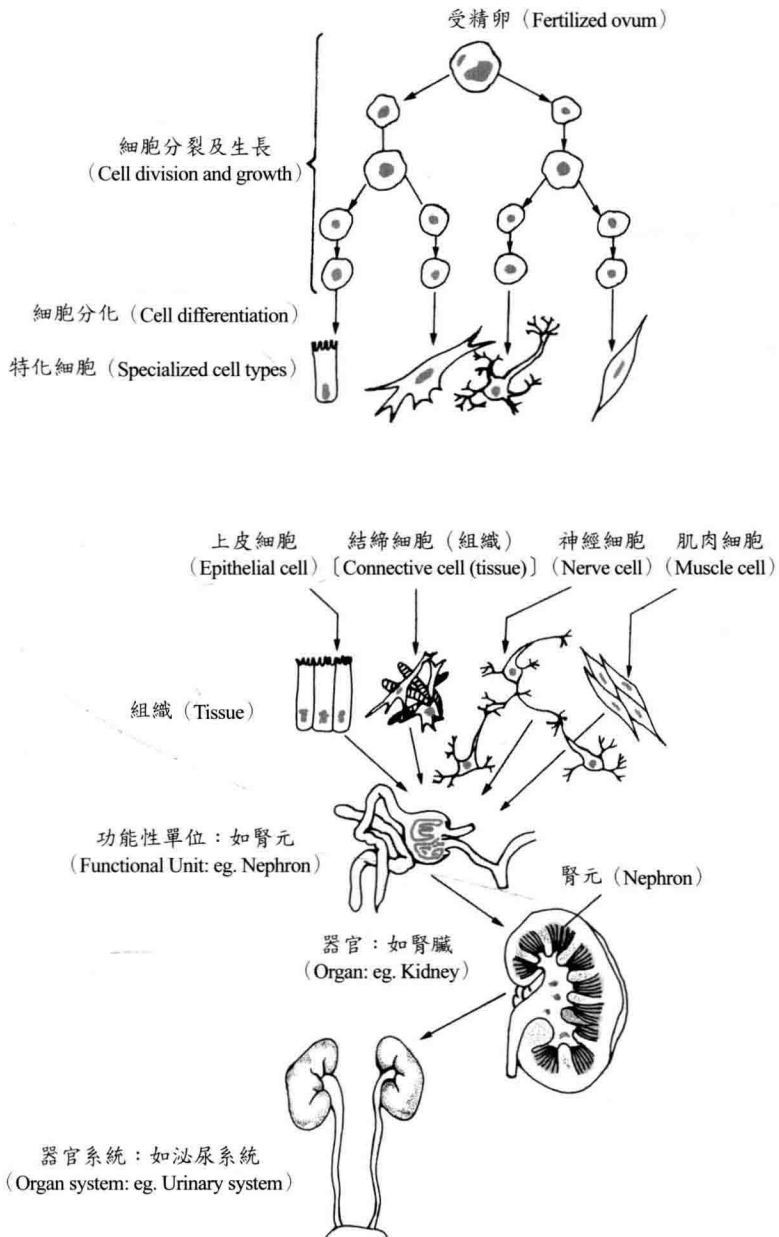


圖 1-1 生物的架構層次

體液及內在環境的恆定

(Body Fluid and Internal Environmental Homeostasis)

內在環境的恆定 (Internal environmental homeostasis)

內在環境的定義

法國生理學家 Claude Bernard (1813-1878) 指出，雖然外在環境發生變化，但內在環境仍維持在恆定的狀態。而美國生理學家 Walter Cannon (1871-1945) 更指出，恆定 (homeostasis) 一詞為形容此恆定內在環境的名詞。事實上，內在環境即是指細胞外液 (extracellular fluid; ECF) 而言。

homeostasis 的定義

所謂恆定 (homeostasis)，是指即使外在環境 (external environment) 發生改變，內在環境仍維持在一穩定狀態 (steady state) 而言。所有的生命個體不斷受到壓力 (stress) 的干擾 (這些壓力包括冷、熱、噪音及缺氧等)，身體內有許多的調節設施，可以對抗壓力的壓迫而將內在環境改善至趨於平衡的狀態。外在環境係能影響身體功能，意指身體四周的環境，而內在環境是指細胞外液，如圖 1-2。內在環境與外在環境中物質交換即靠體內的消化系統、呼吸系統、循環系統及泌尿系統來運行，以維持體內的恆定。

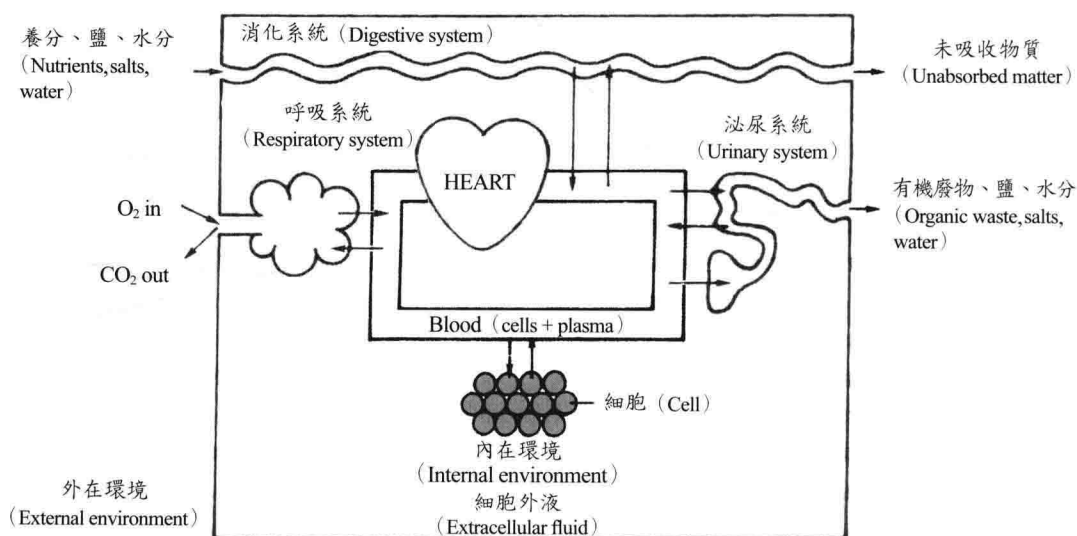


圖 1-2 物質經由消化系統、呼吸系統、循環系統及泌尿系統在內在環境與外在環境間互相交換

恆定的調節

體內恆定的機轉調控，主要靠神經系統及內分泌系統來作用。神經系統的作用較內分泌系統的作用為快，神經系統靠反射（reflex）作用及其所分泌的神經傳遞物質（neurotransmitter）來調節。內分泌系統則靠負回饋（negative feedback）及正回饋（positive feedback）來調節（表1-2）。

表1-2 內在環境及恆定

1.Internal environment: extracellular fluid
2.Homeostasis controlled system
(1)nervous system: reflex, neurotransmitter
(2)endocrine system:
• negative feedback
• positive feedback

1. 負回饋（negative feedback）：所謂負回饋，如圖1-3所示，下視丘（hypothalamus）分泌甲狀腺釋素（thyrotropin releasing hormone; TRH）刺激腦垂體前葉（anterior pituitary gland）分泌甲狀腺刺激素（thyroid stimulating hormone; TSH），而TSH刺激甲狀腺（thyroid gland）合成並分泌甲狀腺激素（thyroid hormone），當甲狀腺激素增加至一定的量時，則反而會抑制下視丘及腦垂體前葉分泌TRH及TSH，此現象稱為負回饋。

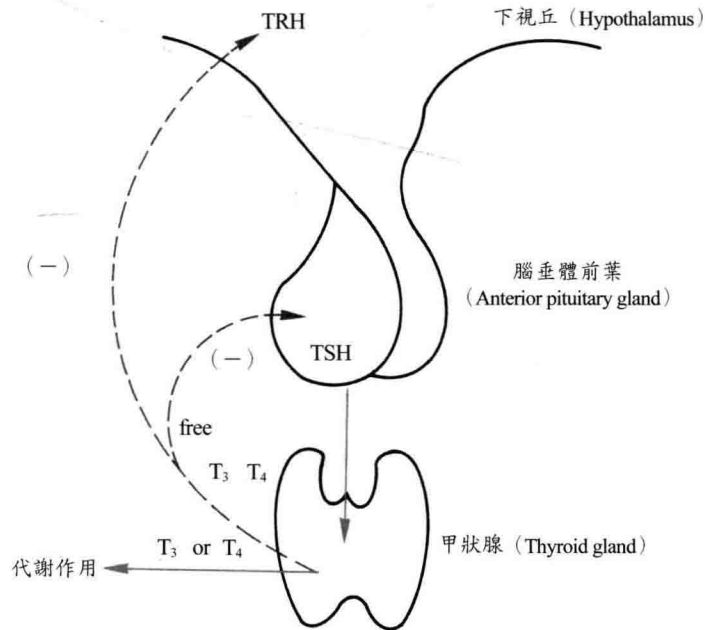


圖1-3 負回饋